

CAPÍTULO 2.5

LÍNEA DE BASE – MEDIO MARINO

ÍNDICE

2.5	MEDIO MARINO	2.5-1
2.5.1	Introducción	2.5-1
2.5.2	Definición Área de Influencia	2.5-1
2.5.3	Metodología	2.5-14
2.5.4	Resultados y Análisis	2.5-43
2.5.5	Conclusiones	2.5-597
2.5.6	Referencias Bibliograficas	2.5-626

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.5-1.	Coordenadas de las Estaciones de Calidad de Agua (incluye CTDO), Sedimentos Submareales, Comunidades Macrobenónicas Submareales de Sustrato Blando y Comunidades Fito y Zooplanctónicas – Campaña Invierno 2011, Verano 2012	2.5-2
Tabla 2.5-2.	Coordenadas de las Estaciones de Calidad de Agua (incluye CTDO), Sedimentos Submareales, Comunidades Macrobenónicas Submareales de Sustrato Blando y Comunidades Fito y Zooplanctónicas – Campaña de Otoño 2012	2.5-2
Tabla 2.5-3.	Coordenadas de las Estaciones de Comunidades Macrobenónicas Submareales de Sustrato Duro – Campaña Invierno 2011, Verano 2012	2.5-4
Tabla 2.5-4.	Coordenadas de las Estaciones de Comunidades Macrobenónicas Submareales de Sustrato Duro – Campaña Otoño 2012	2.5-4
Tabla 2.5-5.	Coordenadas de las Estaciones de Comunidades Macrobenónicas Intermareales de Sustrato Duro – Sector km 14 Campaña Invierno 2011, Verano 2012	2.5-6
Tabla 2.5-6.	Coordenadas de las Estaciones de Comunidades Macrobenónicas Intermareales de Sustrato Duro – Sector km 14. Campaña Otoño 2012	2.5-6
Tabla 2.5-7.	Coordenadas de las Estaciones de Avistamiento de Avifauna y Mamíferos Marinos -. Campaña Invierno 2011, Verano 2012	2.5-8
Tabla 2.5-8.	Coordenadas de las Estaciones de Avistamiento de Avifauna y Mamíferos Marinos. Campamentos Otoño 2012	2.5-8
Tabla 2.5-9.	Coordenadas de las Estaciones de Oceanografía Física -. Campaña Invierno 2011, Verano 2012	2.5-10
Tabla 2.5-10.	Coordenadas de las Estaciones de Oceanografía Física (Correntómetro y Deriva Litoral) Campaña 2012 Otoño	2.5-10
Tabla 2.5-11.	Coordenadas de Correntometría Lagrangiana, Marea y Rodamina- Campaña Invierno 2011, Verano 2012	2.5-12
Tabla 2.5-12.	Coordenadas de las Estaciones de Oceanografía Física- Sector km 14. Campaña Otoño 2012	2.5-12
Tabla 2.5-13.	Campañas a Terreno realizadas para el Levantamiento de Información	2.5-14
Tabla 2.5-14.	Parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos considerados en el Estudio de Calidad del Agua. Sector km 14	2.5-15
Tabla 2.5-15.	Campañas a Terreno realizadas para el Levantamiento de Información en Terreno	2.5-17

Tabla 2.5-16. Descripción de las Técnicas de Análisis empleadas para el Análisis de los Parámetros Químicos, con sus Respectivos Límites de Detección (LD), en los Sedimentos del Sector km 14.....	2.5-18
Tabla 2.5-17. Coordenadas Instalaciones de Mareógrafos.....	2.5-19
Tabla 2.5-18. Períodos Campañas.....	2.5-20
Tabla 2.5-19. Coordenadas Instalaciones de Anemómetro	2.5-21
Tabla 2.5-20. Periodos de Realización de las Campañas a Terreno	2.5-23
Tabla 2.5-21. ADCP instalados en el Sector km 14. Se indica Marca, Modelo, Mediciones realizadas y Posición en Coordenadas Planas (UTM WGS84 Zona 19 S) y Geográficas. Campaña de Invierno de 2011 y Verano de 2012.....	2.5-23
Tabla 2.5-22. Campañas de Correntimetría Lagrangeana.....	2.5-25
Tabla 2.5-23. ADCP Instalado en Sector km 14. Se indica la Marca, Modelo, Mediciones Realizadas y Posición en Coordenadas Planas (UTM WGS84 Zona 19 S) y Geográficas, Campaña de Invierno de 2011	2.5-31
Tabla 2.5-24. Frecuencias de Corte Empleadas	2.5-31
Tabla 2.5-25. Campañas a Terreno realizadas para el Levantamiento de Información	2.5-36
Tabla 2.5-26. Campañas a Terreno realizadas para el Levantamiento de Información	2.5-39
Tabla 2.5-27. Reserva Marina La Rinconada en la Región de Antofagasta.....	2.5-53
Tabla 2.5-28. Bien Nacional Protegido Península de Mejillones en la Región de Antofagasta.....	2.5-55
Tabla 2.5-29. Bien Nacional Protegido Isla Santa María en la Región de Antofagasta	2.5-55
Tabla 2.5-30. Órdenes de Peces presentes en Chile, sin incluir aquellos Introducidos.....	2.5-68
Tabla 2.5-31. Desembarque Total Año 2009 por Especie Íctica (en Toneladas) para la Región de Antofagasta, II Región	2.5-69
Tabla 2.5-32. Vedas Establecidas para la Pesquería de Peces a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas	2.5-70
Tabla 2.5-33. Riqueza Taxonómica de Poliquetos Bentónicos de la Costa de Chile Continental e Insular.....	2.5-71
Tabla 2.5-34. Riqueza Taxonómica de Poliquetos Pelágicos de la Costa de Chile Continental e Insular.....	2.5-71
Tabla 2.5-35. Representación de Echinodermata en Chile	2.5-72
Tabla 2.5-36. Representación de Porifera en Chile.....	2.5-73
Tabla 2.5-37. Representación General del Subphylum Crustácea en Chile	2.5-74
Tabla 2.5-38. El Orden Decapoda en el Ambiente Marino de Chile.....	2.5-75
Tabla 2.5-39. Representación de Mollusca en Chile.....	2.5-76
Tabla 2.5-40. Desembarque Total de Moluscos (Año 2009) por Especie (en Toneladas), para la Región de Antofagasta, II Región.....	2.5-78
Tabla 2.5-41. Desembarque Total de Crustáceos (Año 2009) por Especie (en Toneladas), para la Región de Antofagasta, II Región	2.5-78
Tabla 2.5-42. Desembarque Total de “Otras Especies” (Año 2009) por Especie (en Toneladas), para la Región de Antofagasta, II Región.....	2.5-79
Tabla 2.5-43. Vedas Establecidas para la Pesquería de Moluscos a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas	2.5-79
Tabla 2.5-44. Vedas Establecidas para la Pesquería de Crustáceos a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas (Fuente: Sernapesca, 2011).....	2.5-80

Tabla 2.5-45. Vedas Establecidas para la Pesquería de Equinodermos a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas.....	2.5-80
Tabla 2.5-46. Resumen sobre la Riqueza Taxonómica de Algas Bentónicas en Chile Continental, Territorios Insulares y Territorio Antártico	2.5-82
Tabla 2.5-47. Especies de Algas Halladas en la Región de Antofagasta de Importancia Económica.....	2.5-82
Tabla 2.5-48. Especies de Algas Halladas en la Región de Antofagasta de Importancia Económica.....	2.5-84
Tabla 2.5-49. Desembarque Total Año 2009 por Especies de Macroalgas (en Toneladas) en la Región de Antofagasta, II Región.....	2.5-84
Tabla 2.5-50. Vedas Establecidas para la Pesquería de Algas a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas.....	2.5-85
Tabla 2.5-51. Vedas Establecidas para la Pesquería de Mamíferos, Reptiles y Aves Marinas a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas.....	2.5-87
Tabla 2.5-52. Estándares para Agua Destinada a Uso Recreativo con Contacto Directo	2.5-88
Tabla 2.5-53. Valores Anuales de Calidad Primaria para Aguas Destinada a Uso Recreativo con Contacto Directo.....	2.5-89
Tabla 2.5-54. Criterios de Calidad Contenidos en la Guía CONAMA Propuesta para Aguas Marinas.....	2.5-91
Tabla 2.5-55. Resultados de los Análisis Microbiológicos realizados a las Muestras de Agua provenientes del Sector km 14. Estaciones V1 a V13 (S: Superficie; P: Fondo)	2.5-92
Tabla 2.5-56. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, Provenientes de los Estratos Superficial y Profundo -Sector km 14. Estaciones V1 a V3	2.5-93
Tabla 2.5-57. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, Provenientes de los Estratos Superficial y Profundo -Sector km 14. Estaciones V4 a V6	2.5-94
Tabla 2.5-58. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, Provenientes de los Estratos Superficial y Profundo -Sector km 14. Estaciones V7 a V9	2.5-94
Tabla 2.5-59. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, Provenientes de los Estratos Superficial y Profundo -Sector km 14. Estaciones V10a V12.....	2.5-95
Tabla 2.5-60. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, Provenientes de los Estratos Superficial y Profundo -Sector km 14. Estacion V13	2.5-96
Tabla 2.5-61. Resumen de los Analitos Bajo el Nivel de Detección del Ensayo aplicado para las Muestras provenientes del Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011	2.5-97
Tabla 2.5-62. Resultados Analíticos de las Variables que estuvieron sobre los LD de sus Respective Ensayos de Laboratorio en Muestras provenientes del Sector km 14.....	2.5-98
Tabla 2.5-63. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Todos los Niveles Medidos	2.5-98
Tabla 2.5-64. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Nivel Superficial	2.5-102
Tabla 2.5-65. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Nivel de Fondo.....	2.5-103
Tabla 2.5-66. Resultados de pH, Transparencia (Disco Secchi) y Profundidad de la Capa Fótica en la Columna de Agua de las Estaciones Muestreadas en el Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011	2.5-104

Tabla 2.5-67. Análisis Estadístico Básico de la Temperatura, Salinidad, Densidad, Oxígeno Disuelto y Saturación de OD a las Profundidades de 1, 5, 10 y 15 m para las Estaciones realizadas en el Sector km 14	2.5-118
Tabla 2.5-68. Resultados de los Análisis Microbiológicos realizados a las Muestras de Agua provenientes del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (S: Superficie; F: Fondo). Estaciones CV-1 a CV-6.....	2.5-119
Tabla 2.5-69. Resultados de los Análisis Microbiológicos realizados a las Muestras de Agua provenientes del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (S: Superficie; F: Fondo). Estaciones CV-7 a CV-13.....	2.5-120
Tabla 2.5-70. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, provenientes de los Estratos Superficial y Profundo, del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (S: Superficie; F: Fondo). Estaciones CV-1 a CV-5.....	2.5-120
Tabla 2.5-71. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, provenientes de los Estratos Superficial y Profundo, del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (S: Superficie; F: Fondo). Estaciones CV-6 a CV-9.....	2.5-121
Tabla 2.5-72. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, provenientes de los Estratos Superficial y Profundo, del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (S: Superficie; F: Fondo). Estaciones CV-10 a CV-13.....	2.5-122
Tabla 2.5-73. Resumen de los Analitos Bajo el Nivel de Detección del Ensayo aplicado para las Muestras provenientes del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012	2.5-123
Tabla 2.5-74. Resultados Analíticos de las Variables que estuvieron sobre los LD de sus Respective Ensayos de Laboratorio en Muestras provenientes del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012	2.5-124
Tabla 2.5-75. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Todos los Niveles Medidos. Campaña de Verano de 2012.....	2.5-125
Tabla 2.5-76. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Nivel Superficial	2.5-130
Tabla 2.5-77. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes Sector km 14. Nivel de Fondo.....	2.5-130
Tabla 2.5-78. Resultados de pH, Transparencia (Disco Secchi) y Cálculo de la Profundidad de la Capa Fótica en la Columna de Agua de las Estaciones muestreadas en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012.....	2.5-131
Tabla 2.5-79. Análisis Estadístico Básico de la Temperatura, Salinidad, Densidad, Oxígeno Disuelto (OD) y Saturación de OD a las Profundidades de 1, 5, 10, 15 y 30 m para las Estaciones realizadas en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012.....	2.5-141
Tabla 2.5-80. Resultados de los Análisis Microbiológicos realizados a las Muestras de Agua provenientes del Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012. (S: Superficie; P: Fondo) ...	2.5-142
Tabla 2.5-81. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, provenientes de los Estratos Superficial y Profundo, del Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012. (S: Superficie; P: Fondo). Estaciones A1 a A4.....	2.5-143
Tabla 2.5-82. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, provenientes de los Estratos Superficial y Profundo, del Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012. (S: Superficie; P: Fondo). Estaciones A5 a A8.....	2.5-143
Tabla 2.5-83. Resumen de los Analitos Bajo el Nivel de Detección del Ensayo aplicado para las Muestras provenientes del Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012	2.5-144
Tabla 2.5-84. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes Sector km 14. Todos los Niveles Medidos. Campaña Otoño 2012	2.5-145

Tabla 2.5-85. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Nivel Superficial	2.5-148
Tabla 2.5-86. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Nivel de Fondo	2.5-149
Tabla 2.5-87. Resultados de pH, Transparencia (Disco Secchi) y Cálculo de la Profundidad de la Capa Fótica en la Columna de Agua de las Estaciones Muestreadas en el Sector km 14. Campaña Otoño de 2012	2.5-149
Tabla 2.5-88. Análisis Estadístico Básico de la Temperatura, Salinidad, Densidad, Oxígeno Disuelto (OD) y Saturación de OD para las Estaciones A1 a A8 realizadas en el Sector km 14. Campaña Otoño de 2012	2.5-153
Tabla 2.5-89. Composición Granulométrica (Porcentual) de los Sedimentos Submareales (LV-1 a LV-13). Sector km 14, Campaña de Invierno 2011	2.5-161
Tabla 2.5-90. Tipos Sedimentarios Medianos Promedios de las Estaciones estudiadas. Sector km 14. Campaña de invierno 2011	2.5-162
Tabla 2.5-91. Resultados de los Diferentes Estadígrafos calculados en los Sedimentos de las Estaciones estudiadas. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011	2.5-162
Tabla 2.5-92. Composición Granulométrica (Porcentual) de los Sedimentos Submareales (LV-1 a LV-13). Sector km 14, Campaña de verano 2012	2.5-168
Tabla 2.5-93. Tipos Sedimentarios Medianos promedios de las Estaciones estudiadas. Sector km 14, Campaña de Verano 2012	2.5-169
Tabla 2.5-94. Resultados de los Diferentes Estadígrafos calculados en los Sedimentos de las Estaciones estudiadas. Sector km 14, Campaña de Verano 2012	2.5-169
Tabla 2.5-95. Composición Granulométrica (Porcentual) de los Sedimentos Submareales (M1 a M8). Sector km 14, Campaña de Otoño 2012	2.5-173
Tabla 2.5-96. Tipos Sedimentarios Medianos Promedios de las Estaciones Estudiadas. Sector km 14, Campaña de Otoño 2012	2.5-174
Tabla 2.5-97. Resultados de los Diferentes Estadígrafos calculados en los Sedimentos de las Estaciones Estudiadas. Sector km 14, Campaña de Otoño 2012	2.5-174
Tabla 2.5-98. Descripción de Conceptos Utilizados frecuentemente en Estudios Ecotoxicológicos de Sedimentos Marinos	2.5-178
Tabla 2.5-99. Clasificación de los Niveles de Toxicidad del Cu, Cr, Fe, Ni, Pb y Zn (el Elemento Mo no es Considerado en estas Normativas) de Acuerdo con la Información Obtenida de http://response.restoration.noaa.gov	2.5-179
Tabla 2.5-100. Resultados Analíticos de la Concentración de los Metales Cd, Cu, Cr Total y Hexavalente, Fe, Mo, Ni, Pb, Zn, Hg, además de los Hidrocarburos Totales, HAP, Sulfuros (mg/kg, base seca), Potencial Redox (mV) y MOT (%).Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-180
Tabla 2.5-101. Resultados para los Analitos Bajo el Nivel de Detección (LD) del Ensayo de Laboratorio. Sector km 14	2.5-181
Tabla 2.5-102. Resultados Analíticos para las Especies Químicas sobre el LD del Método de Ensayo. Sector km 14	2.5-182
Tabla 2.5-103. Análisis Estadístico Básico de la Información Analítica de la Concentración de Metales en los Sedimentos del Sector km 14	2.5-182
Tabla 2.5-104. Magnitud y Concentración del Potencial edox (mV), Sulfuro (mg/kg), HAP y MOT en Sedimentos Sector km 14	2.5-185
Tabla 2.5-105. Resultados Analíticos de la Concentración de los Metales Cd, Cu, Cr total y VI, Fe, Mo, Ni, Pb, Zn, Hg, además de los Hidrocarburos Totales, HAP, Sulfuros (mg/kg, base seca), Potencial Redox (mV), Fe y MOT (%).Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-187

Tabla 2.5-106. Resultados para los Analitos Bajo el Nivel de Detección (LD) del Ensayo de Laboratorio. Sector km 14. Campaña de Verano de 2012	2.5-188
Tabla 2.5-107. Resultados Analíticos para las Especies Químicas sobre el LD del Método de Ensayo. Sector km 14. Campaña de Verano de 2012	2.5-189
Tabla 2.5-108. Análisis Estadístico Básico de la Información Analítica de la Concentración de Metales en los Sedimentos el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012	2.5-190
Tabla 2.5-109. Análisis Estadístico Básico de la Concentración de Materia Orgánica Total (MOT) (%) y Potencial Redox (mV). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-191
Tabla 2.5-110. Resultados Analíticos de la Concentración de los Metales Cd, Cu, Cr Total y VI, Fe, Mo, Ni, Pb, Zn, Hg, además de los Hidrocarburos Totales, HAP, Sulfuros (mg/kg, Base Seca), Potencial Redox (mV) y MOT (%).Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-192
Tabla 2.5-111. Resultados para los Analitos Bajo el Nivel de Detección (LD) del Ensayo de Laboratorio. Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012	2.5-193
Tabla 2.5-112. Resultados Analíticos para las Especies Químicas sobre el LD del Método de Ensayo. Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012	2.5-195
Tabla 2.5-113. Análisis Estadístico Básico de la Información Analítica de la Concentración de Metales en los Sedimentos el Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012	2.5-195
Tabla 2.5-114. Análisis Estadístico Básico de la Concentración de Materia Orgánica Total (MOT) (%) y Potencial Redox (mV). Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-197
Tabla 2.5-115. Amplitud y Fase de las Constantes Armónicas, incluyendo sus Respective Errores. Las Constantes Armónicas con Asterisco son las Significativas de Acuerdo con el Análisis.Tocopilla, Campaña de Invierno de 2011.....	2.5-199
Tabla 2.5-116. Amplitud y Fase de las Constantes Armónicas, incluyendo sus Respective Errores-Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-201
Tabla 2.5-117. Amplitud y Fase de las Constantes Armónicas, incluyendo sus Respective Errores - Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-204
Tabla 2.5-118. Tabla de Incidencia del Viento Registrado. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-209
Tabla 2.5-119.Magnitudes Promedio y Máximas Globales y por Dirección de Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-210
Tabla 2.5-120. Tabla de Incidencia del Viento Registrado. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-214
Tabla 2.5-121. Magnitudes Promedio y Máximas Globales y por Dirección de Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-215
Tabla 2.5-122. Tabla de Incidencia del Viento Registrado. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012.....	2.5-219
Tabla 2.5-123. Magnitudes Promedio y Máximas Globales y por Dirección de Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012.....	2.5-220
Tabla 2.5-124. Distribución de las Capas Medidas desde el Transductor del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-229
Tabla 2.5-125. Distribución de las Capas Medidas desde el Transductor del ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011.....	2.5-230
Tabla 2.5-126. Estadística de la Magnitud de las Corrientes de cada Capa del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-232
Tabla 2.5-127. Estadística de la Magnitud de las Corrientes de cada Capa del ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-232
Tabla 2.5-128. Frecuencia Relativa de las Observaciones por Rango de Magnitudes del ADCP Sontek. Sontek, Campaña de Invierno de 2011	2.5-233
Tabla 2.5-129. Frecuencia Relativa de las Observaciones por Rango de Magnitudes del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-234

Tabla 2.5-130. Frecuencia Relativa de la Corriente por Rango de Dirección en cada Capa del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-236
Tabla 2.5-131. Frecuencia Relativa de la Corriente por Rango de Dirección en cada Capa del ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-236
Tabla 2.5-132. Flujo Neto (Dirección y Magnitud) y Distancia Transportada ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-239
Tabla 2.5-133. Flujo Neto (Dirección y Magnitud) y Distancia Transportada ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-239
Tabla 2.5-134. Distribución de las Capas Medidas desde el Transductor del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-261
Tabla 2.5-135. Distribución de las Capas Medidas desde el Transductor del ADCP RDI.- Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-262
Tabla 2.5-136. Estadística de la Magnitud de las Corrientes de cada Capa del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-264
Tabla 2.5-137. Estadística de la Magnitud de las Corrientes de cada Capa del ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-265
Tabla 2.5-138. Frecuencia Relativa de las Observaciones por Rango de Magnitudes del ADCP Sontek. Sontek, Campaña de Verano de 2012	2.5-266
Tabla 2.5-139. Frecuencia Relativa de las Observaciones por Rango de Magnitudes del ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-267
Tabla 2.5-140. Frecuencia Relativa de la Corriente por Rango de Dirección en cada Capa del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-268
Tabla 2.5-141. Frecuencia Relativa de la Corriente por Rango de Dirección en cada Capa del ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-269
Tabla 2.5-142. Flujo Neto (Dirección y Magnitud) y Distancia Transportada ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-271
Tabla 2.5-143. Flujo Neto (Dirección y Magnitud) y Distancia Transportada ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-272
Tabla 2.5-144. Distribución de las Capas Medidas desde el Transductor del ADCP- Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-292
Tabla 2.5-145. Estadística de la Magnitud de las Corrientes de cada Capa del ADCP. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-293
Tabla 2.5-146. Frecuencia Relativa de las Observaciones por Rango de Magnitudes del ADCP, Campaña de Otoño de 2012	2.5-294
Tabla 2.5-147. Frecuencia Relativa de la Corriente por Rango de Dirección en cada Capa del ADCP. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-295
Tabla 2.5-148. Flujo Neto (Dirección y Magnitud) y Distancia Transportada. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-296
Tabla 2.5-149. Posición de Liberación de los Derivadores por Condición de Marea (Sicigia/Cuadratura y Llenante/Vaciante). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011...	2.5-309
Tabla 2.5-150. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador, y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-311
Tabla 2.5-151. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador, y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-313
Tabla 2.5-152. Posición de Liberación de los Derivadores por Condición de Marea (Sicigia/Cuadratura y Llenante/Vaciante). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012....	2.5-315

Tabla 2.5-153. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-317
Tabla 2.5-154. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-319
Tabla 2.5-155. Posición de Liberación de los Derivadores por Condición de Marea (Sicigia/Cuadratura y Llenante/Vaciante). Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012.....	2.5-321
Tabla 2.5-156. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador, y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011	2.5-323
Tabla 2.5-157. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador, y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-325
Tabla 2.5-158. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina-B durante la Vaciante de la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-328
Tabla 2.5-159. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina-B durante la Llenante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011.....	2.5-330
Tabla 2.5-160. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina-B durante la Vaciante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-331
Tabla 2.5-161. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina WT durante la Llenante de la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-333
Tabla 2.5-162. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina WT durante la Vaciante de la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-334
Tabla 2.5-163. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina WT durante la Llenante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-336
Tabla 2.5-164. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina WT durante la Vaciante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-337
Tabla 2.5-165. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina-B durante la Llenante de la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011	2.5-339
Tabla 2.5-166. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina (R1) durante la Vaciante de la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-339
Tabla 2.5-167. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina durante la Llenante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012.....	2.5-341
Tabla 2.5-168. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina durante la Vaciante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-341
Tabla 2.5-169. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral_ Mañana. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-342
Tabla 2.5-170. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral_ Tarde. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-343
Tabla 2.5-171. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral (Mañana) durante la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-343
Tabla 2.5-172. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral (Tarde) durante la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-344
Tabla 2.5-173. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral (mañana) durante la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-344
Tabla 2.5-174. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral (tarde) durante la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-344
Tabla 2.5-175. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011	2.5-345

Tabla 2.5-176. Tabla de Incidencia Hmo v/s Tp en Aguas Profundas	2.5-349
Tabla 2.5-177. Tabla de Incidencia Hmo v/s DPK en Aguas Profundas	2.5-350
Tabla 2.5-178. Listado de Eventos Extremos del S en el Área de Estudio	2.5-354
Tabla 2.5-179. Alturas Significativas Estimadas y Límites de Confianza para los Periodos de Retorno	2.5-356
Tabla 2.5-180. Listado de Eventos Extremos en el Nodo del SW	2.5-357
Tabla 2.5-181. Alturas Significativas Estimadas y Límites de Confianza para los Periodos de Retorno	2.5-358
Tabla 2.5-182. Listado de Eventos Extremos del W.....	2.5-359
Tabla 2.5-183. Alturas Significativas Estimadas y Límites de Confianza para los Periodos de Retorno	2.5-360
Tabla 2.5-184. Listado de Eventos Extremos del NW	2.5-361
Tabla 2.5-185. Alturas Significativas Estimadas y sus Límites en el ADCP.Sector km 14..	2.5-363
Tabla 2.5-186. Alturas Significativas Estimadas y sus Límites en el ADCP. Sector km 14.	2.5-364
Tabla 2.5-187. Alturas Significativas Estimadas y sus Límites en el ADCP. Sector km 14.	2.5-365
Tabla 2.5-188. Tabla de Incidencia Hmo v/s Tp en Aguas Someras. Sector km 14	2.5-367
Tabla 2.5-189. Tabla de Incidencia Hmo v/s DPK en Aguas Someras. Sector km 14	2.5-368
Tabla 2.5-190. Tabla de Incidencia Hmo v/s Tp del Registro del ADCP. Sector km 14.....	2.5-371
Tabla 2.5-191. Tabla de Incidencia Hmo v/s DPK del Registro del ADCP. Sector km 14...	2.5-372
Tabla 2.5-192. Comparación de los Principales Estadísticos obtenidos del Registro de Mediciones y los Datos Transferidos al Sector de Estudio.....	2.5-373
Tabla 2.5-193. Tabla de Incidencia Hmo v/s Tp de Largo Período del Registro del ADCP	2.5-375
Tabla 2.5-194. Tabla de Incidencia Hmo v/s DPK de Largo Periodo del Registro del ADCP ...	2.5-376
Tabla 2.5-195. Listado Taxonómico de las Especies Registradas en las Transectas Submareales, emplazadas en el Sector km 14. Septiembre, 2011.....	2.5-378
Tabla 2.5-196. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T2. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-379
Tabla 2.5-197. Abundancia (ind/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T2. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-379
Tabla 2.5-198. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T3.Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-381
Tabla 2.5-199. Abundancia (ind/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T3.Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-381
Tabla 2.5-200. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T4. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-382
Tabla 2.5-201. Abundancia (ind/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T4. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-382
Tabla 2.5-202. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T5. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-383
Tabla 2.5-203. Abundancia (ind/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T5. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-383
Tabla 2.5-204. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T6. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-385
Tabla 2.5-205. Abundancia (ind/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T6. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-385
Tabla 2.5-206. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T7. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-387
Tabla 2.5-207. Abundancia (ind/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T7. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-387

Tabla 2.5-208. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T8. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-388
Tabla 2.5-209. Abundancia (Ind/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T8. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-388
Tabla 2.5-210. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T9. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-390
Tabla 2.5-211. Abundancia (Ind/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T9. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-390
Tabla 2.5-212. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T10. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-391
Tabla 2.5-213. Abundancia (Ind/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T10. Sector km 14. Septiembre, 2011	2.5-391
Tabla 2.5-214. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T11. Sector km 14 Septiembre, 2011	2.5-392
Tabla 2.5-215. Abundancia (ind/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T11. Sector km 14 Septiembre, 2011	2.5-393
Tabla 2.5-216. Listado Taxonómico de las Especies Registradas en las Transectas Submareales, Emplazadas en el Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-395
Tabla 2.5-217. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T2. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-397
Tabla 2.5-218. Abundancia (ind/0,25 m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T2. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-398
Tabla 2.5-219. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T3. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-400
Tabla 2.5-220. Abundancia (ind/0,25 m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T3. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-400
Tabla 2.5-221. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T4. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-402
Tabla 2.5-222. Abundancia (ind/0,25 m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T4. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-402
Tabla 2.5-223. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T5. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-404
Tabla 2.5-224. Abundancia (ind/0,25 m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T5. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-405
Tabla 2.5-225. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T6. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-406
Tabla 2.5-226. Abundancia (ind/0,25 m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T6. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-406
Tabla 2.5-227. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T7. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-407
Tabla 2.5-228. Abundancia (ind/0,25 m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T7. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-407
Tabla 2.5-229. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T8. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-408
Tabla 2.5-230. Abundancia (Ind/0,25 m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T8. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-409
Tabla 2.5-231. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T9. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-410
Tabla 2.5-232. Abundancia (Ind/0,25 m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T9. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-410

Tabla 2.5-233. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T10. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-411
Tabla 2.5-234. Abundancia (Ind/0,25 m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T10. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-412
Tabla 2.5-235. Cobertura (%/0,25m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T11. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-413
Tabla 2.5-236. Abundancia (Ind/0,25 m ²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T11. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-413
Tabla 2.5-237. Listado Taxonómico de las Especies Registradas en las Transectas Submareales Adicionales, Emplazadas en el Sector km 14. Mayo, 2012.....	2.5-415
Tabla 2.5-238. Cobertura (%) de las Especies Registradas en la Transecta SM-01. Sector km 14. Mayo, 2012.....	2.5-416
Tabla 2.5-239. Cobertura (%) de las Especies Registradas en la Transecta SM-02. Sector km 14. Mayo, 2012.....	2.5-417
Tabla 2.5-240. Cobertura (%) de las Especies Registradas en la Transecta SM-03. Sector km 14. Mayo, 2012.....	2.5-417
Tabla 2.5-241. Índices de Diversidad de Shannon-Wiener (H'), Índice de Uniformidad de Pielou (J'), Dominancia de Simpson (D'), Riqueza de Especies y Abundancia total. Obtenidos en las Transectas Submareales Sector km 14, Septiembre, 2011	2.5-418
Tabla 2.5-242. Índices de Diversidad de Shannon-Wiener (H'), Índice de Uniformidad de Pielou (J'), Dominancia de Simpson (D'), Riqueza de Especies y Abundancia Total obtenidos en las Transectas Submareales Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-420
Tabla 2.5-243. Listado de Especies encontradas en el Área de Estudio, por Estación. Campaña de Invierno de 2011, Sector km 14.....	2.5-426
Tabla 2.5-244. Listado de Especies Presentes en el Área de Estudio con una Frecuencia de Aparición Mayor o Igual a 40% (Presentes en 5 ó más Estaciones, de un Total de 12)- Sector km 14, Invierno de 2011	2.5-433
Tabla 2.5-245. Comparación de los aportes Porcentuales por Grupos Zoológicos del Área de Estudio en Relación a Diversos Estudios Efectuados a Nivel Nacional	2.5-433
Tabla 2.5-246. Listado de Especies Encontradas en el Área de Estudio, por Estación. Campaña de Verano de 2012, Sector km 14	2.5-435
Tabla 2.5-247. Listado de Especies Presentes en el Área de Estudio con sus Respectivas Frecuencias de Aparición. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-441
Tabla 2.5-248. Comparación de los Aportes Porcentuales por Grupos Zoológicos del Área de Estudio en Relación a Diversos Estudios Efectuados a Nivel Nacional	2.5-441
Tabla 2.5-249. Abundancia Media de Bentos Submareal	2.5-443
Tabla 2.5-250. Biomasa Promedio de las Estaciones Submareales.....	2.5-446
Tabla 2.5-251. Resumen de los Índices Ecológicos Calculados en este Estudio, para cada una de las Estaciones Analizadas. Campaña de Invierno de 2011, Sector km 14	2.5-448
Tabla 2.5-252. Resumen de los Índices Ecológicos Calculados en este Estudio, para cada una de las Estaciones Analizadas. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-452
Tabla 2.5-253. Índices Ecológicos Estimados a partir de las Abundancias Submareales. Donde S= Diversidad Específica, N= Número Total de Organismos, J'= Índice de Uniformidad de Pielou, H'= Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D Índice de Dominancia de Simpson).....	2.5-456
Tabla 2.5-254. Índice de Warwick, por Estación	2.5-460
Tabla 2.5-255. Listado de Posibles Especies Indicadoras de Contaminación (Clase Geométrica V y VI) para las Estaciones Muestreadas en el Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011. (Clase Geométrica V = 16 a 31 ind/m ² ; Clase Geométrica VI = 32 a 63 ind/m ²).....	2.5-469

Tabla 2.5-256. Listado de Posibles Especies Indicadoras de Contaminación (Clase Geométrica V y VI) para las Estaciones Muestreadas en Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (Clase Geométrica V = 16 a 31 ind/m ² ; Clase Geométrica VI = 32 a 63 ind/m ²)	2.5-469
Tabla 2.5-257. Listado de Posibles Especies Indicadoras de Contaminación (Clase Geométrica V y VI) para las Estaciones Muestreadas en Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012. (Clase Geométrica V = 16 a 31 ind/m ² ; Clase Geométrica VI = 32 a 63 ind/m ²)	2.5-470
Tabla 2.5-258. Listado de las Especies del Intermareal de Fondos Duros presentes en el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-471
Tabla 2.5-259. Coberturas y Densidades Medias de Especies por Transecta. Intermareal de Sustrato de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-473
Tabla 2.5-260. Listado de las Especies del Intermareal de Fondos Duros presentes en el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-478
Tabla 2.5-261. Coberturas (%/0,25 m ²) y Abundancias (Ind/0,25 m ²) Medias de Especies por Transecta. Intermareal de Sustrato de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-480
Tabla 2.5-262. Porcentaje de Cobertura en el Intermareal del Área de Estudio	2.5-491
Tabla 2.5-263. Índices Comunitarios del Intermareal de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-495
Tabla 2.5-264. Índices Comunitarios del Intermareal de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-496
Tabla 2.5-265. Índices Ecológicos Estimados a partir de las Abundancias Intermareales. Donde S= Diversidad Especifica, N= Número Total de Organismos, J`= Índice de Uniformidad de Pielou, H`= Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D Índice de Dominancia de Simpson).....	2.5-497
Tabla 2.5-266. Especies y Abundancia relativa determinada para las Muestras de Fitoplancton de las Estaciones analizadas. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-508
Tabla 2.5-267. Especies y Abundancia relativa Determinada para las Muestras de Fitoplancton de las Estaciones Analizadas. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-512
Tabla 2.5-268. Análisis Cualitativo de Fitoplancton.....	2.5-514
Tabla 2.5-269. Abundancia Promedio (cél L ⁻¹) del Fitoplancton por Especie y Estación, a Profundidades de 0 Metros y 10 Metros. Estaciones LV-1 a LV-6, Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011	2.5-517
Tabla 2.5-270. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Fitoplanctónica. Sector km 14, Superficie (0 Metros). Campaña de Invierno de 2011	2.5-521
Tabla 2.5-271. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Fitoplanctónica. Sector km 14, Subsuperficie (10 Metros). Campaña de Invierno de 2011	2.5-521
Tabla 2.5-272. Abundancia Promedio (cél L ⁻¹) del Fitoplancton por Especie y Estación, a Profundidades de 0 Metros y 10 Metros. Estaciones CV-1 a CV-5, Sector km 14. Campaña de Verano de 201	2.5-528
Tabla 2.5-273. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Fitoplanctónica. Sector km 14, Superficie (0 Metros). Campaña de Verano de 2012	2.5-532
Tabla 2.5-274. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Fitoplanctónica. Sector km 14, Subsuperficie (10 Metros). Campaña de Verano de 2012	2.5-532
Tabla 2.5-275. Análisis Cuantitativo de Fitoplancton (cél/L), en el Estrato Superior e Inferior de la Columna de Agua	2.5-537
Tabla 2.5-276. Estimación de Índices Ecológicos. S= Diversidad Especifica, N= Número Total de Organismos, d= Diversidad Margaleff, J`= Índice de Uniformidad de Pielou, H`= Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D = Índice de Dominancia de Simpson.....	2.5-540

Tabla 2.5-277. Estimación de Índices Ecológicos. S= Diversidad Especifica, N= Número Total de Organismos, d= Diversidad Margaleff, J'= Índice de Uniformidad de Pielou, H'= Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D = Índice de Dominancia de Simpson.....2.5-540

Tabla 2.5-278. Especies y Abundancia (ind/100m³) para las Muestras de Zooplancton de las Estaciones Analizadas. Sector km 14. Campaña de Invierno de 20112.5-546

Tabla 2.5-279. Especies y Abundancia (ind/100 m³) para las Muestras de Zooplancton de las Estaciones analizadas. Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. Dom. = Dominancia y Const. = Constancia2.5-552

Tabla 2.5-280. Abundancia Cualitativa de los Principales Grupos de Zooplancton Registrados. Donde MA: Muy abundante, A: Abundante, E: Escasa y R: Rara2.5-556

Tabla 2.5-281. Concentración de Zooplancton (ind/100m³) registrado por Estación, en Superficie y Fondo.....2.5-559

Tabla 2.5-282. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Zooplanctónica. Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011. S, Número de Taxa, N, Abundancia Numérica (ind/100 m³), J', Uniformidad, H', Diversidad Especifica (bit/ind).....2.5-565

Tabla 2.5-283. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Zooplanctónica, considerando el Total de Pescas. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....2.5-566

Tabla 2.5-284. Índices Ecológicos calculados a partir de las Abundancias del Zooplancton Superficial. S= Diversidad Especifica, N= Número Total de Organismos (m³), J'= Índice de Uniformidad de Pielou, H'= Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D = Índice de Dominancia de Simpson2.5-568

Tabla 2.5-285. Índices Ecológicos calculados a partir de las Abundancias del Zooplancton de Fondo. S= Diversidad Especifica, N= Número Total de Organismos (m³), J'= Índice de Uniformidad de Pielou, H'= Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D = Índice de Dominancia de Simpson2.5-568

Tabla 2.5-286. Listado de Especies Avistadas y Contabilizadas en el Área de Estudio, Monitoreo Terrestre. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011.....2.5-571

Tabla 2.5-287. Listado de las Especies y Densidad de Aves contabilizadas, por Estación, en el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011.....2.5-573

Tabla 2.5-288. Listado de las Especies contabilizadas con sus Promedios y Densidades, para toda el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011.....2.5-575

Tabla 2.5-289. Resumen de Estado de Conservación de las Especies registradas según los Diferentes Autores: IUCN, International Union for Conservation of Nature (2010); CONAMA; Proceso de Clasificación de Especies Según Estado de Conservación; CITES, Convention on International Trade in Endangeres Species of Wild Fauna and Flora. Campaña de Invierno, Sector km 14. 2011.....2.5-579

Tabla 2.5-290. Listado de Especies avistadas en el Área de Estudio, Monitoreo Terrestre. Sector km 14, Campaña de Verano de 20122.5-580

Tabla 2.5-291. Listado de Especies contabilizadas en el Área de Estudio, Monitoreo Terrestre. Sector km 14, Campaña de Verano de 20122.5-581

Tabla 2.5-292. Listado de las Especies y Densidad de Aves contabilizadas, por Estación, en el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....2.5-583

Tabla 2.5-293. Listado de las Especies Contabilizadas con sus Promedios y Densidades, para toda el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Verano de 20122.5-584

Tabla 2.5-294. Resumen de Estado de Conservación de las Especies registradas según los Diferentes Autores: IUCN, International Union for Conservation of Nature (2010); CONAMA; Proceso de Clasificación de Especies Según Estado de Conservación; CITES, Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Campaña de Verano 2012, sector Sector km 14. 2011.....2.5-586

Tabla 2.5-295. Abundancia, Desviación Estándar y Riqueza específica en cada Jornada de Conteo (Mañana y Tarde).....	2.5-588
Tabla 2.5-296. Especies Registradas Fuera de Metodología de Conteo por Puntos.....	2.5-589
Tabla 2.5-297. Cálculos de Agregación con la Prueba de Chi-Cuadrado sobre las Abundancias Promedio por Sectores de Monitoreo	2.5-592
Tabla 2.5-298. Índices de Diversidad Específica (S), Abundancia Promedio (N), D (Margalef), Shannon (H') y Equidad de Pielou (J').....	2.5-593
Tabla 2.5-299. Listado de Especies registradas, Estado de Conservación y Ubicación en el Área	2.5-595
Tabla 2.5-300. Comparación de Análitos Evaluados en Agua de Mar – Sector km 14.....	2.5-599
Tabla 2.5-301. Comparación de Análitos evaluados en los Sedimentos Submareales Sector Punta Caldera.....	2.5-603
Tabla 2.5-302. Contenido Promedio de Metales Traza en Sedimentos (ppm) evaluados en otras Localidades del País y Línea Base Sector km 14	2.5-603
Tabla 2.5-303. Resumen de los Resultados durante las 3 Campañas	2.5-604
Tabla 2.5-304. Especies en Categorías Especiales de Conservación	2.5-625
Tabla 2.5-305. Especies registradas en las Campañas citadas.....	2.5-625

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.5-1. Ubicación de las Estaciones de Muestreo de Calidad de Agua (incluye CTDO), Sedimentos Submareales, Comunidades Macrobentónicas Submareales de Sustrato Blando y Comunidades Fito y Zooplanctónicas. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012.....	2.5-3
Figura 2.5-2. Ubicación de las Estaciones de Muestreo de Comunidades Macrobentónicas Submareales de Sustrato Duro. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012.....	2.5-5
Figura 2.5-3. Ubicación de las Estaciones de Muestreo de Comunidades Macrobentónicas Intermareales de Sustrato Duro. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012.....	2.5-7
Figura 2.5-4. Ubicación de las Estaciones de Avistamiento de Avifauna y Mamíferos Marinos. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012	2.5-9
Figura 2.5-5. Ubicación de las Estaciones de Oceanografía Física. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012.....	2.5-11
Figura 2.5-6. Ubicación de las Estaciones de Correntometría Lagrangiana. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012	2.5-13
Figura 2.5-7. Posición de FONDEO del Mareógrafo. Campaña de Invierno 2011, Verano 2012 (punto rojo), Otoño 2012 (punto verde)	2.5-20
Figura 2.5-8. Posición del Anemómetro. Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012...2.5-22	
Figura 2.5-9. Posición de los ADCP utilizados para Registrar Corrientes (ADCP Sontek); y Corrientes y Oleaje (ADPC RDI) en el Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011 Verano de 2012.....	2.5-24
Figura 2.5-10. Ubicación de los Puntos de Validación	2.5-27
Figura 2.5-11. Batimetría Exploratoria de Sector km 14, utilizada en la Generación de la Malla Flexible Complementaria a la Carta Náutica del SHOA	2.5-29
Figura 2.5-12. Posición del FONDEO del ADCP RDI utilizado para Registrar el Oleaje Direccional en Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011	2.5-30

Figura 2.5-13. Actividades Primarias y Secundarias de la Región de Antofagasta.....	2.5-44
Figura 2.5-14. Plano Marítimo Costero de la Región de Antofagasta	2.5-49
Figura 2.5-15. Zonificación del PRIBC y Áreas de Proyecto	2.5-50
Figura 2.5-16. Principales Áreas de Conservación y Protección de la Biodiversidad en la Región de Antofagasta.....	2.5-54
Figura 2.5-17. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) en alrededores del Sector km 14.....	2.5-56
Figura 2.5-18. Resultados de los Estudios de Derivadores (Correntometría Lagrangiana) de los Estudios de Geomar (2008).....	2.5-63
Figura 2.5-19. Evolución de las Temperaturas Superficiales del Mar en Antofagasta desde 1999 a 2005.....	2.5-66
Figura 2.5-20. Distribución por Estación de los Metales Disueltos Zn, Fe y Mo en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011.....	2.5-100
Figura 2.5-21. Distribución por Estación de los Nutrientes Fosfato, Nitrógeno Total y Nitrato en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011	2.5-101
Figura 2.5-22. Distribución de la Temperatura (°C) en la Columna de Agua de las Estaciones V1 a V12 - Sector km 14. Invierno 2011	2.5-107
Figura 2.5-23. Distribución de Salinidad (psu) en la Columna de Agua de las Estaciones V1 a V12-Sector km 14. Invierno 2011	2.5-109
Figura 2.5-24. Distribución de la Densidad (sigma-t) en la Columna de Agua de las Estaciones V1 a V12. Sector km 14. Invierno 2011	2.5-111
Figura 2.5-25. Distribución de Oxígeno Disuelto (mg/L) en la Columna de Agua de las Estaciones V1 a V12. Sector km 14. Invierno 2011	2.5-113
Figura 2.5-26. Distribución de % Saturación Oxígeno en la Columna de Agua de las Estaciones V1 a V12. Sector km 14. Invierno 2011	2.5-115
Figura 2.5-27. Distribución de la Temperatura, Salinidad, Densidad, Oxígeno Disuelto y Saturación de OD en la Columna de Agua de la Estación V13. Sector km 14	2.5-117
Figura 2.5-28. Gradiente de la Concentración de OD en la Columna de Agua (Línea Roja) y la Máxima Profundidad del Registro del CTD en las Estaciones V1 a V7 (Línea Azul). Sector km 14.....	2.5-119
Figura 2.5-29. Distribución por Estación de los Metales Disueltos Mo en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012.....	2.5-126
Figura 2.5-30. Distribución por Estación de los Metales Disueltos Pb en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012.....	2.5-127
Figura 2.5-31. Distribución por Estación de los Metales Disueltos Zn en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012	2.5-127
Figura 2.5-32. Distribución por Estación del Nitrógeno Total Kjeldahl en el Estrato Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012	2.5-129
Figura 2.5-33. Distribución por Estación del Nitrato, Nitrógeno Total en el Estrato Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012	2.5-129
Figura 2.5-34. Distribución por Estación del Fosfato, en el Estrato Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012.....	2.5-130
Figura 2.5-35. Distribución de la Temperatura (°C) en la Columna de Agua de las Estaciones CV1 a CV12 Sector km 14. Verano 2012	2.5-134
Figura 2.5-36. Distribución de la Salinidad (psu) en la Columna de Agua de las Estaciones C V1 a CV12 Sector km 14. Verano 2012	2.5-135
Figura 2.5-37. Distribución de la Densidad (Sigma-t) en la Columna de Agua de las Estaciones CV1 a CV12 Sector km 14. Verano 2012	2.5-136

Figura 2.5-38. Distribución el Oxígeno Disuelto (mg/l) en la Columna de Agua de las Estaciones CV1 a CV12 Sector km 14. Verano 20122.5-137

Figura 2.5-39. Distribución del % Saturación Oxígeno en la Columna de Agua de las Estaciones CV1 a CV12 Sector km 14. Verano 20122.5-138

Figura 2.5-40. Distribución de la Temperatura, Salinidad, Densidad, Oxígeno Disuelto y Saturación de OD en la Columna de Agua de la Estación CV-13. Sector km 14.....2.5-140

Figura 2.5-41. Distribución por Estación de los Metales Disueltos Mo y Fe en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña Otoño de 2012.2.5-146

Figura 2.5-42. Distribución por Fósforo Total, en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña Otoño de 2012.....2.5-148

Figura 2.5-43. Distribución por Estación del Nitrógeno Total Kjeldahl en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña Otoño de 20122.5-148

Figura 2.5-44. Distribución de la Temperatura (°C), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), pH, Oxígeno Disuelto (mg/L) y Saturación de OD en la Columna de Agua de las Estaciones A1 a A8. Sector km 142.5-152

Figura 2.5-45. Diagrama T-S y O-S obtenidos en la Campaña de Otoño 2012. Caleta Sector km 14.....2.5-154

Figura 2.5-46. Distribución Granulométrica Porcentual de los Sedimentos Submareales. Sector km 14, Campaña Invierno 2011.....2.5-164

Figura 2.5-47. Distribución Granulométrica Porcentual de los Sedimentos Submareales. Sector km 14, Campaña Verano 2012.....2.5-171

Figura 2.5-48. Distribución Granulométrica Porcentual de los Sedimentos Submareales. Sector km 14, Campaña Otoño 2012.....2.5-175

Figura 2.5-49. Distribución por Estación de la Concentración de Cu, Cr, Fe, Mo Ni y Zn en los Sedimentos del Sector km 14.....2.5-183

Figura 2.5-50. Distribución por Estación de la Concentración del Potencial Redox (mV), Sulfuro, HAP y MOT (mg/Kg) en los Sedimentos del Sector km 142.5-185

Figura 2.5-51. Distribución por Estación de la Concentración de Cu, Cr, Fe, Mo Ni y Zn en los Sedimentos del Sector km 14. Campaña de Verano 2012.....2.5-190

Figura 2.5-52. Distribución por Estación de la Materia Orgánica Total (%) y el Potencial Redox (mV) en los Sedimentos del Sector km 14. Campaña de Verano de 20122.5-191

Figura 2.5-53. Distribución por Estación de la Concentración de Cu, Cr, Fe, Hg, Mo, Pb y Zn en los Sedimentos del Sector km 14. Campaña de Otoño 2012.....2.5-196

Figura 2.5-54. Distribución por Estación de la Materia Orgánica Total (%) y el Potencial Redox (mV) en los Sedimentos del Sector km 14. Campaña de Otoño de 20122.5-197

Figura 2.5-55. Registro del Sensor de Presión (dbar) convertido a Profundidad (m); b) Pronóstico de la Marea (m) del Período; y c) Residuales (cm). Tocopilla, Campaña de Invierno de 2011.....2.5-199

Figura 2.5-56. Registro del Sensor de Presión (dbar) Convertido a Profundidad (m); b) Pronóstico de la Marea (m) del Período; y c) Residuales (cm). Sector Tocopilla, Campaña de Verano de 2012.....2.5-201

Figura 2.5-57. Registro del Sensor de Presión (dbar) Convertido a Profundidad (m); b) Pronóstico de la Marea (m) del Período; y c) Residuales (cm). Sector Tocopilla, Campaña de Otoño de 20122.5-203

Figura 2.5-58. Planos de Referencia de la Marea. Tocopilla, Campaña de Invierno de 2011....2.5-206

Figura 2.5-59. Variación del Rango de la Marea durante el Período de Estudio- Tocopilla, Campaña de Invierno de 20112.5-206

Figura 2.5-60. Planos de Referencia de la Marea. Sector Tocopilla, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-207
Figura 2.5-61. Variación del Rango de la Marea durante el Período de Estudio - Sector Tocopilla, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-207
Figura 2.5-62. Planos de Referencia de la Marea. Sector Tocopilla, Campaña de Otoño de 2012	2.5-208
Figura 2.5-63. Variación del Rango de la Marea durante el Período de Estudio- Sector Tocopilla, Campaña de Otoño de 2012	2.5-208
Figura 2.5-64. Registro Vectorial del Viento Medido en el Estudio. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-209
Figura 2.5-65. Histograma de Frecuencia Relativa de la Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-210
Figura 2.5-66. Histograma de Frecuencia Relativa de la Magnitud del Viento. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-210
Figura 2.5-67. Variación de la Magnitud Promedio y Máxima del Viento por Dirección de Procedencia. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-211
Figura 2.5-68. a) Relación entre la Magnitud Promedio y el Valor Máximo (Ráfaga) Registrado, y b) Residuales. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-212
Figura 2.5-69. Variación Horaria Promedio de la Magnitud y Dirección del Viento del Registro de Vientos. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-213
Figura 2.5-70. Registro Vectorial del Viento Medido en el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-214
Figura 2.5-71. Histograma de Frecuencia Relativa de la Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-214
Figura 2.5-72. Histograma de Frecuencia Relativa de la Magnitud del Viento. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-215
Figura 2.5-73. Rosa de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-215
Figura 2.5-74. Variación de la Magnitud Promedio y Máxima del Viento por Dirección de Procedencia. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-216
Figura 2.5-75. a) Relación entre la Magnitud Promedio y el Valor Máximo (Ráfaga) Registrado, y b) Residuales. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-217
Figura 2.5-76. Variación Horaria Promedio de la Magnitud y Dirección del Registro de Vientos. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-218
Figura 2.5-77. Registro Vectorial del Viento Medido en el Estudio. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012.....	2.5-219
Figura 2.5-78. Histograma de Frecuencia Relativa de la Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-219
Figura 2.5-79. Histograma de Frecuencia Relativa de la Magnitud del Viento. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-220
Figura 2.5-80. Rosa de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012.....	2.5-220
Figura 2.5-81. Variación de la Magnitud Promedio y Máxima del Viento por Dirección de Procedencia. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-221
Figura 2.5-82. a) Relación entre la Magnitud Promedio y el Valor Máximo (Ráfaga) Registrado, y b) Residuales. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-222
Figura 2.5-83. Variación Horaria Promedio de la Magnitud y Dirección del Viento del Registro de Vientos. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-223
Figura 2.5-84. Densidad Espectral de las Componentes del Viento. Sector km 14, Campaña de a) Invierno de 2011; b) Verano 2012 y c) Otoño 2012	2.5-224
Figura 2.5-85. Diagramas de Vectores Progresivos del Viento Registrado en el Período de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012. Sector km 14.....	2.5-225

Figura 2.5-86. Series de Tiempo de los Índices de a) Turbulencia y b) Surgencia Estimados del Registro de Viento. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011.....	2.5-226
Figura 2.5-87. Series de Tiempo de los Indices de a) Turbulencia y b) Surgencia Estimados del Registro de Viento. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-227
Figura 2.5-88. Series de Tiempo de los Índices de a) Turbulencia y b) Surgencia Estimados del Registro de Viento. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012.....	2.5-228
Figura 2.5-89. Registro del Sensor de Presión (dbar) Convertido a Profundidad (m). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-229
Figura 2.5-90. Frecuencias Relativas por Rango de Magnitudes de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-235
Figura 2.5-91. Frecuencias Relativas por Rango de Dirección de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-238
Figura 2.5-92. Flujo Residual (Neto) de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011.....	2.5-241
Figura 2.5-93. Diagrama de Vectores Progresivos de las Capas de Fondo, Intermedia y la más Cercana a la Superficie. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011.....	2.5-241
Figura 2.5-94. Espectros de las Componentes u y v de la Corriente en las Capas de Fondo, Intermedia y más Cercana a la Superficie. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-242
Figura 2.5-95. Registro de Corrientes en la Columna de Agua a) Variación en Tiempo y Distancia al ADCP Sontek de la Magnitud de la Corriente, y b) Vectores de Corrientes en las Capas de Fondo, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011... ..	2.5-244
Figura 2.5-96. Registro de Corrientes en la Columna de Agua a) Variación en Tiempo y Distancia al ADCP RDI de la Magnitud de la Corriente, y b) Vectores de Corrientes en las Capas de Fondo, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-245
Figura 2.5-97. Correlaciones Cruzadas entre a) Marea y Componente u de la Corriente; b) Marea y Componente v de la Corriente; c) Viento Componente u y Corriente Componente u; d) Viento Componente u y Corriente Componente v; e) Viento Componente v y Corriente Componente u; f) Viento Componente v y Corriente Componente v. ADCP Sontek, Campaña de Invierno de 2011	2.5-247
Figura 2.5-98. Correlaciones Cruzadas entre a) Marea y Componente u de la Corriente; b) Marea y Componente v de la Corriente; c) Viento Componente u y Corriente Componente u; d) Viento Componente u y Corriente Componente v; e) Viento Componente v y Corriente Componente u; f) Viento Componente v y Corriente Componente v. ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-248
Figura 2.5-99. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-249
Figura 2.5-100. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-250
Figura 2.5-101. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-251
Figura 2.5-102. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-252
Figura 2.5-103. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-253

Figura 2.5-104. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-254
Figura 2.5-105. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011.....	2.5-255
Figura 2.5-106. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011.....	2.5-256
Figura 2.5-107. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-257
Figura 2.5-108. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-258
Figura 2.5-109. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-259
Figura 2.5-110. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-260
Figura 2.5-111. Registro del Sensor de Presión (dbar) convertido a Profundidad (m). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-261
Figura 2.5-112. Frecuencias Relativas por Rango de Magnitudes de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-268
Figura 2.5-113. Frecuencias Relativas por Rango de Dirección de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-270
Figura 2.5-114. Flujo Residual (Neto) de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Verano de Sontek RDI 2012	2.5-273
Figura 2.5-115. Diagrama de Vectores Progresivos de las Capas de Fondo, Intermedia y la más Cercana a la Superficie. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-273
Figura 2.5-116. Espectros de las Componentes u y v de la Corriente en la Capa más Cercana a la Superficie, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-274
Figura 2.5-117. Registro de Corrientes en la Columna de Agua a) Variación en Tiempo y Distancia al ADCP Sontek de la Magnitud de la Corriente, y b) Vectores de Corrientes en las Capas de Fondo, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012....	2.5-276
Figura 2.5-118. Registro de Corrientes en la Columna de Agua a) Variación en Tiempo y Distancia al ADCP RDI de la Magnitud de la Corriente, y b) Vectores de Corrientes en las Capas de Fondo, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-277
Figura 2.5-119. Correlaciones Cruzadas de las Componentes Ortogonales de la Corriente con la Marea y las Componentes Ortogonales del Viento. ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-278
Figura 2.5-120. Correlaciones Cruzadas de las Componentes Ortogonales de la Corriente con la Marea y las Componentes Ortogonales del Viento. ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-279
Figura 2.5-121. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-280

Figura 2.5-122. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-281
Figura 2.5-123. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-282
Figura 2.5-124. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-283
Figura 2.5-125. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-284
Figura 2.5-126. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-285
Figura 2.5-127. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-286
Figura 2.5-128. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-287
Figura 2.5-129. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-288
Figura 2.5-130. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-289
Figura 2.5-131. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-290
Figura 2.5-132. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-291
Figura 2.5-133. Registro del Sensor de Presión (dbar) Convertido a Profundidad (m). Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-292
Figura 2.5-134. Frecuencias Relativas por Rango de Magnitudes de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-294
Figura 2.5-135. Frecuencias Relativas por Rango de Dirección de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-295
Figura 2.5-136. Flujo Residual (Neto) de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-296
Figura 2.5-137. Diagrama de Vectores Progresivos de las Capas de Fondo, Intermedia y la más Cercana a la Superficie. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012.....	2.5-297
Figura 2.5-138. Espectros de las Componentes u y v de la Corriente en las Capas de Fondo, Intermedia y más Cercana a la Superficie. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-298
Figura 2.5-139. Registro de Corrientes en la Columna de Agua a) Variación en Tiempo y Distancia al ADCP de la Magnitud de la Corriente, y b) Vectores de Corrientes en las Capas de Fondo, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-299

Figura 2.5-140. Correlaciones Cruzadas de las Componentes Ortogonales de la Corriente con la Marea y las Componentes Ortogonales del Viento. ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012.....	2.5-301
Figura 2.5-141. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-303
Figura 2.5-142. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012	2.5-304
Figura 2.5-143. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de otoño de 2012	2.5-305
Figura 2.5-144. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012.....	2.5-306
Figura 2.5-145. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012.....	2.5-307
Figura 2.5-146. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011.....	2.5-308
Figura 2.5-147. Posición de Liberación de los Derivadores a) Sicigia y b) Cuadratura. Se Diferencian los Lances en Llenante (L) y Vaciante (V). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011.....	2.5-310
Figura 2.5-148. Trayectoria de los Derivadores Superficiales (Líneas Rojas) y a 10 m de Profundidad (Líneas Verdes) durante la Vaciante y la Llenante en Sicigia. Se indica el Inicio de cada Lance. En el Panel Inferior se Muestra las Condiciones de Marea. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-312
Figura 2.5-149. Trayectoria de los Derivadores a 5 m (Líneas Rojas) y 10 m de Profundidad (Líneas Verdes) durante la Vaciante y la Llenante en Cuadratura. Se indica el Inicio de cada Lance. En el Panel Inferior se Muestra las Condiciones de Marea y Viento. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-314
Figura 2.5-150. Posición de Liberación de los Derivadores a) Sicigia y b) Cuadratura. Se Diferencian los Lances en Llenante (L) y Vaciante (V). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-316
Figura 2.5-151. Trayectoria de los Derivadores a 5 m (Líneas Verdes) y a 10 m de Profundidad (Líneas Rojas) durante la Vaciante y la Llenante en Sicigia. Se indica el Inicio de cada Lance. En el Panel Inferior se Muestra las Condiciones de Viento y Marea. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-318
Figura 2.5-152. Trayectoria de los Derivadores a 5 m (Líneas Verdes) y a 10 m de Profundidad (Líneas Rojas) durante la Vaciante y la Llenante en Cuadratura. Se indica el Inicio de cada Lance. En el Panel Inferior se muestra las Condiciones de Marea y Viento. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012.....	2.5-320
Figura 2.5-153. Posición de Liberación de los Derivadores a) Sicigia y b) Cuadratura. Ambos durante la Llenante (L). Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011	2.5-322
Figura 2.5-154. Posición de Liberación de los Derivadores a) Sicigia y b) Cuadratura, ambos durante la Vaciante (V). Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011	2.5-322
Figura 2.5-155. Trayectoria de los Derivadores Superficiales (Líneas Rojas) y a 10 m de Profundidad (Líneas Verdes) durante la Vaciante y la Llenante en Cuadratura. Se indica el Inicio	

de cada Lance. En el Panel Inferior se Muestra las Condiciones de Marea. Sector km 14, Campaña de Otoño de 20122.5-324

Figura 2.5-156. Trayectoria de los Derivadores a 5 m (Líneas Rojas) y 10 m de Profundidad (Líneas Verdes) durante la Vaciente y la Llenante en Sicigia. Se indica el Inicio de cada Lance. En el Panel Inferior se Muestra las Condiciones de Marea y Viento. Sector km 14, Campaña de Otoño de 20112.5-326

Figura 2.5-157. Desplazamiento de la Mancha de Rodamina de los Experimentos realizados en Sicigia durante la Llenante y la Vaciente. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011 ...2.5-329

Figura 2.5-158. Desplazamiento de la Mancha de Rodamina de los Experimentos realizados en Cuadratura durante la Llenante y la Vaciente. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011 ..2.5-332

Figura 2.5-159. Desplazamiento de la Mancha de Rodamina de los Experimentos realizados en Sicigia durante la Llenante y la Vaciente. Sector km 14, Campaña de Verano de 20122.5-335

Figura 2.5-160. Desplazamiento de la Mancha de Rodamina de los Experimentos realizados en Cuadratura durante la Llenante y la Vaciente. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012 ...2.5-338

Figura 2.5-161. Desplazamiento de la Mancha de Rodamina de los Experimentos realizados en Sicigia durante la Llenante y la Vaciente. Sector km 14, Campaña de Otoño de 20122.5-340

Figura 2.5-162. Desplazamiento Experimentado por las Botellas durante la Jornada AM (Líneas Azules) y PM (Líneas Rojas). Sector km 14, Campaña Otoño 2012.....2.5-346

Figura 2.5-163. Serie de Tiempo de los Parámetros de Oleaje: Dirección del Peak (Panel Superior), Período Peak (Panel Intermedio) y Altura Significativa (Panel Inferior)2.5-348

Figura 2.5-164. Histograma de Periodo Peak por Dirección en Aguas Profundas.....2.5-351

Figura 2.5-165. Histograma de Periodo Peak por Dirección en Aguas Profundas.....2.5-351

Figura 2.5-166. Propagación de una Ola con los Sigüientes Parámetros a) $H_{mo} = 1$ m, $T_p = 12$ s y $DPK = 225^\circ$; b) $H_{mo} = 1$ m, $T_p = 12$ s y $DPK = 270^\circ$; y c) $H_{mo} = 1$ m, $T_p = 12$ s y $DPK = 315^\circ$2.5-352

Figura 2.5-167. Coeficientes de Transformación desde Aguas Profundas al Punto de Fondeo del ADCP en Sector km 14. a) Altura Significativa y b) Dirección de Procedencia2.5-353

Figura 2.5-168. Ajuste de los Eventos Extremos a las Distribuciones a) Weibull y b) Gumbel 2.5-355

Figura 2.5-169. Análisis de Valores Extremos del S para los Períodos de Retorno en Aguas Profundas2.5-356

Figura 2.5-170. Análisis de Valores Extremos del SW para los Períodos de Retorno en Aguas Profundas2.5-358

Figura 2.5-171. Análisis de Valores Extremos del W para los Períodos de Retorno en Aguas Profundas2.5-360

Figura 2.5-172. Propagación de la Ola Extrema del S con Periodo de 12,87 s y una Altura Significativa de 3,39 m, correspondiente a un Período de Retorno de 100 Años, en el Área de Estudio.....2.5-362

Figura 2.5-173. Propagación de la Ola Extrema del SW con Periodo de 15,89 s y una Altura Significativa de 5,29 m, correspondiente a un Período de Retorno de 100 Años2.5-363

Figura 2.5-174. Propagación de la Ola Extrema del W con Periodo de 12,20 s y una Altura Significativa de 6,14 m, correspondiente a un Período de Retorno de 100 Años2.5-365

Figura 2.5-175. Serie de Tiempo de los Parámetros de Oleaje: Dirección del Peak (Panel Superior), Período Peak (Panel Intermedio) y Altura Significativa (Panel Inferior). Sector km 142.5-366

Figura 2.5-176. Serie de Tiempo de Dirección del Peak Espectral (Panel Superior), Periodos Peak (Panel Medio) y Altura Significativa (Panel Inferior) para el Rango 4 a 25 s (Línea Azul), Sea (Línea Roja) y Swell (Línea Verde). Sector km 142.5-369

Figura 2.5-177. Distribución de las Alturas Significativas por Dirección del Periodo Peak de Acuerdo con el Rango del Periodo Peak 4 a 25 s (Puntos Azules), Sea (Puntos Rojos) y Swell (Puntos Verdes). Sector km 14.....2.5-370

Figura 2.5-178. Comparación de las Curvas de Excedencia para las Mediciones y el Oleaje Transferido. Línea Azul Continua corresponde a las Mediciones *in situ* y Líneas Discontinuas al *Hindcasting*.....2.5-373

Figura 2.5-179. Serie de Tiempo de Dirección del Peak Espectral (Panel Superior), Periodos Peak (Panel Medio) y Altura Significativa (Panel Inferior) del Oleaje de Largo Periodo2.5-374

Figura 2.5-180. Contribución Porcentual de las Taxa Identificadas en las Transectas Submareales de Fondos Duros. Sector km 14. Septiembre, 20112.5-377

Figura 2.5-181. Contribución Porcentual de las Taxa Identificadas en las Transectas Submareales de Fondos Duros. Sector km 14 Campaña de Verano de 2012.....2.5-393

Figura 2.5-182. Cobertura Total en las Transectas Submareales Adicionales de Fondos Duros. Sector km 14. Mayo, 2012.....2.5-414

Figura 2.5-183. Dendrograma de Clasificación Numérica de las Transectas Submareales. Basados en el Índice de Similitud de Jaccard. Sector km 14. Septiembre, 2011.....2.5-422

Figura 2.5-184. Gráfica Resultante del Análisis de Escalamiento no Métrico Multidimensional (NMDS), ejecutado sobre la Base del Índice de Jaccard, de las Transectas Submareales. Sector km 14. Septiembre, 2011.....2.5-422

Figura 2.5-185. Dendrograma de Clasificación Numérica de las Transectas Submareales. Basados en el Índice de Similitud de Jaccard. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012...2.5-423

Figura 2.5-186. Análisis Faunístico Porcentual del Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Invierno de 20112.5-425

Figura 2.5-187. Análisis Faunístico Porcentual del Área de Estudio. Campaña de Verano de 2012, Sector km 14.....2.5-434

Figura 2.5-188. Abundancia Relativa por Taxa2.5-445

Figura 2.5-189. Biomasa por Taxon2.5-448

Figura 2.5-190. Variación del Índice de Diversidad Específica (H') por Estación.- Sector km 14, Campaña de Invierno de 20112.5-450

Figura 2.5-191. Variación del Índice de Uniformidad Específica (J') por Estación- Sector km 14, Campaña de Invierno de 20112.5-451

Figura 2.5-192. Variación del Índice de Riqueza Específica (S) por Estación- Sector km 14, Campaña de Invierno de 20112.5-452

Figura 2.5-193. Variación del Índice de Diversidad Específica (H') por Estación. Campaña de Verano de 2012, Sector km 142.5-454

Figura 2.5-194. Variación del Índice de Uniformidad Específica (J') por Estación. Campaña de Verano de 2012, Sector km 142.5-455

Figura 2.5-195. Variación del Índice de Riqueza Específica (S) por Estación. Campaña de Verano de 2012, Sector km 142.5-456

Figura 2.5-196. Riqueza Específica Promedio por Estación2.5-457

Figura 2.5-197. Variación Media por Estación de los Niveles de Uniformidad.....2.5-457

Figura 2.5-198. Variación Media por Estación de los Niveles de Diversidad de Shannon..2.5-458

Figura 2.5-199. Variación Media por Estación de los Niveles de Dominancia2.5-459

Figura 2.5-200. Curvas ABC por Estación, El Estadístico W es mostrado en Azul en cada Curva. A: Estación A1, B: Estación A2, C: Estación A3, D: Estación A4, E: Estación A5, F: Estación A6, G: Estación A7, H: Estación A82.5-461

Figura 2.5-201. Dendrograma Clasificadorio de las Estaciones de Comunidades Bentónicas Submareales. Sector km 14, Campaña de Invierno de 20112.5-463

Figura 2.5-202. Dendrograma Clasificadorio de las Estaciones de Comunidades Bentónicas Submareales. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-464
Figura 2.5-203. Análisis de Clasificación: Dendrograma	2.5-465
Figura 2.5-204. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Bentónicas Submareales. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-466
Figura 2.5-205. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Bentónicas Submareales. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-467
Figura 2.5-206. Análisis de Ordenación n-MDS	2.5-468
Figura 2.5-207. Contribución Porcentual de las Taxa Identificadas en las Transectas Intermareales de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-470
Figura 2.5-208. Contribución Porcentual de las Taxa identificadas en las Transectas Intermareales de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-478
Figura 2.5-209. Porcentaje de Cobertura Media presente en el Estrato Superior	2.5-494
Figura 2.5-210. Porcentaje de Cobertura Media presente en el Estrato Medio	2.5-494
Figura 2.5-211. Porcentaje de Cobertura Media presente en el Estrato Inferior	2.5-495
Figura 2.5-212. Dendrograma de Similitud de las Transectas Intermareales de Sustrato Duro. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-499
Figura 2.5-213. Análisis de Escalamiento No-Métrico Multidimensional de las Transectas Intermareales. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-499
Figura 2.5-214. Dendrograma de Similitud de las Transectas Intermareales de Sustrato Duro. Sector Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-500
Figura 2.5-215. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional de las Transectas Intermareales. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-501
Figura 2.5-216. Análisis de Clasificación: Dendrograma	2.5-506
Figura 2.5-217. Análisis de Ordenación n-MDS	2.5-506
Figura 2.5-218. Composición Porcentual de los Principales Grupos Taxonómicos del Fitoplancton. Análisis Cualitativo, Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-508
Figura 2.5-219. Composición Porcentual de los Principales Grupos Taxonómicos del Fitoplancton. Análisis Cualitativo, Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-511
Figura 2.5-220. Composición Porcentual de la Riqueza Especifica de los Grupos Fitoplanctonicos registrados en el Sector	2.5-514
Figura 2.5-221. Composición Porcentual de los Principales Grupos Taxonómicos del Fitoplancton. Análisis Cuantitativo, Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-516
Figura 2.5-222. Dendrograma Clasificadorio de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Superficie (0 Metro). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-523
Figura 2.5-223. Dendrograma Clasificadorio de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Subsuperficie (10 Metro). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-523
Figura 2.5-224. Dendrograma Clasificadorio de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas de toda la Columna de Agua. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-524
Figura 2.5-225. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Superficie (0 Metro). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-525
Figura 2.5-226. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Subsuperficie (10 Metros). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-525
Figura 2.5-227. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas de toda la Columna de Agua. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-526

Figura 2.5-228. Composición Porcentual de los Principales Grupos Taxonómicos del Fitoplancton. Análisis Cuantitativo, Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-527
Figura 2.5-229. Dendrograma Clasificadorio de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Superficie (0 metro). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-534
Figura 2.5-230. Dendrograma Clasificadorio de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Subsuperficie (10 Metro). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-534
Figura 2.5-231. Dendrograma Clasificadorio de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas de toda la Columna de Agua. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012. Se Enmarcan en Rojo algunas Asociaciones entre Estaciones del Estrato de 10 Metros de Profundidad	2.5-535
Figura 2.5-232. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Superficie (0 Metro). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-536
Figura 2.5-233. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Subsuperficie (10 Metros). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-536
Figura 2.5-234. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas de toda la Columna de Agua. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-537
Figura 2.5-235. Composición Porcentual de la Abundancia Media de los Grupos Fitoplanctonicos Registrados en el Sector	2.5-539
Figura 2.5-236. Análisis de Clasificación de las Estaciones Microfitoplanctonicas en los Estratos de Superficie y Fondo	2.5-541
Figura 2.5-237. Análisis de Ordenación de las Estaciones Microfitoplanctonicas en los Estratos de Superficie y Fondo	2.5-542
Figura 2.5-238. Abundancia por Estación Oceanográfica de la Comunidad Zooplanctónica de la Zona Costera frente al Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011	2.5-543
Figura 2.5-239. Abundancia Numérica de la Comunidad Zooplanctónica por Estación Oceanográfica en la Zona Costera frente al Sector km 14. Campaña de Verano de 2012	2.5-550
Figura 2.5-240. Composición Porcentual de los Taxa Identificados en la Comunidad Zooplanctónica en la Zona Costera frente al Sector km 14. Campaña de Verano de 2012	2.5-551
Figura 2.5-241. Abundancia Zooplanctonica Total (ind/100m3) registrada por Estación de Monitoreo y Valor Medio estimada para la Columna de Agua del Sector	2.5-557
Figura 2.5-242. Abundancia Relativa Zooplanctonica (%), presentada como la Abundancia Promedio, en Porcentaje, aportada por cada Grupo Taxonómico al Valor Medio Total Estimado	2.5-558
Figura 2.5-243. Composición Porcentual de los Taxa identificados en la Comunidad Ictioplanctónica frente al Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011	2.5-562
Figura 2.5-244. Composición Porcentual de los Taxa identificados en la Comunidad Ictioplanctónica de la Zona Costera frente al Sector km 14. Campaña de Verano de 2012	2.5-563
Figura 2.5-245. Abundancia Relativa (%), de las Familias que constituyen la Fracción Ictioplanctonica del Sector estudiado. Los Valores corresponden al Abundancia Promedio, en Porcentaje, aportada por cada Grupo Taxonómico al Valor Total	2.5-564
Figura 2.5-246. Dendrograma de Agrupamiento de las Estaciones en Estudio, utilizando el Índice de Similitud Bray Curtis y el Modo UPGMA como Método de Unión. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011	2.5-566
Figura 2.5-247. Dendrograma de Agrupamiento de Todas las Estaciones en Estudio, utilizando el Índice de Similitud Bray Curtis y el Modo UPGMA como Método de Unión. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012	2.5-567
Figura 2.5-248. Análisis de Clasificación de las Estaciones Zooplanctónicas en los Estratos de Superficie y Fondo	2.5-569

Figura 2.5-249. Análisis de Ordenación de las Estaciones Zooplanctónicas en los Estratos de Superficie y Fondo.....2.5-570
 Figura 2.5-250. Abundancia Absoluta Acumulada en el Conjunto de la Campaña, ordenada en Orden Decreciente por Especie.....2.5-590
 Figura 2.5-251. Frecuencia Porcentual de Aparición de las Especies de Aves ordenadas de Forma Decreciente2.5-591
 Figura 2.5-252. Dendrograma de Agregación de Bray-Curtis respecto a los Sitios de Monitoreo2.5-592
 Figura 2.5-253. Dendrograma de Agregación de Bray Curtis por Especie2.5-593
 Figura 2.5-254. Análisis de Clasificación (Dendrograma) por Transecto2.5-612

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.5-1. Muestreo de la Columna de Agua de Mar con Botella Oceanográfica, Modelo Niskin 5L.....2.5-15
 Fotografía 2.5-2. Técnicas de Muestreo Aplicadas2.5-17
 Fotografía 2.5-3. Despliegue del Anemómetro en el Sector km 142.5-22
 Fotografía 2.5-4. Elementos derivadores Tipo Cruceta utilizados a Nivel Superficial y Subsuperficial; Sistema de Posicionamiento GPS2.5-25
 Fotografía 2.5-5. Técnicas de Muestreo aplicadas en Faena de Muestreo de Sedimentos Submareales.....2.5-33
 Fotografía 2.5-6. Transecta Intermareal Marcada por una Huincha Cuentametro y Unidad de Muestreo (Grilla de 0,25 m²), utilizada para el Análisis de Cobertura de las Comunidades Intermareales de Fondos Duros2.5-36
 Fotografía 2.5-7. Obtención de Muestras de Comunidades Fitoplanctónicas con Red y preparación de Botellas Niskin para obtención de Muestras de Fitoplancton2.5-37
 Fotografía 2.5-8. Equipamiento Muestreo y Muestra de Zooplancton.....2.5-40
 Fotografía 2.5-9. Avistamiento de Aves mediante Observación con Prismáticos2.5-41
 Fotografía 2.5-10. Vistas Generales del Área de Estudio. Arriba Vista Sector Norte; Abajo Vista hacia Sector Sur. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011 y Verano 20122.5-42
 Fotografía 2.5-11. Caleta Atala.....2.5-57
 Fotografía 2.5-12. Actividades de Extracción de Recursos Hidrobiológicos2.5-57
 Fotografía 2.5-13. Ruinas de Instalaciones destinadas a Procesamiento de Minerales2.5-58
 Fotografía 2.5-14. Usos Emplazados en Sector de Punta Blanca y Playa Covadonga, Comuna de Tocopilla2.5-58
 Fotografía 2.5-15. Usos Emplazados en Sector la Ciudad de Tocopilla2.5-59
 Fotografía 2.5-16. Central Nueva Tocopilla, Norgener.....2.5-60
 Fotografía 2.5-17. Puerto Tocopilla por la Noche.....2.5-60
 Fotografía 2.5-18. Muelle Fiscal2.5-61
 Fotografía 2.5-19. Balneario El Salitre.....2.5-61
 Fotografía 2.5-20. Empresa Corpesca2.5-62
 Fotografía 2.5-21. Medición de la Transparencia de la Columna de Agua con el Disco Secchi2.5-105
 Fotografía 2.5-22. Disco de *Lessonia trabeculata* y *Mesophyllum* sp. en la Transecta CV-T2. 2.5-380
 Fotografía 2.5-23. *Heliaster helianthus* en la Transecta CV-T32.5-380
 Fotografía 2.5-24. Poliqueto *Phragmatopoma* sp. en Transecta CV-T42.5-384

Fotografía 2.5-25. Agregaciones de <i>Choromytilus chorus</i> sobre Sustrato Duro. Transecta CV-T5	2.5-384
Fotografía 2.5-26. Esponja <i>Halichondria sp.</i> sobre Sustrato Duro en la Transecta CV-T6	2.5-386
Fotografía 2.5-27. Agregaciones de <i>Tegula tridentata</i> en la Transecta CV-T7	2.5-386
Fotografía 2.5-28. <i>Clionopsis platei</i> (esponja) en la Transecta CV-T8	2.5-389
Fotografía 2.5-29. <i>Lessonia trabeculata</i> en la Transecta CV-T10	2.5-392
Fotografía 2.5-30. Transecta CV-T1 Sector km 14	2.5-394
Fotografía 2.5-31. Transecta CV-T2, donde es posible apreciar una Amplia Dominancia de <i>Mesophyllum sp.</i>	2.5-399
Fotografía 2.5-32. Transecta CV-T2. A la Izquierda <i>Lessonia trabeculata</i> , a la Derecha <i>Fissurella crassa</i>	2.5-399
Fotografía 2.5-33. <i>Mesophyllum sp.</i> en Transecta CV-T3	2.5-401
Fotografía 2.5-34. <i>Lessonia trabeculata</i> . en Transecta CV-T3	2.5-401
Fotografía 2.5-35. Izquierda <i>Tetrapygyus niger</i> , Derecha <i>Stichaster striatus</i> en Transecta CV-T4	2.5-403
Fotografía 2.5-36. Izquierda Proceso de Medición en CV-T5, Derecha <i>Lessonia trabeculata</i> en Transecta CV-T5, Especie de Mayor Abundancia	2.5-404
Fotografía 2.5-37. Línea Transecta CV-T7. A la Izquierda <i>Lessonia trabeculata</i> (Huiro Palo), a la Derecha Poliqueto <i>Phragmatopoma moerchi</i> y <i>Tegula tridentata</i> (Caracol)	2.5-408
Fotografía 2.5-38. Transecta CV-T8, se observan algunas de las Especies Registradas. A la Izquierda <i>L. trabeculata</i> , a la Derecha <i>C. chorus</i>	2.5-409
Fotografía 2.5-39. Transecta CV-T9. Imagen de algunas de las Especies Registradas. A la Izquierda <i>C. chorus</i> , a la Derecha <i>L. trabeculata</i> y <i>T. niger</i>	2.5-411
Fotografía 2.5-40. Imagen de Transecta CV-T10. A la Izquierda se observa <i>L. trabeculata</i> , a la Derecha se observa <i>Mesophyllum sp.</i> y Disco de Fijación de <i>L. trabeculata</i>	2.5-412
Fotografía 2.5-41. <i>Anemonia alicemartinae</i> en la Transecta CV-T3	2.5-415
Fotografía 2.5-42. <i>Stichaster striatus</i> en la Transecta CV-T3	2.5-416
Fotografía 2.5-43. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta LVI-3. Sector km 14	2.5-475
Fotografía 2.5-44. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta LVI-2. Sector km 14	2.5-476
Fotografía 2.5-45. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta LVI-1. Sector km 14	2.5-476
Fotografía 2.5-46. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta LVI-4 (Área donde se ubicaría la Captación). Sector km 14	2.5-477
Fotografía 2.5-47. Presencia de la Especie <i>Loxechinus albus</i> (Erizo Rojo) en la Transecta CVI-7. Sector km 14, Campaña de Verano 2012	2.5-489
Fotografía 2.5-48. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-1. Sector km 14	2.5-502
Fotografía 2.5-49. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-10. Sector km 14	2.5-502
Fotografía 2.5-50. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-3. Sector km 14	2.5-503
Fotografía 2.5-51. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-4. Sector km 14	2.5-503
Fotografía 2.5-52. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-6. Sector km 14	2.5-504
Fotografía 2.5-53. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-8. Sector km 14	2.5-504
Fotografía 2.5-54. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-11. Sector km 14	2.5-505
Fotografía 2.5-55. <i>C. socialis</i> . Especie de Diatomea con Alta Frecuencia de aparición en Sector km 14	2.5-510
Fotografía 2.5-56. Dinoflagelado <i>Diplopsalis lenticula</i> en Muestras de Agua Cualitativas de Sector km 14	2.5-510
Fotografía 2.5-57. <i>Chaetoceros lorenzianus</i> . Segunda Especie de Diatomea dominante en el Sector de Sector km 14	2.5-513
Fotografía 2.5-58. <i>Protoperidinium depresssum</i> , Dinoflagelado que apareció persistentemente en las Muestras en el Sector de Sector km 14	2.5-513

Fotografía 2.5-59. <i>Ceratium tripos</i> , Dinoflagelado de Abundancia Significativa en el Sector de Sector km 14.....	2.5-513
Fotografía 2.5-60. Copépodo Orden Calanoida (Fuente Propia)	2.5-545
Fotografía 2.5-61. Observación de Nidos registrados en la Coordenada 22°12'06,0"S 70°13'38,6"W. A la Derecha se observa el Detalle de un Nido en el mismo Punto	2.5-572
Fotografía 2.5-62. Se muestran 2 de los Nidos observados en la Coordenada 22°12'07,8"S 70°13'40,0"W.....	2.5-573
Fotografía 2.5-63. Jote Cabeza Colorada <i>Cathartes aura</i>	2.5-576
Fotografía 2.5-64. Pilpilén Negro <i>Haematopus ater</i>	2.5-576
Fotografía 2.5-65. Grupo de Pelícanos, <i>Pelecanus thagus</i> en Peñón Rocosó	2.5-577
Fotografía 2.5-66. Gaviota Garuma, <i>Larus modestus</i>	2.5-577
Fotografía 2.5-67. Nido en la Coordenada 22°12'06,0"S; 70°13'38,6"W (7.544.337 N; 373.480 E). Se observa Pareja con 3 Huevos.....	2.5-582
Fotografía 2.5-68. Se muestran 2 de los Nidos en Construcción observados en la Coordenada 22°12'07,8"S; 70°13'40,0"W (7.544.282 N; 373.441 E)	2.5-582
Fotografía 2.5-69. Izquierda Pilpilén Negro, <i>Haematopus ater</i> , Derecha Gaviota Dominicana, <i>Larus dominicanus</i>	2.5-585
Fotografía 2.5-70. Izquierda Grupo de Yecos, <i>Phalacrocorax brasilianus</i> ; Derecha Zarapito, <i>Numenius phaeopus</i>	2.5-585

ANEXOS

Anexo 2.5-1: Autorización Pesca de Investigación

Anexo 2.5-2: Certificados de Análisis de Laboratorio

2.5 MEDIO MARINO

2.5.1 Introducción

El presente informe fue elaborado por FedMar Ltda. en base a los estudios realizados por EcoTecnos Ltda. (campaña invierno 2011 y verano 2012) y FedMar Ltda (campaña de otoño 2012), en el contexto de la línea de base oceanográfica física, química y biológica de las aguas, sedimentos y comunidades biológicas, ubicados en el sector donde se emplazarán las obras marítimas del proyecto. Específicamente en el borde costero del sector denominado km 14, en la comuna de Tocopilla, Región de Antofagasta.

Los estudios se llevaron a cabo considerando principalmente la Guía Metodológica de Revisión Técnica Sectorial de Estudios de Impacto Ambiental en el Medio Ambiente Acuático de Jurisdicción Nacional para Proyectos que Contemplan Descargas de Residuos Líquidos, de Puertos y Terminales Marítimos u Otros, confeccionada por la Autoridad Marítima; y la publicación SHOA Pub. 3201 “Instrucciones Oceanográficas N° 1 – Especificaciones Técnicas para Mediciones y Análisis Oceanográficos” del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). A esto se ha adicionado un conjunto de estudios para completar dichas directivas; especialmente en lo que se refiere a los estudios biológicos.

Las 3 campañas efectuadas han comprendido la toma de muestras para la caracterización físico-química y microbiológica de la columna de agua, caracterización físico-química de los sedimentos submareales, el estudio de las corrientes (eulerianas y lagrangianas), capacidad de dispersión, vientos y marea de la zona de interés y la caracterización de las comunidades biológicas, las que comprenden el estudio de las comunidades macrobentónicas submareales de sustrato blando y duro, comunidades macrobentónicas intermareales de sustrato duro, el estudio de la avifauna, el de mamíferos y reptiles marinos y la caracterización de las comunidades fitoplanctónicas y zooplanctónicas.

El contenido de este Informe Técnico Consolidado comprende un detalle de las actividades que se han llevado a cabo y los resultados obtenidos en cada campaña de muestreo. El estudio en su etapa de terreno se ha desarrollado en el litoral aledaño al sector del km 14.

La presentación de la información se ha tabulado y graficado con el propósito de ofrecer una rápida y lectura, lo que se ha complementado con apoyo fotográfico.

2.5.2 Definición Área de Influencia

Los sectores del proyecto, que contienen las obras proyectadas, se describen en el punto 2.3 del presente capítulo los cuales se nombran a continuación:

- Sector RT
- Sector Talabre
- Sector Planta Desaladora
- Sector Planta Desaladora - RT

De los cuales sólo el Sector denominado Planta Desaladora se considera para el componente medio marino, dado que en este lugar se emplazarán las obras marítimas del proyecto. En consecuencia, éste es el único sector donde el Medio Marino es susceptible de ser alterado por las obras proyectadas.

El posicionamiento de las estaciones de muestreo y ubicación del instrumental para las 3 campañas efectuadas (invierno 2011, verano 2012 y otoño 2012) se presenta en las siguientes tablas (Tabla 2.5-1, Tabla 2.5-3, Tabla 2.5-5, Tabla 2.5-7 y Tabla 2.5-9) y en las figuras, de la Figura 2.5-1 a la Figura 2.5-6.

Se hace presente que las campañas de invierno 2011 y verano 2012 fueron efectuadas por EcoTecnos Ltda., mientras que la de otoño 2012 fue llevada a cabo por FedMar Ltda.

Tabla 2.5-1. Coordenadas de las Estaciones de Calidad de Agua (incluye CTDO), Sedimentos Submareales, Comunidades Macrobentónicas Submareales de Sustrato Blando y Comunidades Fito y Zooplanctónicas –Campaña Invierno 2011, Verano 2012

Estación (Nombre)		Norte	Este	Profundidad (m)
Invierno	Verano			
LV/V-1	CV-1	7.544.873	373.482	12,0
LV/V-2	CV-2	7.544.601	373.284	18,0
LV/V-3	CV-3	7.544.286	373.162	17,0
LV/V-4	CV-4	7.543.907	373.197	10,0
LV/V-5	CV-5	7.543.622	373.355	14,0
LV/V-6	CV-6	7.543.401	373.513	11,0
LV/V-7	CV-7	7.543.362	373.342	16,0
LV/V-8	CV-8	7.543.594	373.137	16,0
LV/V-9	CV-9	7.543.942	373.016	22,0
LV/V-10	CV-10	7.544.359	372.993	21,0
LV/V-11	CV-11	7.544.708	373.000	33,0
LV/V-12	CV-12	7.545.036	373.012	34,0
LV/V-13	CV-13	7.547.190	373.062	12,0

Tabla 2.5-2. Coordenadas de las Estaciones de Calidad de Agua (incluye CTDO), Sedimentos Submareales, Comunidades Macrobentónicas Submareales de Sustrato Blando y Comunidades Fito y Zooplanctónicas – Campaña de Otoño 2012

Estación Otoño	Norte	Este	Profundidad (m)
A1	7.544.912	373.308	21,0
A2	7.545.018	372.894	21,0
A3	7.545.163	373.546	12,0
A4	7.545.236	373.314	23,0
A5	7.545.410	373.054	32,0
A6	7.545.636	373.594	13,0
A7	7.545.810	373.346	24,0
A8	7.545.969	373.080	31,0

Figura 2.5-1. Ubicación de las Estaciones de Muestreo de Calidad de Agua (incluye CTDO), Sedimentos Submareales, Comunidades Macrobenfónicas Submareales de Sustrato Blando y Comunidades Fito y Zooplanctónicas. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012

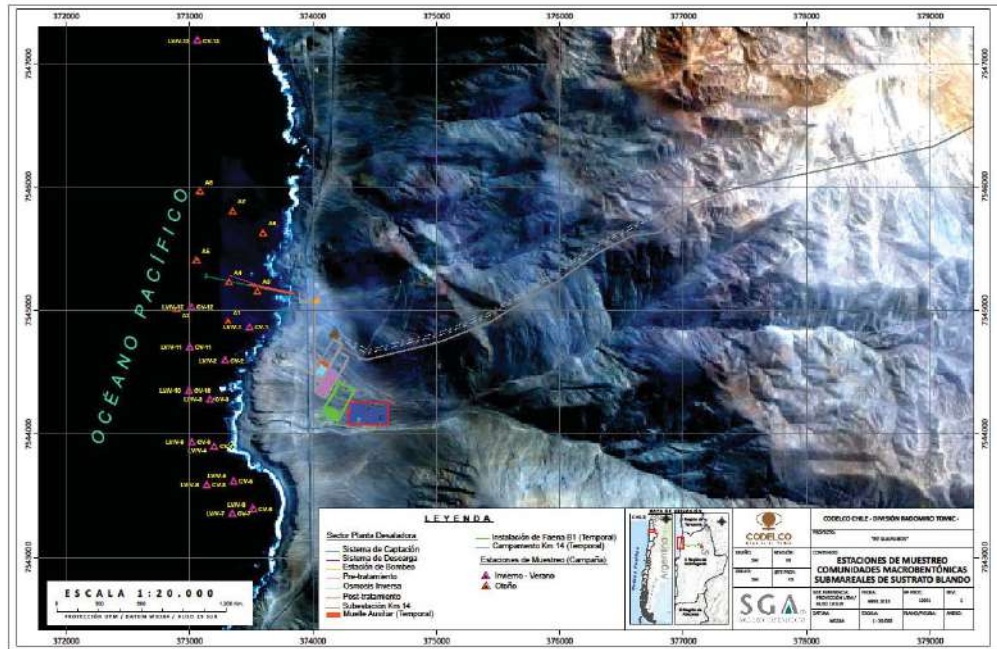


Tabla 2.5-3. Coordenadas de las Estaciones de Comunidades Macrobentónicas Submareales de Sustrato Duro –Campaña Invierno 2011, Verano 2012

Estación (Nombre)		Norte	Este	Profundidad (m)
Invierno	Verano			
	CV-T1	7.545.223	373.607	12
	CV-T2	7.545.005	373.558	12
	CV-T3	7.547.943	373.520	11
	CV-T4	7.544.597	373.381	13
	CV-T5	7.544.491	373.297	10
	CV-T6	7.544.317	373.134	15
	CV-T7	7.544.149	373.166	11
	CV-T8	7.544.020	373.161	11
	CV-T9	7.543.767	373.167	9
	CV-T10	7.543.600	373.444	10
	CV-T11	7.543.205	373.520	11

Tabla 2.5-4. Coordenadas de las Estaciones de Comunidades Macrobentónicas Submareales de Sustrato Duro –Campaña Otoño 2012

Estación Otoño	Norte	Este	Profundidad (m)
SM-01	7.545.104	373.598	10
SM-02	7.545.491	373.614	8
SM-03	7.545.618	373.726	9

Figura 2.5-2. Ubicación de las Estaciones de Muestreo de Comunidades Macrobentónicas Submareales de Sustrato Duro. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012

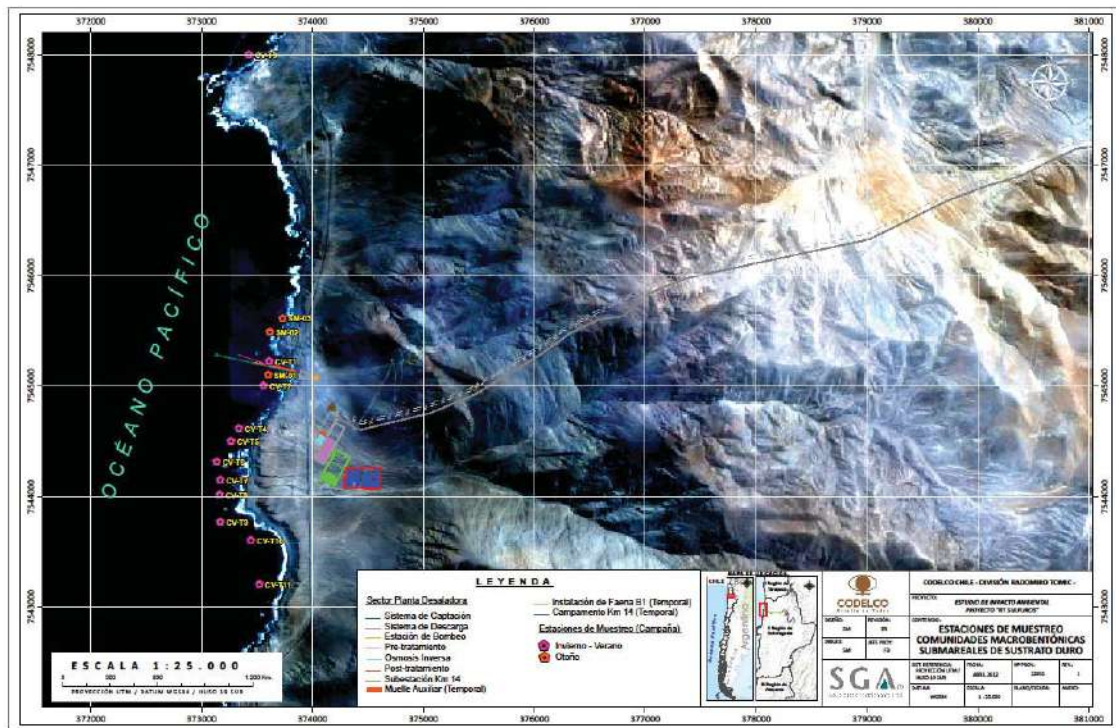


Tabla 2.5-5. Coordenadas de las Estaciones de Comunidades Macrobentónicas Intermareales de Sustrato Duro – Sector km 14 Campaña Invierno 2011, Verano 2012

Estación (Nombre)		Norte	Este	Tipo de Sustrato
Invierno	Verano			
LVI-1	CVI-1	7.543.868	373.468	Arenoso
LVI-2	CVI-2	7.544.268	373.442	Arenoso
LVI-3	CVI-3	7.544.354	373.457	Arenoso
LVI-4	CVI-4	7.544.431	373.477	Rocoso
LVI-5	CVI-5	7.544.496	373.471	Rocoso
LVI-6	CVI-6	7.544.539	373.536	Arenoso
LVI-7	CVI-7	7.544.690	373.578	Arenoso
LVI-8	CVI-8	7.544.715	373.615	Rocoso
LVI-9	CVI-9	7.544.780	373.646	Rocoso
LVI-10	CVI-10	7.544.805	373.675	Rocoso
LVI-11	CVI-11	7.544.845	373.695	Rocoso

Tabla 2.5-6. Coordenadas de las Estaciones de Comunidades Macrobentónicas Intermareales de Sustrato Duro –Sector km 14. Campaña Otoño 2012

Estación Otoño	Norte	Este	Tipo de Sustrato
T1	7.544.686	373.541	Rocoso
TX	7.545.346	373.684	Rocoso
T3	7.544.974	373.722	Rocoso
T4	7.545.414	373.704	Rocoso
T5	7.545.528	373.791	Rocoso

Figura 2.5-3. Ubicación de las Estaciones de Muestreo de Comunidades Macrobentónicas Intermareales de Sustrato Duro. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012

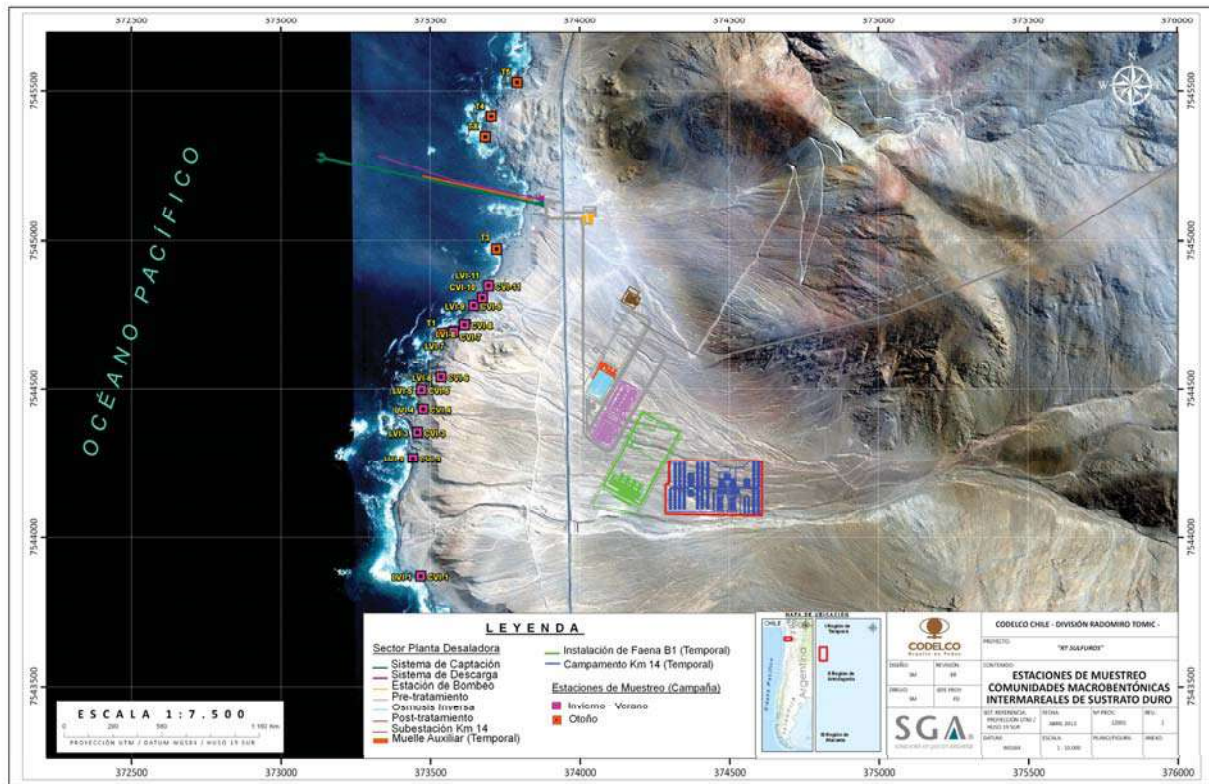


Tabla 2.5-7. Coordenadas de las Estaciones de Avistamiento de Avifauna y Mamíferos Marinos -. Campaña Invierno 2011, Verano 2012

Estación (Nombre)		Norte	Este
Invierno	Verano		
LV1	CV-1	7.543.835	373.524
LV2	CV-2	7.544.283	373.441
LV3	CV-3	7.544.428	373.482
LV4	CV-4	7.544.536	373.542
LV5	CV-5	7.544.703	373.661
LV6	CV-6	7.544.755	373.680

Tabla 2.5-8. Coordenadas de las Estaciones de Avistamiento de Avifauna y Mamíferos Marinos. Campamentos Otoño 2012

Estación Otoño	Norte	Este
PC1	7.544.086	373.394
PC2	7.544.570	373.517
PC3	7.544.852	373.705
PC4	7.545.147	373.832
PC5	7.545.427	373.724
PC6	7.545.935	373.879
PC7	7.546.426	373.850

Figura 2.5-4. Ubicación de las Estaciones de Avistamiento de Avifauna y Mamíferos Marinos. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012

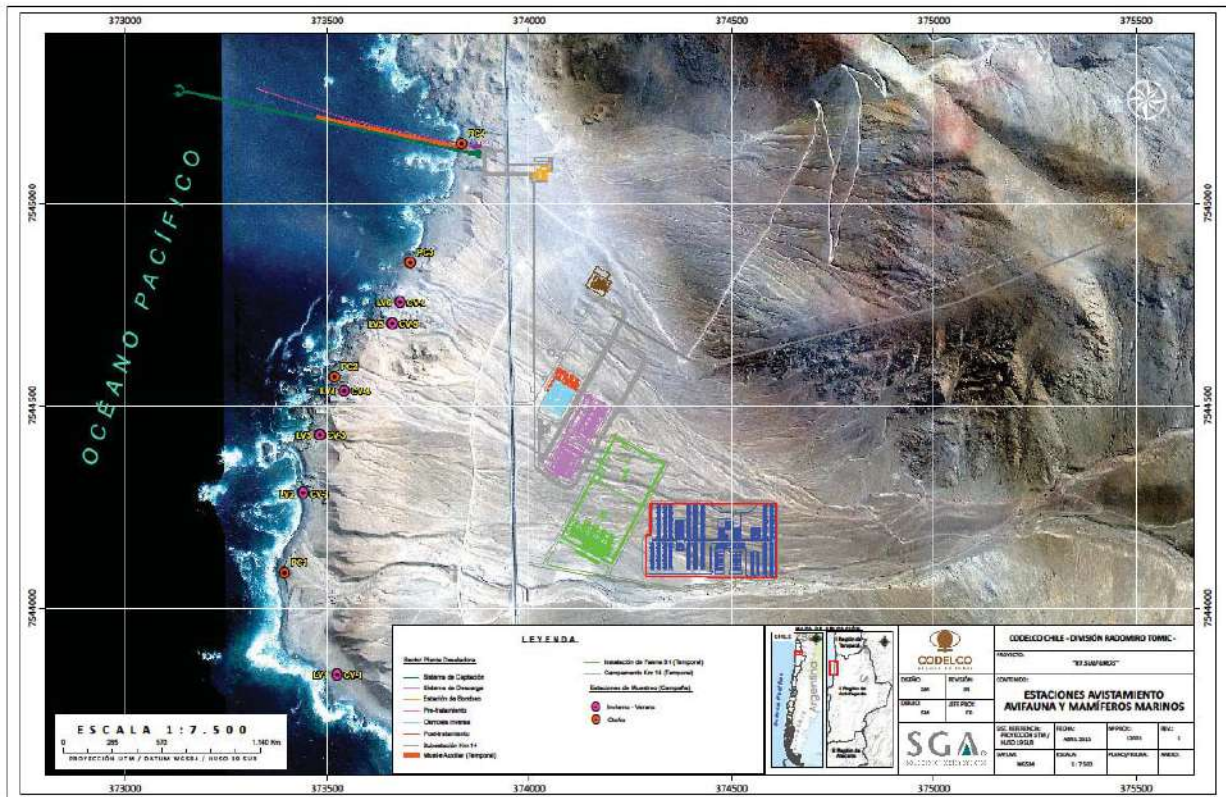


Tabla 2.5-9. Coordenadas de las Estaciones de Oceanografía Física -. Campaña Invierno 2011, Verano 2012

Estación (Nombre)		Norte	Este	Tipo de Estación
Invierno	Verano			
LV-RDI	CV-RDI	7.543.860	372.970	Correntometría Euleriana y Olas
LV-Sontek	CV-Sontek	7.544.583	373.114	Correntometría Euleriana
LV-Viento	CV-Viento	7.544.580	373.686	Estudio de Vientos
DL-1	DL-01	7.545.056	373.813	Deriva Litoral
DL-2	DL-02	7.544.769	373.663	
DL-3	DL-03	7.544.593	373.537	
DL-4	DL-04	7.544.431	373.458	
DL-5	DL-05	7.544.180	373.436	
DL-6	DL-06	7.543.971	373.385	
DL-7	DL-07	7.543.781	373.500	
DL-8	DL-08	7.543.669	373.675	
DL-9	DL-09	7.543.485	373.771	
DL-10	DL-10	7.543.156	373.752	

Tabla 2.5-10. Coordenadas de las Estaciones de Oceanografía Física (Correntómetro y Deriva Litoral) Campaña 2012 Otoño

Estación Otoño	Norte	Este
Awac	7.545.267	373.325
D1	7.544.687	373.541
D2	7.544.783	373.615
D3	7.544.975	373.728
D4	7.545.457	373.686
D5	7.545.672	373.809
D6	7.545.808	373.809
Viento	7.544.576	373.685

Figura 2.5-5. Ubicación de las Estaciones de Oceanografía Física. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012

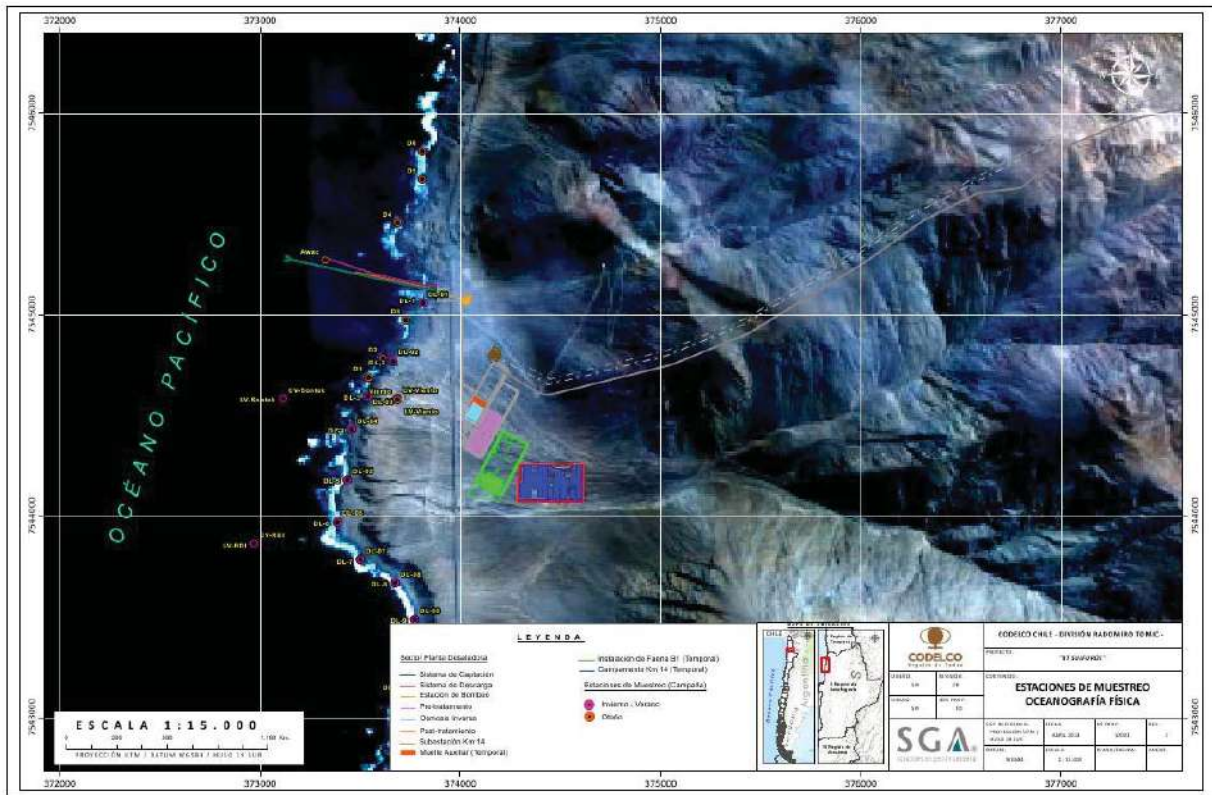


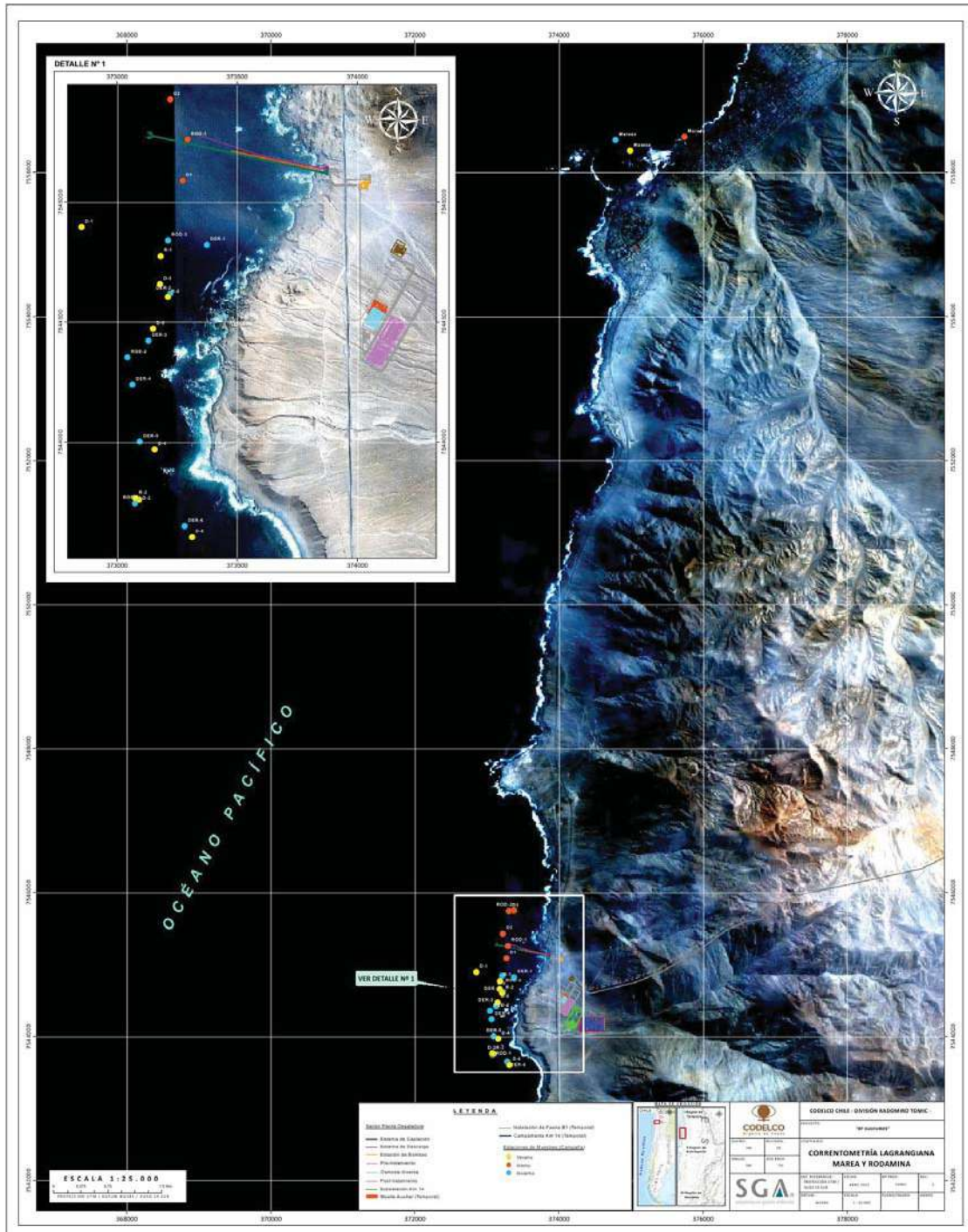
Tabla 2.5-11. Coordenadas de Correntometría Lagrangiana, Marea y Rodamina- Campaña Invierno 2011, Verano 2012

Estación (Nombre)		Invierno		Verano	
Invierno	Verano	Norte	Este	Norte	Este
DER-1	D-1	7.544.821	373.374	7.544.895	372.852
DER-2	D-2	7.544.617	373.221	7.543.760	373.091
DER-3	D-3	7.544.422	373.130	7.544.657	373.178
DER-4	D-4	7.544.239	373.063	7.543.969	373.156
DER-5	D-5	7.544.001	373.094	7.544.472	373.149
DER-6	D-6	7.543.648	373.281	7.543.604	373.312
ROD-1	R-1	7.543.744	373.074	7.544.775	373.181
ROD-2	R-2	7.544.353	373.043	7.544.604	373.211
ROD-3	R-3	7.544.840	373.212	7.543.765	373.076
Mareas		7.556.446	374.785	7.556.299	374.988

Tabla 2.5-12. Coordenadas de las Estaciones de Oceanografía Física- Sector km 14. Campaña Otoño 2012

Estación Otoño	Norte	Este
ROD-1	7.545.260	373.293
ROD-2	7.545.748	373.374
D1	7.545.088	373.272
D2	7.545.427	373.221
D3	7.545.740	373.304
Mareas	7.556.492	375.741

Figura 2.5-6. Ubicación de las Estaciones de Correntometría Lagrangiana. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012



2.5.3 Metodología

La descripción y caracterización de las actividades que se desarrollan en torno al borde costero incluyó consultas ante órganos de administración del Estado con competencia ambiental, entre los que destacan: Servicio de Evaluación Ambiental Regional, Servicio Regional de Pesca, Subsecretaría de Pesca, Servicio Nacional de Turismo, Gobierno Regional de Antofagasta, entre otros. Además, se efectuó una exhaustiva recopilación de la información arrojada vía Internet.

Por otro lado, todas las coordenadas presentadas en este informe están referidas al sistema de proyección UTM, Huso 19, Datum WGS 84, a excepción de aquellos casos en que se emplean coordenadas geográficas, en el mismo Datum.

Cabe señalar que para la selección de las estaciones para cada una de las matrices se han seguido una serie de criterios, como por ejemplo, abarcar principalmente la zona de influencia de la planta desaladora, conforme a lo indicado por la Autoridad Marítima en la “*Guía Metodológica de Revisión Técnica Sectorial de Estudios de Impacto Ambiental en el Medio Ambiente Acuático de Jurisdicción Nacional para Proyectos que Contemplan Descargas de Residuos Líquidos, de Puertos y Terminales Marítimos u Otros*”.

A continuación se describen las metodologías utilizadas para la descripción de cada uno de los estudios que conforman este documento.

2.5.3.1. Calidad de Agua

Las mediciones en el sector km 14 durante las campañas de invierno 2011 y verano 2012 se efectuaron en un total de 13 estaciones. En cuanto a la campaña de otoño, se efectuó en 8 estaciones ubicadas hacia el sector norte del referido sector (Figura 2.5-1). La localización geográfica de las estaciones de monitoreo ambiental se efectuó utilizando un sistema de posicionamiento satelital GPS, marca Garmin. El detalle de las campañas se entrega en la Tabla 2.5-13.

Tabla 2.5-13. Campañas a Terreno realizadas para el Levantamiento de Información

Campaña	Periodo
Invierno	29 de agosto, 07 y 25 de septiembre 2011
Verano	09, 18 y 19 de enero de 2012
Otoño	11 de mayo 2012

En cada estación submareal se recolectaron muestras en dos estratos de profundidad de la columna de agua, en superficie y a 1 m sobre el fondo marino. La toma de muestras de aguas submareales se realizó mediante botellas oceanográficas tipo Niskin de 5 litros (Fotografía 2.5-1). Previo a la toma de muestras, el equipo fue acondicionado (ambientación) durante 1 minuto a la profundidad de muestreo. Cada muestra fue trasvasada a sus respectivos envases (vidrio transparente, vidrio ámbar y/o polietileno de alta densidad), siguiendo los procedimientos recomendado por la United Nations Environment Programme (UNEP, 1984), NCh. 411/2 Of. 96 “Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo” y NCh. 411/9 Of. 98

“Calidad del agua – Muestreo – Parte 9: Guía para el muestreo de aguas marinas”. Las muestras obtenidas, fueron rotuladas y despachadas al laboratorio para su análisis.

Fotografía 2.5-1. Muestreo de la Columna de Agua de Mar con Botella Oceanográfica, Modelo Niskin 5L



Los parámetros analizados en cada muestra y las metodologías se detallan en la Tabla 2.5-14.

Los análisis de las muestras fueron realizados en los laboratorios de Silob Chile Ltda.

La recolección, preservación, tratamiento y análisis de las muestras de agua se realizó de acuerdo a las especificaciones recomendadas por el Servicio de Preservación del Medio Ambiente Acuático de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, a través de sus guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental.

Tabla 2.5-14. Parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos considerados en el Estudio de Calidad del Agua. Sector km 14

Parámetro	Método de Análisis	Límite de Detección
Cadmio	3111 C Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,02 mg/L
Cobre	3111 C Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,02 mg/L
Cromo	3111 C Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,02 mg/L
Coliformes Totales	NCh 1620/1 Of. 84	<1,8 NMP/100 mL
Coliformes Fecales	Cáp. 9221 E. pág. 9.54 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<1,8 NMP/100 mL
Demanda Bioquímica de Oxígeno	NCh. 2313/7 Of. 97	<2 mg/L
Fosfatos	Colorimétrico	<0,01 mg/L

Parámetro	Método de Análisis	Límite de Detección
Hidrocarburos Volátiles	NCh. 2313/7 Of. 97	<0,01 mg/L
Hidrocarburos Totales	NCh. 2313/7 Of. 97	<1 mg/L
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HPLC Fluorimetría	<0,0002 mg/L
Hierro	3111 C Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,02 mg/L
Grasas y Aceites	5520 D Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<1 mg/L
Mercurio		<0,001 mg/L
Molibdeno	3111 C Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,01 mg/L
Nitrógeno Total	Electrodo Específico	<0,01 mg/L
Nitrato	4500 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,01 mg/L
Nitrito	Colorimétrico	<0,01 mg/L
Níquel	3111 C Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,02 mg/L
pH	pHmetro	0,1 u.
Plomo	3111 C Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,02 mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	2540 D Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<5 mg/L
Sólidos Sedimentables en una hora	NCh. 2313/4 Of. 97	<1 mg/L
Transparencia (disco Secchi)	Disco Secchi	0,1 m
Zinc	3111 C Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,02 mg/L

Paralelamente, se obtuvo información oceanográfica *in situ* de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto en la columna de agua de las estaciones ya mencionadas. Esta actividad se realizó con un equipo perfilador (CTDO) equipado con un sensor auxiliar para la medición de la concentración de oxígeno disuelto (OD). Además de registros de pH y de transparencia de la columna de agua con un disco Secchi.

2.5.3.2. Calidad de Sedimentos

El muestreo de sedimentos marinos submareales durante las campañas de invierno y verano se efectuó en 13 estaciones localizadas en el sector km 14, las mismas seleccionadas para el análisis de la columna de agua. En cuanto a la campaña de otoño, esta considero 8 estaciones adicionales establecidas hacia el sector norte del referido sector (Figura 2.5-1).

Las estaciones de muestreo fueron posicionadas utilizando un Sistema de Posicionamiento Global Satelital (GPS), marca Garmin, Datum WGS-84. Las tomas de muestras se desarrollaron en forma paralela al de comunidades macrobentónicas submareales de fondos blandos. El cuadro de coordenadas de las estaciones de muestreo submareal se resume en las Tabla 2.5-1 y Tabla 2.5-2.

Tabla 2.5-15. Campañas a Terreno realizadas para el Levantamiento de Información en Terreno

Campaña	Fecha Muestreo
Invierno	07 de septiembre del 2011
Verano	10 de enero del 2012
Otoño	11 de mayo del 2012

El número de estaciones se seleccionó considerando abarcar todo el frente marino de la zona de estudio, considerando lo indicado por la “*Guía Metodológica de Revisión Técnica Sectorial de Estudios de Impacto Ambiental en el Medio Ambiente Acuático de Jurisdicción Nacional para Proyectos que Contemplan Descargas de Residuos Líquidos, de Puertos y Terminales Marítimos u Otros*”, elaborada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.

Se indica que durante la campaña de verano, la estación CV-5 no se obtuvo muestra de sedimento debido a la presencia de sustrato rocoso.

El muestreo de sedimentos submareales en las campañas de invierno y verano se efectuó utilizando una draga modelo Van Veen (0,1 m²), la cual fue operada con ayuda de un huinche (Fotografía 2.5-2). Para la campaña de otoño, el muestreo se efectuó con buceo con la ayuda de un corer de acero inoxidable.

En las 3 campañas de terreno, una vez obtenidas las muestras, éstas fueron guardadas en doble bolsa de polietileno, debidamente rotuladas y enviadas a 4° C a los laboratorios de Silob Chile en Valparaíso, en donde se efectuó su análisis.

Fotografía 2.5-2. Técnicas de Muestreo Aplicadas

Draga Van Veen muestreando.

Buzo muestreando con corer



El *análisis granulométrico* de los sedimentos (análisis físico) se efectuó mediante el tamizaje de 100 gramos de sedimento en un agitador mecánico durante 15 minutos, previo secado de la muestra a temperatura ambiente y la extracción de la macrofauna presente. Las fracciones retenidas en los diferentes tamices geológicos fueron pesadas por separado en una balanza analítica de precisión 0,001 g. Los tipos sedimentarios fueron clasificados de acuerdo a la escala de Wenworth (1922) y los estadígrafos fueron calculados de acuerdo a Inmann (1952), haciendo uso del programa Gradistat (Blott & Pye, 2001). La metodología de Inmann (1952), considera el empleo de la Desviación Estándar Gráfica Inclusiva (σ_1), la Asimetría (SK_1) y la Curtosis (Kg).

Los resultados obtenidos mediante el tamizado de las muestras fueron ploteados en una escala acumulativa. De esta manera, considerando que los datos se aproximan a una distribución normal, la curva resultante adquiere una forma de “S”. El diámetro mediano de las partículas fue leído directamente del gráfico observando el tipo de sedimento correspondiente al 50%. Para una lectura más rápida de los resultados, se graficó en la abscisa el tipo de sedimento correspondiente a los tamaños de malla utilizados. También fueron graficados los porcentajes de peso seco de cada fracción sedimentaria.

Es importante destacar que se utilizó el parámetro mediana como descriptor más representativo del tamaño medio del sedimento considerando las ventajas que tiene la mediana respecto al promedio propiamente tal. Según Folk (1974) y Vergara (1991), la mediana es afectada en menor medida por los valores extremos de la asimetría, debido a que está más ligada al diámetro modal que el promedio. Por lo tanto, la mediana sería una medida de tendencia central más útil que el promedio, donde el énfasis está en el tamaño más abundante.

Análisis Químico

Materiales y Métodos

La metodología de muestreo de sedimentos para las campañas para análisis químico corresponde a la descrita en el “Estudio de parámetros físico-químicos de sedimentos submareales”.

De cada estación muestreada, submuestras de sedimentos fueron recubiertas en papel aluminio para efectuar en ellas los diferentes análisis químicos. Las muestras fueron trasladadas a 4° C a los laboratorios de Silob Chile en Valparaíso, en donde se llevó a cabo su análisis. Los parámetros y las técnicas analíticas utilizadas en este estudio se detallan en la Tabla 2.5-16.

Tabla 2.5-16. Descripción de las Técnicas de Análisis empleadas para el Análisis de los Parámetros Químicos, con sus Respective Límites de Detección (LD), en los Sedimentos del Sector km 14

Parámetro	Método de análisis	Límite de detección (mg/kg)
Cadmio	3111 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,2
Cobre total	3111 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,2
Cromo total	Espectroscopia de Absorción Atómica/Espectrofotometría UV-VIS	
Cromo Hexavalente	Espectroscopia de Absorción Atómica/Espectrofotometría UV-VIS	<5
Hidrocarburos totales	Gravimetría – Cromatografía de gases	<1

Parámetro	Método de análisis	Límite de detección (mg/kg)
Hidrocarburos policíclicos aromáticos	HPLC con detector de Fluorescencia	<0,010
Hierro	3111 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,2
Mercurio	EAA con Arrastre Vapor Frío	<0,2
Níquel	3111 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,02
Plomo	3111 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,2
Sulfuro	4500-S Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<1
Zinc	3111 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	<0,2
Granulometría	AST M D-422	<0,01%
Materia Orgánica Total	Gravimetría	<0,01%
Potencia redox	INIA 2006 Mét. 13, 2580 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 st Edition	

En la campaña de otoño el parámetro “Potencial redox” fue medido in-situ mediante el empleo de un pH-metro HANNA Instruments, modelo HI 9023.

2.5.3.3. Dinámica

2.5.3.3.1. Mareas

Para estudiar la variación de mareas del período correspondiente a la campaña de invierno y de verano para el sector donde se emplazarán las obras de captación y descarga asociadas a la planta desaladora, se utilizó el registro del mareógrafo RBR modelo TGR-1050-HT, mientras que para la campaña de otoño se empleó un mareógrafo marca HOBO, los que fueron fondeados en las coordenadas especificadas en la Tabla 2.5-17 y Figura 2.5-7.

Tabla 2.5-17. Coordenadas Instalaciones de Mareógrafos

Periodo	Latitud	Longitud
Invierno	22°05'32,66" S 7.556.446 N	70°12'49,68" W 374.785 E
Verano	22°05'37,49" S 7.556.299 N	70°12'42,64" W 374.988 E
Otoño	22°05'31,41" S 7.556.492 N	70°12'16,32" W 375.741 E

Datum: WGS84

Figura 2.5-7. Posición de Fondeo del Mareógrafo. Campaña de Invierno 2011, Verano 2012 (punto rojo), Otoño 2012 (punto verde)



Fuente: Google Earth

En las 3 campañas, el mareógrafo fue programado para realizar mediciones cada 5 minutos dentro de los siguientes periodos:

Tabla 2.5-18. Períodos Campañas

Periodo	Inicio	Término	N° Días
Invierno	27 de agosto de 2011 a las 15:50 hrs	01 de octubre de 2011 a las 09:20	34,73
Verano	11 de enero de 2012 a las 19:15 hrs	21 de febrero de 2012 a las 11:50	40 días 16 horas y 35 minutos
Otoño	10 de mayo de 2012 a las 14:40 hrs	14 de junio de 2012 a las 09:25 hrs	34 días 18 horas y 45 minutos

El procesamiento de la serie de tiempo de alturas incluyó el análisis armónico y no armónico. El primero fue realizado con la rutina T_Tide (Pawlowicz *et al.*, 2002), que a diferencia de las rutinas de Foreman (1977), puede usar datos cada 10 minutos y la serie puede tener datos faltantes.

Con los armónicos obtenidos se calculó el nivel de reducción de sondas (NRS) de acuerdo con lo indicado en las Instrucciones Hidrográficas N° 5 (SHOA PUB. 3105), del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), TAL COMO SIGUE:

$$NRS = Z_0 - (M_2 + N_2 + K_1 + O_1)$$

donde:

NRS: nivel de reducción de sonda

Z₀: nivel medio del mar referido al cero instrumental del período de registro

M₂: semiamplitud, constituyente lunar principal semidiurno

N_2 : semiamplitud, constituyente lunar eclíptica mayor semidiurno

K_1 : semiamplitud constituyente lunisolar declinacional diurno

O_1 : semiamplitud constituyente lunar declinacional diurno.

También se determinó el régimen mareal de acuerdo con el coeficiente de Courtier o factor de forma (Pugh, 1987):

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} = \begin{cases} 0 - 0.25 & \text{mareasemidiurna} \\ 0.25 - 1.50 & \text{mareamixtasemidiurna} \\ 1.50 - 3.00 & \text{mareamixtadiurna} \\ > 3.00 & \text{mareadiurna} \end{cases}$$

S_2 : semiamplitud, constituyente solar principal semidiurno

Los valores no-armónicos calculados fueron los planos mareales:

- Altura Media de la Pleamar más alta
- Altura Media de la Pleamar
- Nivel Medio de la Marea
- Nivel Medio del Mar
- Altura Media de la Bajamar
- Altura Media de la Bajamar más baja

Además se analizó los rangos de la marea:

- Rango Medio de la Marea
- Rango de la Marea en Sicigias

2.5.3.3.2. Vientos

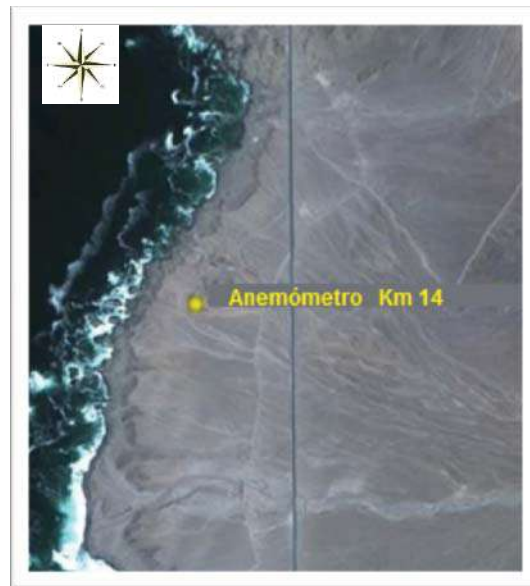
Para estudiar la variación del viento en Sector km 14 correspondiente a la campaña de invierno y de verano, se utilizó el registro de vientos del anemómetro Young modelo 5103 instalado mientras que para la campaña de otoño se empleó una estación meteorológica marca HOBO. El equipamiento fue instalado en las coordenadas especificadas en la Tabla 2.5-19, Figura 2.5-8 y Fotografía 2.5-3.

Tabla 2.5-19. Coordenadas Instalaciones de Anemómetro

Periodo	Latitud	Longitud
Invierno	22°11'58.2" S	70°13'31.3" W
Verano	7.544.580 N	373.686 E
Otoño	22°11'58.3" S	70°13'31.4" W
	7.544.576 N	373.685 E

Datum: WGS84, Z 19S

Figura 2.5-8. Posición del Anemómetro. Campaña de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012



Fotografía 2.5-3. Despliegue del Anemómetro en el Sector km 14



Campaña Invierno y Verano



Campaña Otoño

En las 3 campañas, el anemómetro fue programado para realizar mediciones cada 10 minutos de la dirección y magnitud promedio, así como las ráfagas, dentro de los siguientes periodos:

Tabla 2.5-20. Periodos de Realización de las Campañas a Terreno

Periodo	Inicio	Término	N° Días
Invierno	20 de agosto de 2011 a las 15:50 hrs	12 de octubre de 2011 a las 08:20	52 días, 16 horas, 20 minutos
Verano	15 de enero de 2012 a las 00:00 hrs	21 de febrero de 2012 a las 08:20	37 días, 8 horas, 20 minutos
Otoño	10 de mayo de 2012 a las 14:30 hrs	14 de junio de 2012 a las 10:12 hrs	34 días 18 horas y 25 minutos

Los datos de dirección fueron corregidos por la declinación magnética por medio de la rutina Matlabwrldmagm que usa el WorldMagneticModel (Mauset *et al.*, 2010).

La información recopilada se procesó para calcular las tablas de incidencia de los vientos por dirección y magnitud, tanto de los vientos promedios como de las ráfagas. Se calculó también los valores promedios y máximos de toda la serie y por dirección de procedencia.

En el dominio del tiempo se analizó la variabilidad media horaria y en el dominio de la frecuencia se calculó la densidad espectral de ambos componentes. Junto con lo anterior, para analizar la acción forzante del viento sobre la columna de agua, se calcularon los índices de turbulencia y de surgencia en el sector.

2.5.3.3.3. Corrientes Eulerianas

Para estudiar la variación de las corrientes en el sector de estudio, se fondeó dos perfiladores de corrientes acústicos Doppler (ADCP). Uno de ellos fue programado para registrar las corrientes y el otro para registrar corrientes y oleaje. Las posiciones de cada ADCP fondeado en el sector donde se emplazarán las obras marinas, son mostradas en la Figura 2.5-9, indicándose en la Tabla 2.5-21 las coordenadas y la programación de cada uno.

Para cada capa registrada en los ADCP, se determinó la magnitud promedio, máxima, desviación estándar, coeficiente de variación; las frecuencias relativas por rangos de magnitud y dirección; los flujos y transportes netos para el período de estudio; el análisis espectral de cada componente de la corriente; y finalmente se efectuó un análisis del comportamiento de la corriente.

Tabla 2.5-21. ADCP instalados en el Sector km 14. Se indica Marca, Modelo, Mediciones realizadas y Posición en Coordenadas Planas (UTM WGS84 Zona 19 S) y Geográficas. Campaña de Invierno de 2011 y Verano de 2012

Marca		RDI	Sontek
Modelo		Workhorse Sentinel 300 Khz	ADP
Mediciones		Corrientes Oleaje	Corrientes
Norte / Este	Invierno	7.543.860 372.970	7.544.583 373.114
	Verano	7.543.893 372.941	7.544.606 373.098
Longitud W / Latitud S	Invierno	70° 13' 51,3" 22° 11' 58,0"	70° 13' 56,6" 22° 12' 21,4"
	Verano	70° 13' 57,58"	70° 13' 51,89"

		22° 12' 20,36"	22° 11' 57,22"
Huso Horario	Invierno	Z+4	
	Verano	Z+3	
Inicio/Termino	Invierno	23/08/2011 10:40	23/08/2011 11:30
		18/10/2011 13:50	25/10/2011 09:40
	Verano	05/01/2012 12:10	05/01/2012 10:00
		22/02/2012 09:40	22/10/2012 08:20
Número de Capas efectivas	Invierno	37	19
	Verano	36	22
Espesor de capa (m)		0.50	1.00

Figura 2.5-9. Posición de los ADCP utilizados para Registrar Corrientes (ADCP Sontek); y Corrientes y Oleaje (ADPC RDI) en el Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011 Verano de 2012



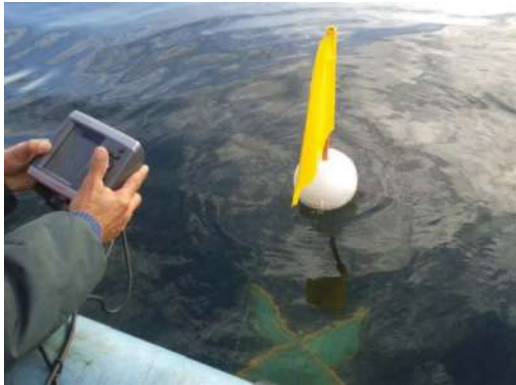
Fuente: Google Earth

2.5.3.3.4. Corrientes Lagrangeanas

Los estudios de corrientes lagrangeanas se efectuaron mediante el empleo de elementos derivadores a 2 niveles de profundidad (superficial y subsuperficial).

Los derivadores utilizados consistieron en boyas de deriva de veleta cruzada, de sección 80 x 85 cm (Fotografía 2.5-4), debidamente compensadas para flotabilidad neutra, y diseñadas para minimizar el arrastre del viento sobre el elemento derivador.

Fotografía 2.5-4. Elementos derivadores Tipo Cruceta utilizados a Nivel Superficial y Subsuperficial; Sistema de Posicionamiento GPS



Las mediciones se efectuaron dentro del período de mediciones de corrientes eulerianas, en condiciones de marea llenante y vaciante, coincidentes con los períodos de sicigia y cuadratura (Tabla 2.5-22).

Tabla 2.5-22. Campañas de Correntimetría Lagrangeana

Campaña	Fecha	Fase	Condición marea
Invierno	22.09.2011	Cuadratura	Llenante Vaciante
	12.09.2011	Sicigia	Llenante Vaciante
Verano	17.01.2012	Cuadratura	Llenante Vaciante
	09.02.2012	Sicigia	Llenante Vaciante
Otoño	11.05.2012	Cuadratura	Llenante Vaciante
	18.06.2012	Sicigia	Llenante Vaciante

En cada oportunidad se liberaron derivadores a 5 y 10 m de profundidad. La rapidez y dirección de cada boya de deriva, es decir, su trayectoria, fue monitoreada con métodos topográficos (GPS).

Con la información recolectada en terreno, se reconstruyeron las trayectorias seguidas por las boyas de deriva y se determinó la dirección y rapidez de sus desplazamientos.

Durante la ejecución de las experiencias en las campañas de invierno y verano, se llevó un control del viento en la embarcación, con un anemógrafo portátil marca Extech, en cuanto a la

campaña de otoño, se empleó la data obtenida de la estación meteorológica instalada en el sector.

2.5.3.4. Dispersión

La capacidad de dispersión de la columna de agua en las zonas de estudio para la campaña de invierno y verano se evaluó mediante el trazador químico Rodamina WT. Este trazador fue elegido por ser una sustancia química, que disuelta en alcohol y agua de mar, presenta un destacado color anaranjado fácil de identificar y monitorear. A ello se agrega su carácter no tóxico sobre la biota acuática.

Preliminarmente, se preparó una solución de 80 gramos de rodamina WT suministrada por Abbey Color® disuelta en 1 litro de alcohol etílico, la que fue posteriormente diluida en 10 litros de agua de mar. De acuerdo a la información de literatura, la concentración de Rodamina WT utilizada permite, luego de diluirla, alcanzar una concentración aproximada de 1.100 mg/L, suficiente para ser visualizada en terreno. Posteriormente, la rodamina fue descargada en la superficie del mar, en tres sitios denominados R1, R2 y R3.

En cada uno se realizó el seguimiento de la mancha de rodamina en vaciante y llenante, tanto en sicigia como en cuadratura, seguimiento que fue realizado por medio de GPS diferencial, tomando la posición del límite de la manchitrea con el GPS móvil puesto en la proa de la embarcación.

Con la información recolectada en terreno, se reconstruyeron las posiciones de la mancha de Rodamina WT, estimándose la velocidad promedio, superficie de la mancha y coeficientes de dispersión horizontal (K_h), de acuerdo a la siguiente relación:

$$K_h = \frac{dA}{dt} \left(\frac{m^2}{s} \right)$$

donde dA es la variación del área de la mancha en el intervalo de tiempo dt .

2.5.3.4.1. Deriva Litoral

El estudio de corrientes litorales en Km 14, campaña de invierno y verano, se realizó en diez estaciones en cuadratura y en sicigia, tanto en la mañana como en la tarde. Los estudios se llevaron a cabo el día 25 de julio de 2011 y 17 de enero de 2012 y 08 de febrero de 2012.

Las mediciones correspondientes a la campaña de otoño se efectuaron entre los días 8 y 11 de mayo 2012 en la mañana y tarde.

Las coordenadas de los puntos de lances se expresan en UTM Datum WGS84, Zona 19 S se presentan en las Tabla 2.5-9, Tabla 2.5-10 y Figura 2.5-5. En cada estación, se desplegaron elementos derivadores (botellas de deriva lastradas), con boyantes neutra en la mañana y en la tarde. El recorrido y posicionamiento de las botellas fue seguido desde tierra mediante GPS Garmin y se midió simultáneamente el viento.

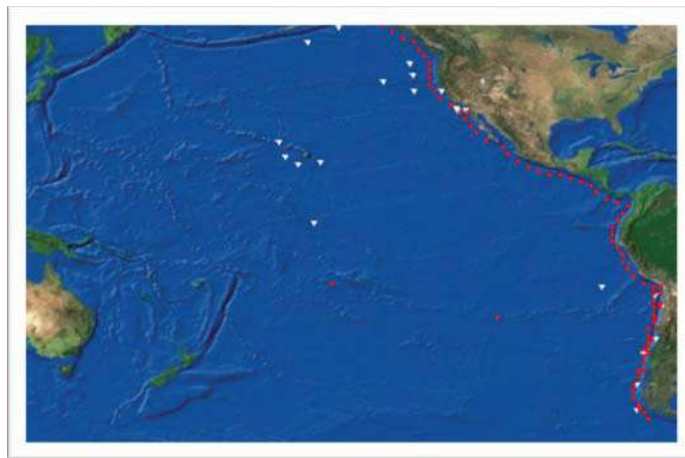
2.5.3.4.2. Olas

Para realizar la caracterización del oleaje en el área de estudio, se procedió en primera instancia a la definición del clima de oleaje en aguas profundas, el cual fue transferido de manera espectral hacia la zona de estudio, mediante la aplicación de un modelo numérico (Mike 21 SW). Posteriormente se validaron los resultados obtenidos del modelo numérico y se describió el clima de oleaje operacional y extremo en la zona de estudio.

2.5.3.4.3. Clima de Oleaje en Aguas Profundas

La definición del clima de oleaje en aguas profundas se realizó mediante la utilización de la base de datos de Olas Chile III, adquirida a la empresa Baird & Associates S.A. Esta base de datos se caracteriza por tener información de espectros bidimensionales definidos cada tres horas, provenientes de una simulación global realizada con el modelo numérico de tercera generación WAVEWATCH IIITM (Tolman, 1992). Baird & Associates S.A. realizaron las validaciones de esta base de datos con información a lo largo de la costa Este del Océano Pacífico, y en área oceánica (islas y boyas), mediante la comparación de los datos modelados con mediciones de olígrafos y altímetros satelitales (Topex/Poseidon). En la Figura 2.5-10 se muestran los puntos que utilizaron en las validaciones, donde los puntos rojos representan las estaciones de salida del modelo WAVEWATCH IIITM, mientras que los triángulos blancos representan la posición de los olígrafos y mediciones satelitales del Topex/Poseidon. Los resultados de estas validaciones son presentados en el sitio web www.olasdelpacifico.com, de propiedad de Bair & Associates S.A. y que cuenta con la aprobación del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA).

Figura 2.5-10. Ubicación de los Puntos de Validación



Fuente: www.olasdelpacifico.com

La información disponible para el desarrollo de este estudio corresponde a 30 años (desde 01/01/1980 al 01/01/2010) de espectros bidimensionales en aguas profundas para el nodo 22S, cuyas coordenadas son 22°S y 72,5°W.

2.5.3.4.4. Clima de Oleaje en Aguas Someras (Transferencia Espectral del Oleaje)

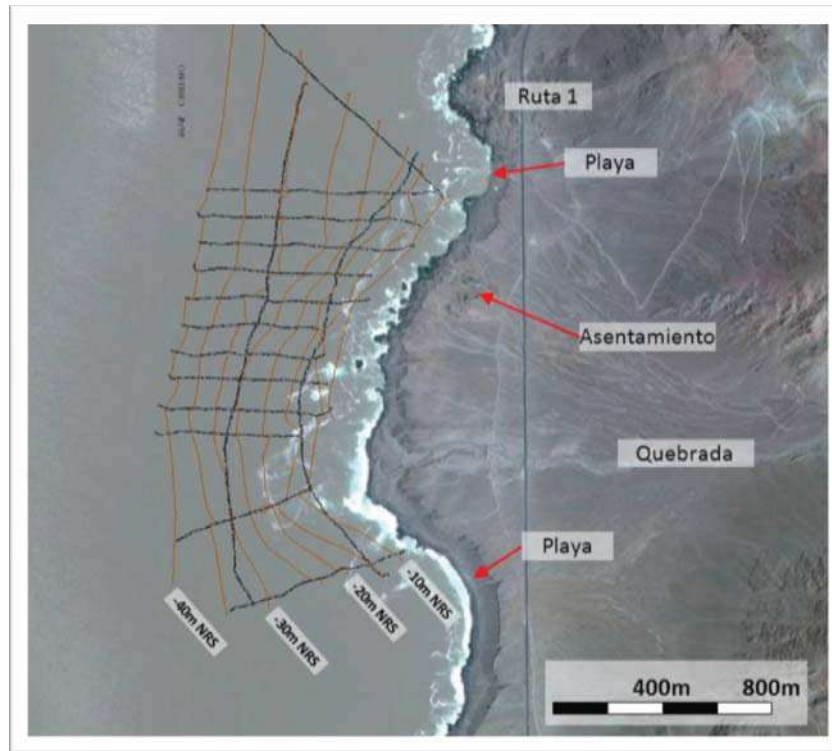
Para obtener el clima de oleaje de aguas someras se realizó la transferencia desde aguas profundas hacia aguas someras mediante la aplicación de una metodología espectral, la cual ha sido descrita previamente por Nicolau del Roure *et al.* (2004) y ha sido denominada como semipurista. Esta técnica consiste en la determinación de coeficientes de transformación del oleaje, para un rango de periodos y direcciones de incidencia. Cada uno de estos coeficientes son empleados para propagar las celdas de energía del espectro desde aguas profundas hacia aguas someras, representando de mejor manera la deformación real de los estados de mar que son representados como espectros bidimensionales.

Se empleó un rango de periodos de oleaje que van desde los 4 hasta los 24 segundos, con separación de 2 segundos, permitiendo caracterizar la deformación tanto de los seas, como de los *swell* presentes en las costas chilenas. En el dominio de las direcciones se abarcó desde el S hasta el N, con direcciones intermedias cada $22,5^\circ$ lo que permite definir el oleaje incidente desde todos los frentes de generación del Océano Pacífico. Todos estos casos se simularon con altura de ola igual a un metro, en total se realizaron 90 simulaciones.

La determinación de los coeficientes de transformación se realizó mediante simulaciones con el modelo MIKE 21 SW. Este modelo permite simular los principales fenómenos físicos que sufre el oleaje, e.g. crecimiento de la ola por la acción del viento, interacciones no-lineales entre olas, fricción del fondo, por rompimiento del oleaje, refracción *shoaling*, refracción, difracción y fricción de fondo, rotura. Su esquema numérico de resolución es de volumen finito centrado en la celda. La utilización de una malla flexible permite una mejor representación de las principales características del área de estudio y permite el uso de una sola malla para todas las simulaciones.

Para generar la malla flexible del dominio de modelación se utilizaron las cartas náuticas del SHOA N° 1311, incluyéndose además la batimetría exploratoria realizada para el proyecto en la zona de estudio (Figura 2.5-11). En cada simulación se extrajeron los parámetros del clima de oleaje en el punto de fondeo del ADCP.

Figura 2.5-11. Batimetría Exploratoria de Sector km 14, utilizada en la Generación de la Malla Flexible Complementaria a la Carta Náutica del SHOA



2.5.3.4.5. Clima de Oleaje Extremo

El análisis de clima de oleaje extremo se realizó mediante el análisis de tormentas en aguas profundas, transferencia de las tormentas y determinación de las condiciones extremas en aguas someras. Cada una de estas actividades se realizó mediante la metodología que se detalla a continuación.

- Análisis de las Tormentas en Aguas Profundas

Para definir las tormentas en aguas profundas, en primera instancia se realizó una separación de la energía del oleaje proveniente de los rangos de direcciones S, SW, W, NW y N, ya que de esta manera se define de mejor manera la incidencia de cada una de las direcciones en la zona de estudio. Luego de separados los frentes de energía, se analizó cada uno de manera aislada. La definición de las tormentas se realizó mediante la selección de las mayores alturas por año y por rango de dirección. A partir de esta lista de tormentas por año y rango de dirección de procedencia, se determinó qué función de probabilidad de valores extremos se ajusta mejor a la muestra, utilizando para estos fines la distribución Weibully Gumbel. Con la función de probabilidad seleccionada, se determinaron las alturas de ola asociadas a 5, 10, 25, 50 y 100 años de periodo de retorno, aplicando un intervalo de confianza del 95%, definiendo de este modo el intervalo superior e inferior del valor estimado probabilísticamente.

- Transferencia de las Tormentas y Definición de las Condiciones en Aguas Someras

Del listado de tormentas por rango de dirección se obtuvo el período peak y dirección peak promedio de los eventos máximos, los cuales fueron aplicados para la transferencia espectral de las tormentas con distintos periodos de retorno estimadas en el punto anterior.

2.5.3.4.6. Clima de Oleaje Operacional

Utilizando los resultados de la transferencia espectral para los puntos de fondeo de los ADCP, se emplearon los espectros bidimensionales para la determinación de los parámetros de resumen de oleaje principales, siendo éstos la altura significativa espectral (Hmo), periodo peak del oleaje (Tp) y dirección asociada al peak de energía (DPK). Estos parámetros de resumen se compararon por medio de las tablas de incidencia de oleaje de Hmo v/s Tp y Hmo v/s DPK.

Además se determinó la curva de excedencia de altura de ola y rosa de oleaje de altura de olas, constituyendo todos estos análisis una descripción estadística adecuada de la base de datos.

2.5.3.4.7. Mediciones *in situ* variación de oleajes

Para estudiar la variación del oleaje en los sectores de estudio se fondeó en cada lugar un ADCP registrando oleaje direccional. La posición del ADCP fondeado en el sector donde se emplazarán las obras se muestra en la Figura 2.5-12, indicándose en la Tabla 2.5-23, las coordenadas y la programación del equipo.

Figura 2.5-12. Posición del Fondeo del ADCP RDI utilizado para Registrar el Oleaje Direccional en Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011



Tabla 2.5-23. ADCP Instalado en Sector km 14. Se indica la Marca, Modelo, Mediciones Realizadas y Posición en Coordenadas Planas (UTM WGS84 Zona 19 S) y Geográficas, Campaña de Invierno de 2011

Marca	RDI
Modelo	Workhorse Sentinel 300 Khz
Mediciones	Oleaje Direccional
Este	372.970
Norte	7.543.860
Longitud W	70° 13' 51.3"
Latitud S	22° 11' 58.0"
Mediciones cada	3 horas
Periodo de muestreo	Al menos 35 minutos
Frecuencia de Muestreo	2 Hz (0.5 s)
Huso Horario	Z+4
Inicio	23/08/2011 10:40
Fin	19/08/2011 13:50

El procesamiento de las mediciones se realizó mediante el software WavesMon versión 3.07, para obtener tanto las olas operacionales como las largas, considerando los parámetros indicados en la Tabla 2.5-24, para cada uno de los tipos de olas estudiados.

Tabla 2.5-24. Frecuencias de Corte Empleadas

Oleaje	Superior	Inferior
Operacional	0.2000	0.0333
Largas	0.0333	0.0033

Validación del Estudio de Oleaje

La validación de la base de datos de oleaje y la metodología de transferencia empleada se efectuó mediante la comparación de los resultados del modelo con los datos obtenidos en las mediciones *in situ* (metodología en el punto anterior). Esta validación consiste en la comparación del periodo de mediciones con los datos extraídos del *hindcasting* para el mismo periodo de cada año, transferido desde las aguas profundas al punto de mediciones *in situ*, mostrando en primera instancia las medidas de tendencia central de ambas bases de datos y posteriormente analizando las curvas de excedencia de alturas de olas.

2.5.3.5. Comunidades Bentónicas

2.5.3.5.1. Submareales de Sustrato Duro

El muestreo de las comunidades submareales se localizó en la Región de Antofagasta, Comuna de Tocopilla, en el sector km 14, ubicado geográficamente en Lat. 22°36'2" S / Long. 70°38'14,7" W.

La campaña de invierno se ejecutó los días 10, 11 y 12 de septiembre del 2011, la de verano en los días 04, 05 y 06 de enero de 2012, mientras que la de otoño el día 15 de junio de 2012.

Se establecieron 11 transectas perpendiculares a la línea de costa las 2 primeras campañas, complementando con 3 adicionales en la campaña de otoño. Estas transectas fueron designadas CV-T1 a CV-T11 para las campañas de invierno y verano; mientras que en otoño se les asignó el nombre SM-01 a SM-03. La extensión del sector de muestreo fue de 2,8 km (Figura 2.5-2). Para este efecto, se utilizó una embarcación menor. Las inmersiones se realizaron mediante buceo semiautónomo, a través del cual fue posible obtener filmaciones submarinas y muestras de organismos.

En cada transecta se establecieron 10 sitios de muestreo (estaciones), separadas cada 3 metros. Cada transecta tuvo una longitud total de 30 metros, con profundidades que se presentaron en un rango 9 m (CV-T9) y 15 m (CV-T6) (Figura 2.5-2).

La localización de las respectivas estaciones de muestreo se efectuó utilizando un sistema de posicionamiento GPS con corrector diferencial. Este procedimiento de localización de puntos o estaciones geo-referenciadas fue estándar para todas las estaciones de muestreo del presente estudio. Las coordenadas geográficas se encuentran referidas al Datum WGS-84. Las coordenadas de las transectas se entregan en la Tabla 2.5-1.

La caracterización de las comunidades bentónicas consistió en la identificación de especies, recuento de organismos (abundancia), y medición de la cobertura de flora y fauna sésil, mediante la utilización de un cuadrante de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²) provisto de una malla reticulada con 100 puntos intersección. La cobertura de la flora y fauna sésil se obtuvo mediante el método de intersección de puntos utilizando el cuadrante. En el caso de la *Lessonia trabeculata*, se registró el número de discos en cada cuadrata o unidad muestral.

- Análisis de Datos

En cada una de las transectas de muestreo se estimó la riqueza de taxa y abundancia de las especies de invertebrados más conspicuas de la macrofauna. Conjuntamente, en cada transecta se estimó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (Brower *et al.*, 1998), el índice de Uniformidad de Pielou (Pielou, 1969), el índice de dominancia de Simpson (1949). Estos índices describen las comunidades o asociaciones en términos del número de especies y de la importancia numérica de éstos y corresponden a los índices recomendados por la Autoridad Marítima de acuerdo a lo establecido en la "Guía Metodológica de Revisión Técnica Sectorial de Estudios de Impacto Ambiental en el Medio Ambiente Acuático de Jurisdicción Nacional para proyectos que contemplan Descargas de Residuos Líquidos, de Puertos y Terminales Marítimos u Otros".

Además de ello, se evaluó la similitud de las estructuras comunitarias entre transectas, mediante los análisis multivariados de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y de clasificación (cluster o dendrogramas). Estos análisis se basaron en una matriz de similitud empleando el índice de similitud de Jaccard, con el método de la media ponderada, como estrategia aglomerativa (UPGMA). (Krebs, 1989).

2.5.3.5.2. Submareales de Sustrato Blando

El muestreo de las comunidades macrobentónicas de fondos blandos submareales se realizó entre el 27 y el 28 de agosto de 2011 (campaña invierno); entre el día 10 de enero de 2012 (campaña verano), extrayendo en ambas campañas muestras en trece (13) estaciones (Figura 2.5-1). Las muestras fueron tomadas en replicado. Las coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo de comunidades macrobentónicas submareales se presentan en la Tabla 2.5-1.

En la campaña de verano, si bien se mantuvo las mismas estaciones seleccionadas en invierno, no se halló sustrato blando en la estación CV-5.

Para determinar el número total de estaciones a caracterizar, se utilizaron dos criterios: 1) Se consideró el número de estaciones recomendado en la “*Guía Metodológica de Revisión Técnica Sectorial de Estudios de Impacto Ambiental en el Medio Ambiente Acuático de Jurisdicción Nacional para Proyectos que Contemplan Descargas de Residuos Líquidos, de Puertos y Terminales Marítimos u Otros*”, confeccionada por la Autoridad Marítima; y 2) Se determinó el área de influencia, localizando las respectivas 13 estaciones (12 estaciones más la estación control) distribuidas uniformemente a lo largo de la línea de la costa.

Posteriormente, se extrajeron (como se detallarán más adelante) dos muestras en cada estación. Efectuado el análisis de las muestras que se describirá en los siguientes párrafos, se determinó el número promedio total de especies identificadas en cada estación y los resultados se plotearon en un gráfico. Con esto, de acuerdo a Gerlach (1972) y Gray (1981) se determinó si el número de estaciones seleccionadas permitía describir, desde un punto de vista estadístico, sobre el 95% del número total de especies del área.

La extracción de las muestras de sedimentos submareales en las campañas de invierno y verano se llevó a cabo por medio de una draga Van Veen (0,1 m²) la cual fue operada con ayuda de un huinche (Fotografía 2.5-5). Para la campaña de otoño, el muestreo se efectuó con buceo con la ayuda de un corer de acero inoxidable. Cada muestra obtenida fue trasvasada a bolsas de polietileno, debidamente etiquetadas, y fijadas con formalina diluida en agua de mar al 4% para posteriormente ser transportada para su análisis.

Fotografía 2.5-5. Técnicas de Muestreo aplicadas en Faena de Muestreo de Sedimentos Submareales



Draga Van Veen muestreando



Buzo muestreando con corer

La macrofauna presente en el sedimento fue separada haciendo escurrir a través de él un chorro de agua dulce, para recogerla posteriormente en un tamiz de 1,0 mm de abertura de malla.

Todo el material biológico retenido fue fijado en una solución de formalina diluida en agua de mar al 4%, para su posterior identificación, recuento y pesaje de especies.

Con los datos obtenidos, se calculó la *abundancia* promedio de cada especie, expresado en individuos por metro cuadrado (ind/m^2) y la *biomasa* promedio, expresada en gramos por metro cuadrado (g/m^2). Para este efecto, los organismos fueron mantenidos en alcohol, para luego secarlos a temperatura ambiente y así determinar el peso seco de los organismos y finalmente calcinarlos en un horno de mufla a 500°C por 30 minutos (peso seco libre de ceniza).

El análisis faunístico se realizó considerando toda la fauna retenida en el tamiz. Sobre esta base, se calcularon los índices que de acuerdo a Pielou (1966), Gray (1981) y Lie (1969), describen mejor las características estructurales de una comunidad y que son los recomendados por la Autoridad Marítima: *Diversidad Específica* (H' de Shannon-Weaver, 1963, modificado por Loyd *et al.*, 1968), *Uniformidad Específica* (J de Pielou, 1966) y *Riqueza Específica* (S de Margalef, 1968).

Además, se contempló llevar a cabo el análisis de las comunidades bentónicas conocido como método de las curvas ABC (Abundance Biomass Comparison plots), de acuerdo a Warwick (1986), en aquellas estaciones en que el número de especies lo permitiera. Para utilizar este análisis, de acuerdo a Carrasco *et al.* (1996), sólo tiene validez estadística al ser aplicada en estaciones con un número igual o mayor a 8 especies; menor a este número de taxa se considera semidesfaunado.

Para el análisis multidimensional, se confeccionó una matriz de doble entrada entre las estaciones y las diferentes especies. A partir de ésta, se aplicó un análisis conglomerativo de clasificación (Cluster Análisis), a fin de identificar asociaciones de variables dentro de grupos relativamente homogéneos. Para ello se empleó el índice de similitud de Jaccard, mediante la técnica de agrupación jerárquica de la media ponderada como estrategia aglomerativa (UPGMA) (Legendre & Legendre, 1979), obteniendo el correspondiente dendrograma para estimar el grado de similitud entre las estaciones. Para este fin se usó el paquete estadístico PRIMER versión 6.1.6 Edición 2006 para Windows®. Del mismo modo, se efectuó el análisis de ordenación de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM), recomendado por Warwick & Clarke (1993) para las estaciones, a partir de la matriz de similitud obtenida del análisis de conglomerados.

Se estableció, también, la distribución del número de individuos en clases geométricas de manera similar a lo efectuado por Pearson *et al.* (1983), seleccionando las especies indicadoras de cambios en las comunidades bentónicas mediante el método propuesto por Gray & Pearson (1982), Pearson *et al.* (1983) y Pearson & Blacktock (1983).

2.5.3.5.3. Intermareales de Sustrato Duro

Los días 01 y 03 de septiembre de 2011; 4 y 5 de enero 2012 se efectuó el muestreo de las comunidades macrobentónicas intermareales de sustrato duro correspondiente a la campaña de invierno y verano, respectivamente. El estudio se realizó coincidiendo con el período de marea baja. Para este fin, en ambas campañas se trazaron 11 transectas perpendiculares a la línea de costa (Figura 2.5-3). La extensión que comprende el área de estudio fue de 1,7 km aproximadamente.

Por su parte, el muestreo de otoño se efectuó en un total de 8 transectas perpendiculares a la línea de costa (Figura 2.5-3). La posición de las estaciones se definió en virtud a la deriva costera observada en el margen de costa y a la existencia de un margen de costa idóneo para este tipo de análisis. Se establecieron 3 transectas al Sur del sector planificado para la captación de agua del proyecto y 5 transectas al Norte de dicho punto.

El monitoreo se realizó coincidiendo con el período de marea baja. La extensión que comprendió el área de estudio fue de 1,5 kilómetros lineales, aproximadamente. La Tabla 2.5-5 presenta las coordenadas de cada transecto.

En el área de estudio se estableció una transecta ubicada en la zona de influencia del proyecto, designada como LVI-4 (CVI-4), que correspondería a la captación, mientras que el sector de la descarga se ubica entre las transectas LVI-5 (CVI-5) y LVI-6 (CVI-6). La transecta LVI-1 (CVI-1) se fijó como estación control.

Para la localización de las estaciones de muestreo se empleó un equipo georreceptor GPS, datum WGS-84. Las coordenadas de las transectas intermareales en las campañas de muestreo se resumen en la Tabla 2.5-5 y Figura 2.5-3.

En cada una de las transectas se determinó los sectores de intermareal superior, medio e inferior. El sistema de muestreo consistió en recuento (abundancia) de los organismos presentes en un cuadrante de $0,25 \text{ m}^2$. La cobertura de la flora y fauna sésil se obtuvo mediante el método de intersección de puntos utilizando un cuadrante de $0,25 \text{ m}^2$ (Fotografía 2.5-6).

También fueron registradas las especies de invertebrados encontrados en el área aledaña a la transecta realizada, en el caso de existir alguno. Además de ello, en los casos donde las transectas consideraban sectores de pozas, en los niveles medios e inferiores, se contabilizaron visualmente las especies de organismos móviles identificados.

El análisis de intermareal se realizó considerando toda la fauna y flora identificada. Sobre la base de las coberturas promedio, se calcularon los índices ecológicos: Diversidad de Shannon-Wiener (H'); Dominancia de Simpson (D); Uniformidad (J'). Para la descripción de las comunidades intermareales se empleó el método del análisis de clasificación, el que permite formar asociaciones de variables que sean homogéneas en el interior de estos grupos. El índice usado para generar la matriz de similitud con los valores de presencia y ausencia fue el Índice de Jaccard, que es útil para variables discretas. El algoritmo de clasificación utilizado para generar los dendrogramas es el UPGMA (método de la media ponderada). Mientras que para el análisis de ordenación, se utilizó el método de escalamiento No Métrico Multidimensional (nMDS) (Krebs, 1989).

Fotografía 2.5-6. Transecta Intermareal Marcada por una Huincha Cuentametro y Unidad de Muestreo (Grilla de 0,25 m²), utilizada para el Análisis de Cobertura de las Comunidades Intermareales de Fondos Duros



2.5.3.6. Comunidades Planctónicas

2.5.3.6.1. Fitoplancton

Las muestras para análisis cualitativo y cuantitativo de las comunidades fitoplanctónicas en el sector fueron obtenidas en 12 estaciones durante la campaña de invierno, 13 estaciones durante la campaña de verano, las mismas utilizadas para el estudio de columna de agua y la campaña de invierno y 4 durante la campaña de otoño (Figura 2.5-1). Los estudios se efectuaron en las siguientes fechas:

Tabla 2.5-25. Campañas a Terreno realizadas para el Levantamiento de Información

Campaña	Periodo
Invierno	08 de septiembre de 2011
Verano	04 de enero de 2012
Otoño	14 de junio de 2012

La metodología de muestreo se detalla a continuación.

- Estudio Cualitativo

Las muestras para análisis cualitativo se colectaron con una red de plancton de abertura de boca de 30 cm y abertura de malla de 62 μ m (Fotografía 2.5-7). Se efectuaron arrastres verticales, considerando toda la columna de agua, es decir, desde el fondo hasta superficie. Las muestras fueron almacenadas en frascos de plástico, identificadas en su parte exterior, fijando el contenido con formalina al 5% neutralizada con tetraborato de sodio (invierno, verano) y bórax (otoño).

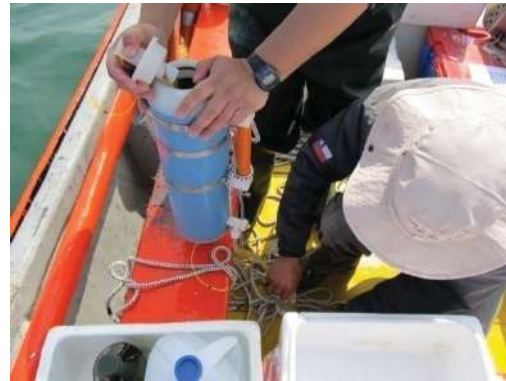
El análisis cualitativo del fitoplancton se efectuó mediante la observación directa del material fijado en un microscopio estándar Nikon Eclipse E 800. Para esto, se tomaron dos gotas de la muestra de red y se llevaron a un portaobjetos, colocando sobre éstas dos laminas cubreobjetos de 18 x 18, barriendo la totalidad del área cubierta por cada una de las láminas. El grado de abundancia se determinó después de revisar con detención comparando cuantitativamente y entre sí a las especies presentes en las gotas.

De este modo, se estableció la siguiente escala de clasificación de *abundancia relativa* (Avaria, 1965):

- ✓ R: Raro: 1 ejemplar
- ✓ E: Escaso: 2 a 10 ejemplares
- ✓ A: Abundante: 11 a 50 ejemplares
- ✓ M: Muy abundante: >50 ejemplares

En la identificación de las especies se utilizaron numerosas publicaciones especializadas (Rivera, 1983; 1995; Rivera *et al.*, 1990; entre otros); y en las reubicaciones taxonómicas recientes del fitoplancton se siguió a Tomas (1996).

Fotografía 2.5-7. Obtención de Muestras de Comunidades Fitoplanctónicas con Red y preparación de Botellas Niskin para obtención de Muestras de Fitoplancton



- Estudio Cuantitativo

Para el análisis cuantitativo de las comunidades fitoplanctónicas, se colectaron muestras en las mismas estaciones de utilizadas en los análisis cualitativos, en la capa superficial (~0 metro) y subsuperficial (~10 metros de profundidad). Las muestras fueron extraídas utilizando una botella Niskin de 10 litros (Fotografía 2.5-7), almacenándose en botellas, las que posteriormente se fijaron con reactivo de Utermhöl en cantidades de 12 – 14 gotas para cada muestra hasta lograr un color amarillo intenso. Los frascos fueron identificados en su exterior, indicando estación de muestreo y profundidad.

Al igual que lo señalado para el estudio cualitativo, las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Fitoplancton de la Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales de la Universidad de Valparaíso y el consultor Estudios Ecológicos Aplicados (EEA), mediante la observación directa del material fijado en un microscopio estándar Nikon Eclipse E800 en las campañas de invierno y verano, mientras que en la campaña de otoño el recuento de células se utilizó un microscopio invertido, según técnica de Utermöhl (1958). En el análisis y procesamiento de datos se consideraron las recomendaciones de agencias especializadas de organismos internacionales (Unesco 1978, 2003) y las de Alveal *et al.* (1995).

Con la finalidad de dar una visión más general de las comunidades fitoplanctónicas, se realizó la estimación de índices ecológicos, cuyo detalle de cálculo es dado a continuación:

Se estimaron los índices de diversidad de Shannon (H') según Pielou 1975, Gray & Pearson 1982:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \times \ln p_i$$

donde:

S = riqueza de especies (o número de taxa presentes en la muestra)

p_i = proporción de la i i -ésimo taxon en la muestra

\ln = logaritmo natural,

Uniformidad (J') según Pielou 1966:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\text{máx}}}$$

donde:

H' = diversidad de Shannon

$H'_{\text{máx}} = \ln(S)$

Índice de Uniformidad

$$J' = \frac{H'}{\log(S)}$$

donde:

J' corresponde al índice de uniformidad de Pielou.

Índice de Dominancia

$$D = \frac{\sum Ni (Ni - 1)}{N (N - 1)}$$

donde:

D corresponde al índice de Dominancia de Simpson, y N_i a la abundancia de individuos de la especie i .

La similitud existente entre la totalidad de las estaciones de muestreo fue analizada mediante un análisis de clasificación jerárquica de conglomerados, usando el índice de Bray-Curtis. Los grupos fueron formados mediante el método de agrupamiento UPGMA que construye el conglomerado en base a los promedios aritméticos de su similitud. La ordenación comunitaria, fue realizada mediante un análisis de Escalación No Métrica Multidimensional (NMDS).

2.5.3.6.2. Zooplancton

Las muestras para el análisis de las comunidades zoo e ictioplanctónicas fueron obtenidas en las mismas 13 estaciones seleccionadas para el estudio de comunidades fitoplanctónicas (Figura 2.5-1), tanto para la campaña de invierno como verano, adicionando 4 en la campaña de otoño. La metodología de muestreo y estandarización de datos de zooplancton e ictioplancton se realizó siguiendo los lineamientos propuestos por Robinson *et al.* (1996) y considerando el protocolo de muestreo recomendado por Smith & Richardson (1979).

Los estudios se efectuaron en las siguientes fechas:

Tabla 2.5-26. Campañas a Terreno realizadas para el Levantamiento de Información

Campaña	Periodo
Invierno	08 de septiembre de 2011
Verano	11 de enero de 2012
Otoño	14 de junio de 2012

Las muestras de zooplancton fueron obtenidas por medio de una red cilíndrica cónica, tipo Nansen (Fotografía 2.5-8), la cual presenta una abertura de boca de 67 cm de diámetro y un calado de malla de 330 μm , red que posibilita una mayor maniobrabilidad en estaciones someras. Los arrastres realizados fueron de tipo verticales, desde cerca del fondo hasta la superficie, con profundidades variables dependiendo de la mayor o menor cercanía al borde costero de las estaciones de muestreo.

Fotografía 2.5-8. Equipamiento Muestreo y Muestra de Zooplancton



Ascenso de la red de zooplancton



Frasco con muestras de zooplancton.

Para hacer comparativas las distintas estaciones entre sí, y con estudios similares, las pescas zooplanctónicas se estandarizaron a un volumen de agua de 100 m³.

Las muestras obtenidas fueron etiquetadas en su exterior y fijadas a bordo con formalina tamponada al 8% (Fotografía 2.5-8). Las muestras colectadas durante las campañas de invierno y verano fueron analizadas en el Laboratorio de Zooplancton de la Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales de la Universidad de Valparaíso, en donde se procedió al análisis de determinación taxonómica y de estructura comunitaria, mientras que las de otoño fueron analizadas por la consultora Estudios Ecológicos Aplicados (EEA).

Las muestras de zooplancton e ictioplancton fueron analizadas en su totalidad, no realizándose submuestras, lo cual otorga mayor confiabilidad a los resultados obtenidos. Los huevos de las especies ictioplanctónicas más abundantes se clasificaron en dos fases de desarrollo (modificado de Balbontín & Garretón, 1977). La fase 1 comprende desde la fecundación hasta el desprendimiento del extremo caudal del embrión; la fase 2, desde que el extremo caudal del embrión se desprende del saco vitelino hasta la eclosión del huevo.

Con la finalidad de dar una visión más general de las comunidades zooplanctónicas, se realizó la estimación de índices ecológicos y análisis multivariados, como Cluster y n-MDS, cuyo detalle de cálculo se especifica en la sección anterior correspondiente al estudio de comunidades fitoplanctónicas.

2.5.3.7. Avifauna

Entre los días 31 de agosto al 02 de septiembre de 2011 se efectuó el levantamiento de las aves presentes en el área de estudio correspondiente a la campaña de invierno, y entre los días 04 y 05 de enero de 2012 para la campaña de verano; y entre el 08 y 09 de mayo 2012 para la campaña de otoño.

Conforme lo que establece la metodología de muestreo para esta componente, el levantamiento se realizó por tierra, utilizando seis estaciones puntuales de monitoreo en las campañas de invierno y verano y siete en la campaña de otoño (Tabla 2.5-7) que conforman un semicírculo de un radio de 100 metros, comprendiendo un área de monitoreo de 15.707,95 m² por cada estación.

Las estaciones de las campañas de invierno y verano se encuentran emplazadas en un área de estudio total comprendida desde los 22°12'22,40" S; 70°13'37,20 W (7.543.833 N; 373.525 E), hasta los 22°11'52,50" S; 70°13'31,50" W (7.544.754 N; 373.680 E), por la línea de la costa (Figura 2.5-4), totalizando una longitud aproximada de 1.040 metros lineales y 200 metros de ancho, lo que corresponde finalmente a un área de estudio total de 208.000 m². Mientras que para la campaña de otoño las estaciones se emplazaron entre los 22°12'14,18"S; 70°13'41,70"W (7.544.086 N; 373.394 E), hasta los 22°10'58,21"S; 70°13'25,10"W (7.546.426 N; 373.850 E), por la línea de la costa (Figura 2.5-4), totalizando una longitud aproximada de 2.789 metros lineales.

La separación entre las estaciones fue mayor a 200 metros, a fin de evitar el recuento (Bibby *et al.*, 2000). Se contabilizaron únicamente las especies que se encuentren en la zona litoral, mientras que para las aves asociadas a la vegetación y que no se relacionan con el hábitat marino, solo se registró presencia, sin registrar la abundancia, pues no son el objetivo de este estudio. Este recorrido se hizo coincidir con la marea baja, ocasión en la que la mayoría de las aves relacionadas con el intermareal se acercan a fin de alimentarse.

Fotografía 2.5-9. Avistamiento de Aves mediante Observación con Prismáticos



La metodología de estudio consistió en contabilizar e identificar todas las aves que se presentaron dentro del área determinada para este estudio. Para tal efecto se utilizaron binoculares Nikon Monarch 10X 42 y una cámara digital Sony Cyber-shot DSC-HX1 9,1 MP con aumento zoom óptico de 20X, con la cual fueron fotografiadas algunas especies así como lugares de gran concentración de aves. También se fotografiarían los nidos encontrados, en caso de existir éstos.

La duración de los conteos de aves para estaciones puntuales fue de 5 minutos, basado en lo estipulado por Fuller & Langslow (1984), a fin de disminuir la probabilidad de recuento y

disminuir el problema de la movilidad de los ejemplares. Una vez iniciado el monitoreo, se contabilizaron las especies en vuelo una única vez, considerando aquellas aves que difícilmente se posan, como es el caso de las golondrinas. Este conteo instantáneo se utiliza a fin de evitar el recuento de especies. Nuevos ejemplares volando que sean observados durante el monitoreo no fueron contabilizados, a fin de disminuir la probabilidad de sobrestimar (Tasker *et al.*, 1984).

Las aves consideradas en los conteos corresponden únicamente a aquellas avistadas dentro del radio descrito, durante los 5 minutos de observación en cada estación puntual. El resto de aves observadas en los traslados entre puntos, o bien aquellas avistadas durante otras actividades de este Estudio de Línea Base, fueron consideradas como datos de presencia.

Para confirmar la identificación de las especies se utilizaron las Guías de Campo de Aves de Chile de Araya & Millie (1996) y Aves de Chile de Jaramillo *et al.* (2005). Los resultados se ordenaron en planillas de cálculo para la presentación de valores de densidad (ind/m^2).

El presente estudio permitió observar y describir la composición y concentración de aves del sector para la época de invierno, verano y otoño.

En la Fotografía 2.5-10 permiten observar parte del área estudiada en las campañas de invierno y verano.

Fotografía 2.5-10. Vistas Generales del Área de Estudio. Arriba Vista Sector Norte; Abajo Vista hacia Sector Sur. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011 y Verano 2012



2.5.4 Resultados y Análisis

2.5.4.1. Descripción del Área de Influencia y Usos del Borde Costero

2.5.4.1.1. Generalidades

La Región de Antofagasta se extiende en 126.440 km², representando el 16,7% del territorio nacional (excluido el territorio antártico) y es la segunda con el territorio más amplio del país.

Está bañada por el Océano Pacífico a lo largo de aproximadamente 500 km de litoral, lo cual invita a su explotación económica. La costa no presenta grandes accidentes geográficos, pero tiene muy poco espacio entre la Cordillera de la Costa y el mar, a excepción de la Península de Mejillones.

Posee, en general, un clima desértico, con variaciones de mar a cordillera. En la costa presenta clima desértico costero, con escasa oscilación térmica. En la depresión intermedia se encuentra el clima desértico normal, con fuerte oscilación térmica diaria, sin precipitaciones, con cielos limpios y alta sequedad. Sobre los 3.000 metros de altitud, se presenta un clima desértico marginal de altura, siendo el único sector con pluviosidad, la que cae especialmente en los meses de verano.

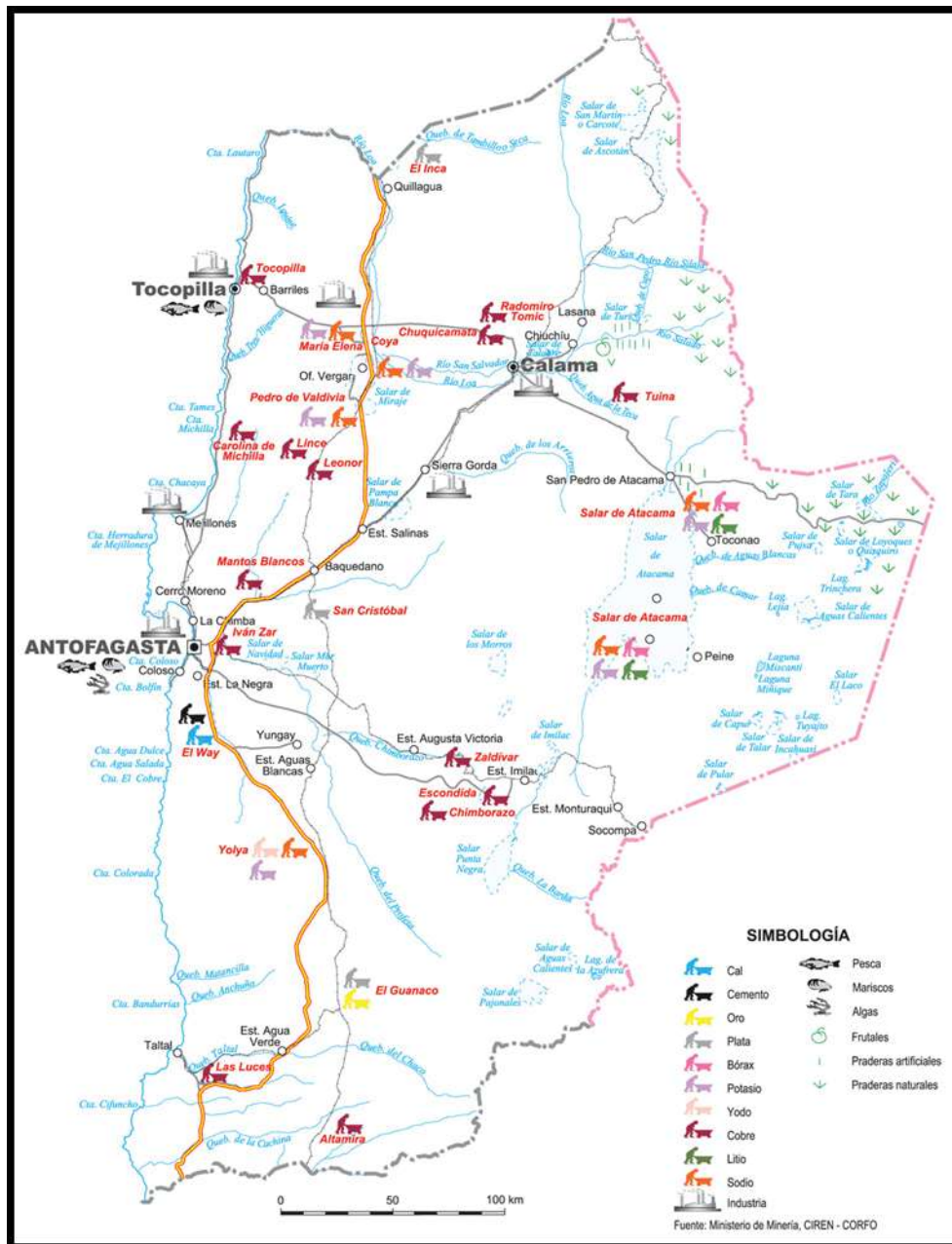
Desde el punto de vista hidrográfico, al Sur del río Loa hay un arreísmo absoluto, sin que existan escurrimientos superficiales. En toda su extensión, los suelos se caracterizan por una alta salinidad. La condición de completa aridez caracteriza su fisonomía típica de desierto hostil a toda clase de vida.

Descripción del Borde Costero Regional

El borde costero de la Región de Antofagasta tiene una extensión de 472 km de longitud, sin grandes accidentes y en su mayoría de gran estrechez entre la Cordillera de la Costa y el mar. Ocupa parte de las comunas de Tocopilla, Mejillones, Antofagasta y Taltal, las cuales reúnen cerca del 70% de la población regional.

Durante el año 2009, el Gobierno Regional de Antofagasta dio inicio al proceso de "Zonificación del Borde Costero de la Región de Antofagasta", el cual tiene por objetivo generar condiciones favorables para el desarrollo sustentable del borde costero regional, a través de un instrumento de zonificación que entregue certeza de los usos actuales y potenciales de este territorio, acorde con los intereses regionales y locales, con el propósito de mejorar las condiciones de vida de la comunidad toda.

Figura 2.5-13. Actividades Primarias y Secundarias de la Región de Antofagasta



Fuente: Ministerio de Minería, CIREN-CORFO

Las políticas regionales y locales se han orientado a cambiar el aspecto del borde costero de la región de Antofagasta. Si antes este espacio se construía en función de las demandas de la minería, hoy se apuesta a la diversificación productiva potenciando el desarrollo del turismo, la actividad portuaria, pesca, acuicultura y del sector inmobiliario. Además, a través de una fuerte inversión pública y privada se ha impulsado su uso recreativo, con la construcción de playas artificiales e infraestructura recreacional y el mejoramiento de paseos peatonales y parques. En congruencia con esto, los instrumentos de planificación territorial vigentes consideran las

particularidades de los territorios, potenciando el desarrollo de las comunas costeras hacia la diversificación.

Como se ha mencionado, la Región de Antofagasta es considerada la capital minera del país, tanto por sus niveles de producción, como por su industria. Su gran desarrollo genera un panorama favorable debido a las ventajas comparativas para apoyar el crecimiento y desarrollo de otros sectores de la economía, como la construcción, el comercio, la industria, los servicios, la agricultura de desierto, la energía y el transporte, entre otras. En este sentido, se destaca el rol preponderante de la industria portuaria, su gran desarrollo e impulso al comercio exterior, como corredor bioceánico y Zona de Integración del Centro Oeste de América del Sur (ZICOSUR).

A lo largo del borde costero regional, encontramos una serie de atractivos que han sido poco explorados. Uno de éstos corresponde a la desembocadura del río Loa. Situada justamente en el límite con la región de Tarapacá, la desembocadura del río Loa corresponde a la única zona de estuario que combina ecosistemas terrestres y acuáticos. Aquí se congregan un gran número de aves residentes y visitantes como taguas, patos, cormoranes, pilpilenes y aves playeras migratorias, que brindan un espectáculo de vida y color, que brindan un espectáculo de vida y color (<http://www.goreantofagasta.cl/goreantofagasta/index.aspx?channel=6170>).

En general, las caletas tienen un potencial vinculado al desarrollo de turismo de pequeña escala, deportes náuticos y pesca deportiva. En este sentido destaca Caleta Paquica, situada a 25 km al norte de Tocopilla. La caleta es reconocida como una zona de veraneo, de gran belleza escénica y con potencial turístico. Hacia el sur se encuentra La Cuchara, una playa de arena fina y blanca, apta para deportes acuáticos.

Playa Covadonga es la primera playa artificial de estas características construida en nuestro país, inaugurada en el año 2005 en el marco del Programa de Mejoramiento del Borde Costero de la Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas. Es una playa protegida, que cuenta con una longitud de 190 m aprox., inserta en pleno casco urbano. Su uso principal es la recreación y en sus cercanías se puede encontrar distintos servicios turísticos.

Otro atractivo en la comuna de Tocopilla lo constituye el Monumento Nacional Sector costero de Gatico y las ruinas de Cobija, ubicado aproximadamente 60 km al sur de Tocopilla. En la época precolombina fue una aguada utilizada por los changos, y más tarde, una caleta boliviana. En el año 1907 se traslada al lugar la parroquia de Cobija. Aún se conserva la Casa de Huéspedes del lugar, con un mirador en el tercer piso.

El balneario de Hornitos es uno de los atractivos turísticos más importante del borde costero de la Región de Antofagasta. De gran concurrencia, se accede fácilmente desde la ruta 1 a través de un desvío pavimentado. Es una bahía de gran tamaño con playas de arena fina que se extienden por aproximadamente por 5 km. Los imponentes acantilados sedimentarios añaden belleza escénica al lugar. Este sector constituye un importante asentamiento de veraneo con viviendas construidas dentro de los 80 m y campings ubicados en el sector norte de la bahía. Hornitos es reconocido por su potencial para el desarrollo de turismo de playa, su belleza paisajística y sus excelentes condiciones para los deportes náuticos y pesca de orilla, sin embargo, no cuenta con dotación de servicios básicos. Cercano al balneario se encuentra Playa Chacaya que destaca como una de las mejores playas del litoral regional y con condiciones apropiadas para el desarrollo de deportes náuticos.

La Bahía de Mejillones concentra casi en su totalidad el desarrollo industrial de la comuna y tiene una connotación regional, nacional e internacional, debido a su potente infraestructura portuaria, situada en una ubicación estratégica. Frente a la bahía, en dirección norte se emplaza el barrio industrial con empresas como GNL, Central Térmica Angamos, Molinor, Megapuerto Angamos y Muelle Interacid, Molicop, Edelnor, Central Térmica Gas Atacama, Polpaico y Enaex. Contiguo a

este sector, se encuentra el muelle Fiscal y Muelle CORPESCA, propiedad de la asociación pesquera y el astillero Arica.

Como se describirá más adelante, se destaca por su presencia el Megapuerto Angamos con una potente infraestructura, que en la actualidad le permite una capacidad de transferencia de 2 millones de toneladas anuales. Está diseñado para atender a naves de carga general y contenedores, con una capacidad de 70 mil toneladas. En cuanto al área de respaldo, la terminal considera unas 5 hectáreas de áreas de pre-embarque y 7 hectáreas en áreas de almacenamiento, con accesos viales y ferroviarios directos a éstas.

El Puerto de Antofagasta y el Puerto Angamos son parte fundamental en las conexiones bioceánicas pertenecientes a la Zona de Integración del Centro Oeste de América del Sur (ZICOSUR), constituyendo 2 de los 4 puertos participantes. Es importante mencionar que ZICOSUR corresponde a un proyecto de integración económica y social de los países, que tiene como objetivo principal desarrollar el comercio exterior con los mercados internacionales mediante la articulación de ejes de comunicación y la integración social y cultural.

La configuración rectilínea de la faja costera se ve interrumpida por la presencia de la Península de Mejillones, la cual se proyecta aproximadamente 20 km hacia el Océano Pacífico, con una longitud aproximada de 55 km y una línea de costa que supera los 120 kilómetros. La península es característica por su geomorfología de imponentes formas acantiladas, y la presencia de islotes y playas rocosas expuestas permanentemente a la acción del viento y de las olas. Además destaca su alta biodiversidad de especies, resultado de aguas costeras ricas en nutrientes, provenientes de eventos de surgencias.

El sector de Caleta Constitución corresponde a un área de asentamiento de pescadores artesanales e infraestructura de apoyo a la pesca artesanal. El sector es reconocido como un fondeadero. Aquí se ha verificado la congregación de tortugas verde (*Chelonia mydas*) y olivácea (*Lepidochelys olivacea*). Esta es una zona donde existe gran actividad de extracción de algas.

Siguiendo en dirección sur se encuentra la Isla Santa María, situada frente a sector de caleta Errázuriz. Forma parte de una autodesignación para la conservación, del Ministerio de Bienes Nacionales. Cuenta con las condiciones ideales para realizar buceo y así disfrutar de la fauna marina y de sus densos bosques de macroalgas pardas. Cabe destacar el importante número de aves que nidifican en este lugar y los numerosos avistamientos de cetáceos que se dan en el área. Además es apta para pesca deportiva y para la realización de deportes náuticos.

Bolsico corresponde a una ensenada de aguas calmas, ya que su litoral queda bastante protegido del oleaje y las corrientes. Es un área con gran potencial para el desarrollo de turismo recreativo, ya que presenta excelentes condiciones de viento para la práctica de deportes náuticos como Kitesurf, Windsurf, entre otros.

Juan López corresponde a uno de los balnearios más concurridos de la comuna de Antofagasta. El sector de gran belleza paisajística, cuenta con una playa de aguas cristalinas, una caleta de pescadores, casas y cabañas de veraneo y establecimientos comerciales menores para abastecerse de insumos básicos. Es posible realizar pesca deportiva y deportes náuticos como velerismo. El sindicato de pescadores cuenta con un área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos en el sector de playa Acapulco, desde donde se extraen recursos como loco, lapa, cholga y pulpo. No cuenta con dotación de servicios básicos y se accede al lugar a través de la ruta 1 tomando el desvío por el camino B446 y luego B440.

Playa la Rinconada se ubica a 25 kilómetros al norte de la ciudad de Antofagasta. Corresponde a la extensión de la playa que une la Península de Mejillones con la costa interior de bahía Moreno, en el sector denominado Las Losas, donde termina el acantilado costero. Es una playa de aguas

cristalinas, fuerte oleaje y vientos provenientes del sur y suroeste. Tiene vocación eminentemente turística recreativa, especialmente para la pesca de orilla y los deportes náuticos.

Frente a esta playa, se encuentra la Reserva Marina La Rinconada que corresponde a un área protegida donde existe uno de los bancos naturales de la especie ostión del norte, más grande del país. El objetivo de la reserva es proteger una amplia zona de reproducción y de variabilidad genética de este recurso hidrobiológico.

El Monumento Natural La Portada de Antofagasta se encuentra a 16 km. al norte de Antofagasta, en dirección a Mejillones. Su formación corresponde a un proceso geológico de más de siete millones de años, que combina elementos de fósiles, con areniscas y fenómenos tectónicos que originaron la compresión submarina y posterior levantamiento de mantos cálcicos. Como monumento natural es un área reducida, con el objetivo de preservar el ambiente natural y escénico. Los visitantes pueden realizar actividades de tipo recreativas, como: observación de la belleza escénica, fotografía, excursión y esparcimiento. En su entorno cuenta con servicios higiénicos, servicios gastronómicos y venta de artesanía.

Caleta la Chimba es una caleta que cuenta con un pequeño muelle, e infraestructura de apoyo a la pesca. El sindicato de pescadores de esta caleta posee un área de manejo en el sector, de gran extensión (abarca 4 km al norte, casi hasta la Portada). El lugar posee un potencial recreativo y turístico dado por el proyecto de construcción de una playa artificial y además aquí se sitúa uno de los sitios arqueológicos más antiguos del Pacífico sudamericano, con fechas de ocupación estimadas en un rango entre 10.000 y 9.500 años A.P. En el sector de La Chimba Bajo se encuentra la planta Desalant S.A., empresa desalinizadora de agua de mar. Cabe destacar el incipiente desarrollo inmobiliario que se está dando y que ha tomado fuerza en el transcurso de los años en el sector de la Chimba.

La Playa Artificial Trocadero está orientada al uso de los habitantes de las nuevas urbanizaciones y barrios de la ciudad de Antofagasta y que se concentran principalmente en ese sector. El Programa de Mejoramiento del Borde Costero del Ministerio de Obras Públicas (MOP) contempla para el 2010, la entrada en ejecución del proyecto de construcción de obras de mejoramiento como veredas peatonales, escalas de accesos, servicios higiénicos, camarines, zona deportiva, entre otros. Por su parte, Playa Paraíso es la tercera playa artificial situada en el sector céntrico de la ciudad de Antofagasta, en las inmediaciones del barrio histórico. Se construyó en el marco del programa de mejoramiento del Borde Costero que ejecuta el MOP.

Balneario Municipal, playa artificial altamente concurrida, se ubica en uno de los sectores de mayor confluencia de la ciudad. Cuenta con infraestructura y equipamiento orientado a la recreación, como canchas deportivas, un paseo peatonal, pubs, restaurantes, entre otros. Está habilitada para el baño y la pesca.

En el sector de Coloso es relevante mencionar la participación de Escondida, con parte de sus instalaciones ubicadas en este sector. Esta minera es la operación minera de cobre de mayor producción en el mundo. El año 2008, con 1.255.019 toneladas métricas de cobre fino, representó aproximadamente un 23,5% de la producción nacional. El Terminal Marítimo La Escondida se encuentra ubicado en Caleta Coloso y cuenta con un angosto muelle de estructura metálica de 120 m de largo y por el cual corre una cinta transportadora del mineral. En este lugar se ubica asimismo la planta desalinizadora de agua de mar construida recientemente con el propósito de abastecer en parte los consumos de la operación.

Caleta Coloso está situada a 18 km. al sur de Antofagasta. En 1902 fue un importante puerto de embarque traído en ferrocarril desde los cantones salitreros. Junto con la crisis del salitre se paralizó el puerto, desmantelándose las instalaciones industriales en 1932. Actualmente es una caleta de pescadores artesanales donde es posible degustar productos del mar.

Caleta Paposo constituye un importante asentamiento ubicado a 50 km aproximadamente de la ciudad de Taltal. Debido a su importancia ecológica (zona de alto endemismo de flora), constituye parte del sitio prioritario para la conservación y de la futura reserva que lleva su nombre. El pueblo de Paposo cuenta con electricidad y se abastece de agua a través de camiones aljibes. La población en su mayoría se dedica a la pesca artesanal, explotando recursos tales como la cojinova, dorado, congrio colorado y negro, peje perro, pulpo, erizo y lapa.

Las Tórtolas se encuentran a 20 km al sur de Taltal. Lugar de gran belleza escénica donde destaca playa las Tórtolas, una playa protegida, apta para el baño, de arenas finas y aguas color turquesa, que es frecuentada en el periodo estival. Destaca además una guanera de tamaño considerable, donde es posible realizar avistamientos de diversas especies como lile, guanay, pelicanos y piqueros, lo cual añade belleza escénica al lugar.

Caleta Cifuncho cuenta con una playa de aguas cristalinas y una caleta con una completa infraestructura de apoyo a la pesca. El lugar tiene un gran potencial turístico, siendo reconocido como uno de los mayores atractivos del borde costero regional, debido a esto hoy existen proyectos de inversión en la zona. Cifuncho no cuenta con servicios básicos, no obstante, en la actualidad existe un proyecto para la instalación de una planta desalinizadora, como parte del programa Agua Potable Rural y de esta forma abastecer con agua a la población.

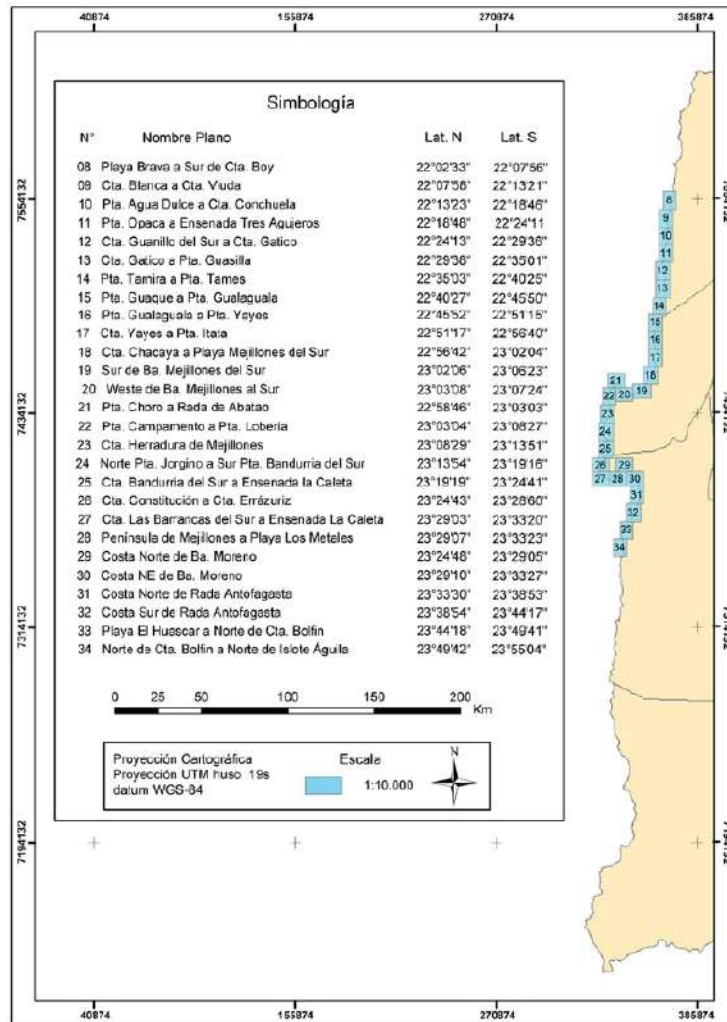
El Islote Fernández Vial es un islote ubicado frente al sector de Guanillo. Alberga una guanera con un número considerable de aves marinas como el piquero, guanay y pelicanos. Cinco kilómetros al sur de Guanillo, se encuentra el límite norte del Parque Nacional Pan de Azúcar, área protegida que pertenece al Sistema Nacional de reas Silvestres Protegidas del Estado. El Parque posee una superficie total de 43.754 hectáreas, de las cuales 11.790 hectáreas se encuentran en la Región de Antofagasta. La presencia de neblinas costeras o camanchacas hace posible encontrar en el sector aledaño a la costa, una mayor diversidad de vegetación, entre ellas una serie de especies de flora que se encuentran con problemas de conservación.

Caracterización área de influencia

Plano Marítimo Costero

De acuerdo a lo detallado en el plano marítimo costero de la región de Antofagasta de la Figura 2.5-14 elaborado por la Comisión Nacional del Uso del Borde Costero (2009), las áreas de influencia para este proyecto se localizarían en la Zona 09, correspondiente a Caleta Blanca hasta el sector donde se emplazarán las obras marinas del proyecto (km 14).

Figura 2.5-14. Plano Marítimo Costero de la Región de Antofagasta

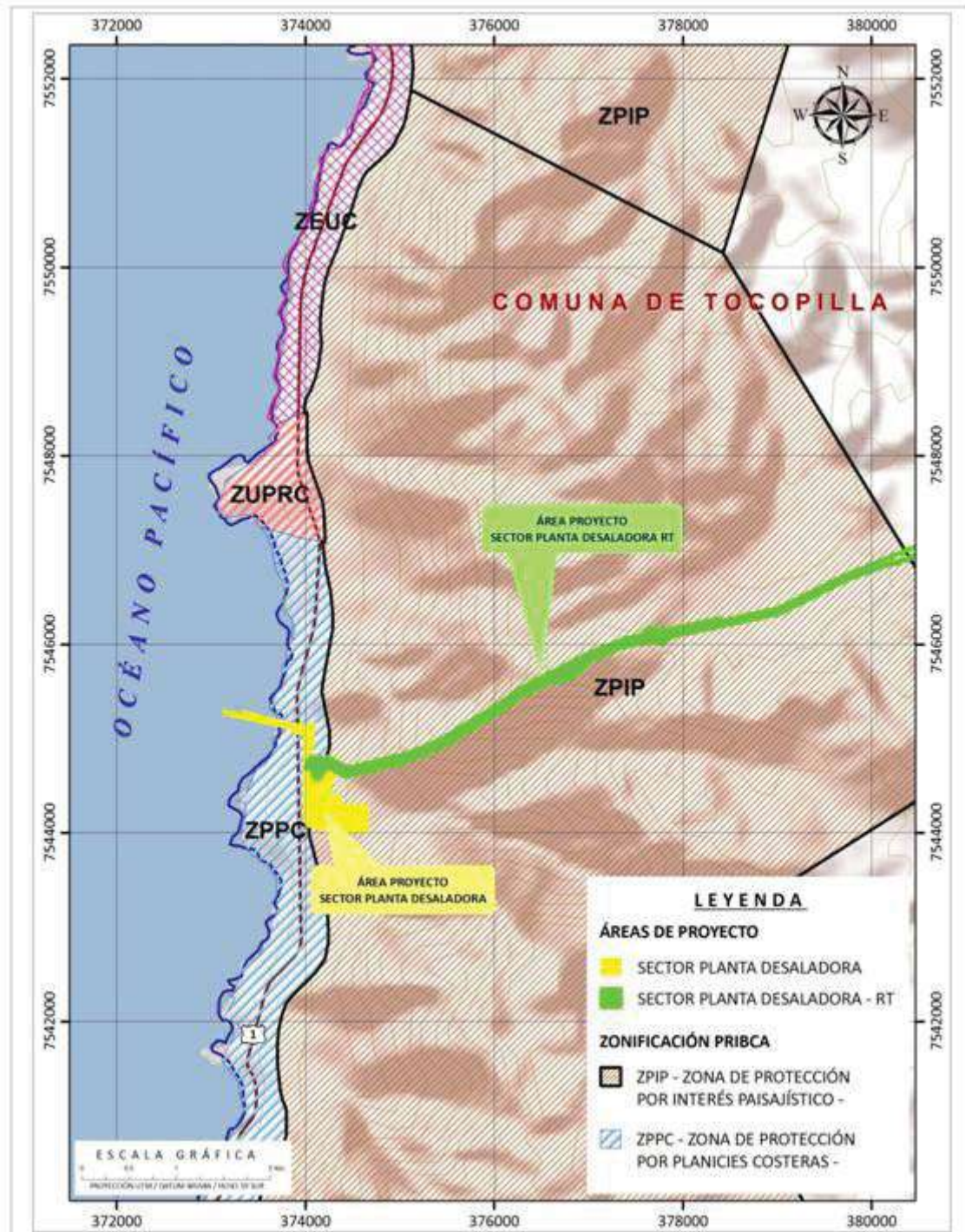


Fuente: Subsecretaría para las fuerzas Armadas, Comisión Nacional del Uso del Borde Costero, 2009

Zonificación del Borde Costero

En la Figura 2.5-15, se entrega un detalle del Plano de Zonificación Usos del Borde Costero del área donde se emplazarán las obras marinas.

Figura 2.5-15. Zonificación del PRIBC y Áreas de Proyecto



Áreas Protegidas

En Chile existen áreas destinadas a proteger el patrimonio natural, desde principios del siglo XX. Si se consideran todas las formas existentes para poner un espacio de valor natural y cultural bajo protección, se puede concluir que hay muchos instrumentos legales de los cuales echar mano, en situaciones disímiles y con distinta intensidad de protección, desde la más estricta hasta aquellas áreas donde se compatibiliza protección y uso sustentable.

La Política Nacional de Áreas Protegidas reconoce la posibilidad de desarrollo de tres subsistemas de Áreas Protegidas en Chile: i) el subsistema público en el ámbito terrestre (administrado por la Corporación Nacional Forestal, CONAF) y marino (administrado por el Servicio Nacional de Pesca), ii) el subsistema público-privado en el ámbito terrestre (el Ministerio de Bienes Nacionales delega y supervisa administración de terceros) y marino (Subsecretaría de Marina y SEA delegan y supervisan administración a terceros) y iii) el subsistema privado, tanto en propiedad como en gestión.

Los principales sistemas y marcos regulatorios vigentes para las áreas protegidas, y reconocidas actualmente como áreas con protección oficial por el SEA de acuerdo a Rovira *et al.* (2006), relacionadas con el ámbito marino, son:

- Las figuras de la Ley de Pesca, cuya creación es conducida por la Subsecretaría de Pesca y son administradas por el Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA, ambos dependientes del Ministerio de Economía: Parques Marinos, Reservas Marinas y Reservas Genéticas.
- Las Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos AMCP-MU, actualmente bajo la tuición de las Comisiones Regionales de AMCP formadas por SEA, SERNAPESCA, Gobierno Regional, Intendencia, SERNATUR, MBN, DIRECTEMAR, CONADI, Consejo Zonal de Pesca, ONG y Universidades (D.S. 827/95 Ministerio de Relaciones Exteriores, D.F.L. 340/60 Ministerio de Defensa, D.F.L. 2.222/78 Ministerio de Defensa, D.S. 475/94 Ministerio de Defensa).
- Espacio costero marítimo de los pueblos originarios: la Ley N° 20.249, publicada en el Diario Oficial el 16 de febrero de 2008, crea la figura jurídica del espacio costero marino de los pueblos originarios. El objetivo de la ley es preservar el uso consuetudinario de dichos espacios, a fin de mantener las tradiciones y el uso de los recursos naturales por parte de las comunidades indígenas vinculadas al borde costero. La norma señala que los bienes comprendidos en el borde costero, que se encuentran bajo la supervigilancia y administración del ministerio de Defensa Nacional, y en particular de la subsecretaría de Marina, serán susceptibles de ser declarados como espacio costero marino de pueblos originarios. Para ello, la Corporación Nacional Indígena, CONADI, una vez iniciado el procedimiento por la comunidad solicitante, ante la subsecretaría de Pesca, deberá acreditar el uso consuetudinario de estos espacios, mediante prácticas o conductas habituales realizadas por la generalidad de los integrantes de las comunidades, que sean reconocidas colectivamente como manifestaciones de su cultura. Conforme a esta ley, se destina un espacio marino delimitado, cuya administración será entregada a comunidades indígenas o asociaciones de ellas, cuyos integrantes han ejercido su uso consuetudinario. El convenio de uso tiene carácter indefinido. La ley resguarda los derechos de concesiones de acuicultura o áreas de manejo otorgadas a terceros, con anterioridad a la solicitud de constitución de este espacio marino especial.

Existen otras figuras sobre las cuales aún no hay claridad de si constituyen o no formas de protección oficial. Algunas de las más importantes son:

- Áreas de Prohibición de Caza. El SAG fiscaliza la Ley de Caza 19.473/97; el Ministerio de Agricultura declara el área según el artículo 4 de la misma ley. No está claro quién administra esas áreas.
- Reservas de la Biósfera. El Gobierno solicita la incorporación de determinados espacios a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera de UNESCO (de acuerdo a Estrategia de Sevilla y Marco Estatutario de la Conferencia General de la UNESCO del año 1995). Todas las existentes en Chile, salvo dos recién creadas (Cabo de Hornos y Bosques Templados), comprenden territorios bajo la administración de CONAF.
- Concesiones Marinas para Investigación. Son áreas costeras concesionadas por parte de la Subsecretaría de Marina a centros de investigación, en base a Ley N° 340 de 1960 sobre Concesiones Marítimas.
- Zonas Marinas Especialmente Sensibles. Son áreas marinas que el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (de manera abreviada, MARPOL), dependiente de la Organización Marítima Internacional, reconoce con un grado de protección mayor, debido a su especial importancia por razones ecológicas, socioeconómicas o científicas, y porque pueden ser vulnerables a los daños causados por las actividades del transporte marítimo internacional.
- Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). Son áreas situadas en la franja costera reservada a la pesca artesanal, que la Subsecretaría de Marina concede al Servicio Nacional de Pesca y que este destina a una organización de pescadores artesanales para la ejecución de un proyecto de manejo y explotación de recursos bentónicos. Su creación se basa en la Ley 18.892.

Otras Figuras Importantes a Tener en Consideración son:

- Áreas Apropriadadas para el ejercicio de la Acuicultura (AAA): Los decretos sobre las Áreas Aptas para la Acuicultura (AAA) son aquellos espacios geográficos definidos según la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), mediante la debida consulta a los organismos encargados de los usos alternativos de esos terrenos o aguas, en los cuales el Estado está facultado para recibir y aceptar a trámite solicitudes de concesión de acuicultura. Actualmente existen AAA en aguas marítimas de las regiones I, II, III IV, VIII, IX, X, XI y XII, faltando su definición para las regiones V, VI, y VII, las que se encuentran en trabajo para su determinación. En la actualidad, sólo existen AAA en cuerpos de agua marítimos. Estas áreas no son excluyentes para la realización de otras actividades en su interior, como pueden ser las de turismo, concesiones marítimas, áreas de manejo, etc. La definición de las AAA se oficializan mediante Decretos Supremos del Ministerio de Defensa Nacional, publicados en el Diario Oficial, los que contienen las coordenadas geográficas de cada sector de AAA, la cartografía de referencia, incluyendo su escala y edición.
- Zonificación del Borde Costero: Se enmarca dentro de la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República – PNUBC - (Decreto Supremo N° 475 de 1994, del Ministerio de Defensa Nacional). La Zonificación es el proceso de ordenamiento y planificación de los espacios que conforman el Borde Costero del litoral, que tiene por objeto definir el territorio y establecer sus múltiples usos, expresados en usos preferentes y graficados en planos que identifiquen, entre otros aspectos, los límites de extensión, zonificación general y las condiciones y restricciones para su administración. La Zonificación consiste en generar condiciones favorables a la conservación, al equilibrio medioambiental y social, y a la inversión pública y privada, proporcionando estabilidad y

certeza respecto del uso sustentable de los espacios contenidos en el Borde Costero Regional.

- Borde Costero, según la PNUBC, comprende los terrenos de playas fiscales situados en el litoral, la playa, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores y el mar territorial de la República, encontrándose sujetos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina (Decreto Supremo N° 35.064, MINDEF, SUBSECMAR, Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República, de enero de 1995).

A continuación, se detallan para la Región de Antofagasta (Figura 2.5-16), antecedentes de las diferentes unidades que conforman los Sistemas de Protección, de acuerdo a Rovira *et al.* (2006).

- Reserva Marina La Rinconada

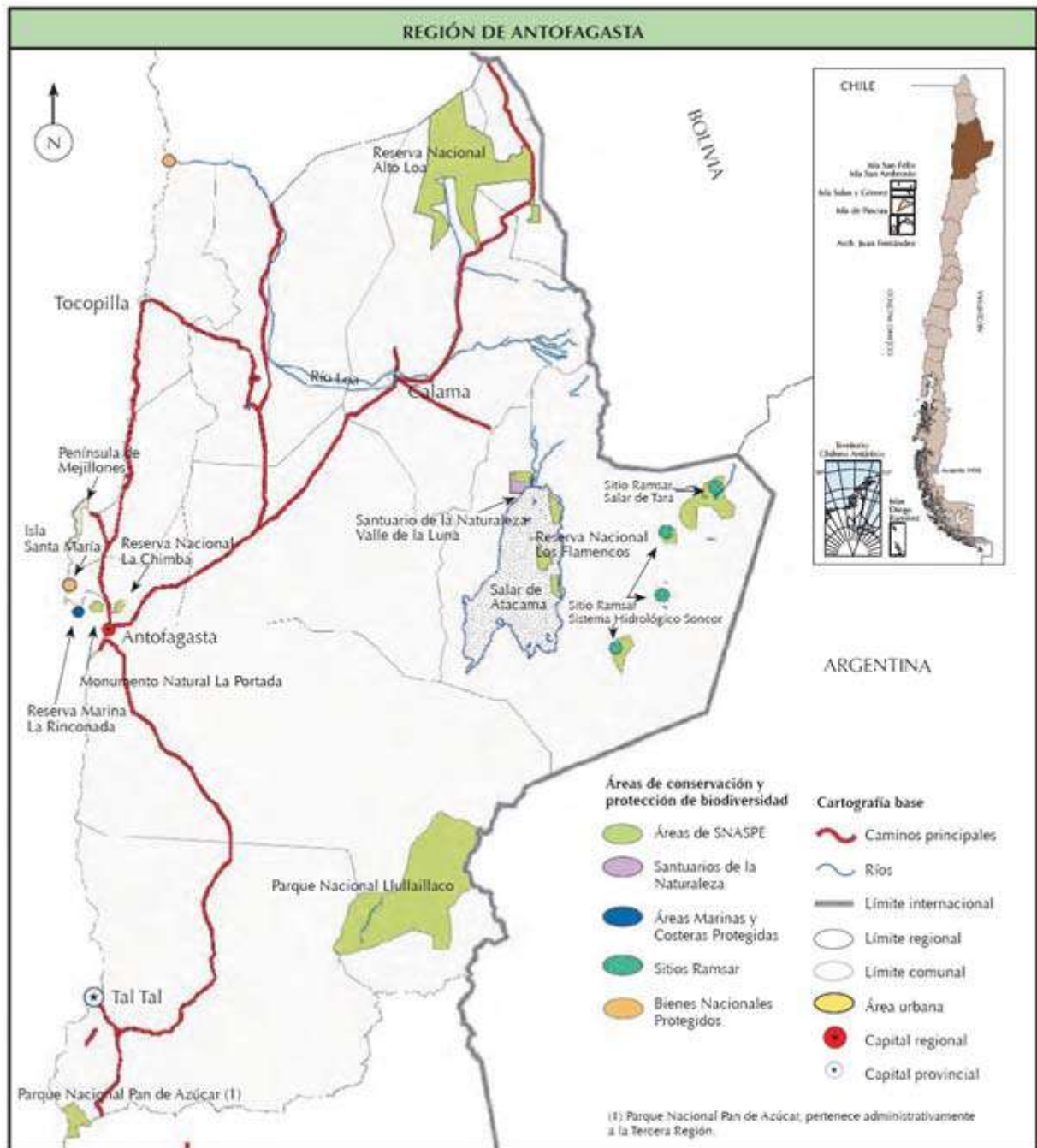
Las características de la Reserva Marina La Rinconada se detallan en la Tabla 2.5-27.

Tabla 2.5-27. Reserva Marina La Rinconada en la Región de Antofagasta

Nombre	Reserva Marina La Rinconada
Fecha de creación Decreto	28 de febrero de 2003 D.S. 23 del Ministerio de Economía
Localización	Caleta Vieja, Comuna de Antofagasta, Provincia de Antofagasta
Superficie	331,61 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta reserva es una de las más importantes del país, tanto en tamaño como en diversidad genética. Se pretende, a través de su protección, establecer medidas de administración que involucren la conservación integral y ecosistémica de los recursos hidrobiológicos y de su ambiente, de acuerdo con lo señalado en la Ley de Pesca, siendo el recurso objetivo de la Reserva el ostión del norte (<i>Argopecten purpuratus</i>) que representa una importante fuente económica para el país, así como la presencia de bancos naturales actualmente escasos, debido a una intensa explotación de este recurso en la zona.

Fuente: Rovira *et al.*, 2006

Figura 2.5-16. Principales Áreas de Conservación y Protección de la Biodiversidad en la Región de Antofagasta



Fuente: Rovira et al., 2006

Bienes Nacionales Protegidos

Dentro de la categoría de Bienes Nacionales Protegidos, se encuentran en la Región de Antofagasta la Península de Mejillones (Tabla 2.5-28) e Isla Santa María (Tabla 2.5-29).

Tabla 2.5-28. Bien Nacional Protegido Península de Mejillones en la Región de Antofagasta

Nombre	Península de Mejillones
Fecha de creación Decreto	28 de diciembre de 2007, DEX, 644
Localización	Comuna de Mejillones, Provincia de Antofagasta
Superficie	7.215,84 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor ecológico y/o patrimonial	Este predio presenta una gran relevancia para la conservación de procesos ecosistémicos que se dan en el interfaz marino-costero. La presencia de surgencias marinas, genera una alta disponibilidad de alimento para las especies vinculadas al ecosistema marino-costero, lo que permite que este lugar contenga una gran abundancia y riquezas de especies, muchas de las cuales presentan problema de conservación destacando el gaviotín chirrío (<i>Sterna lorata</i>), chungungo (<i>Lontra felina</i>), lobo fino austral (<i>Arctocephalus australis</i>). El predio protegido ofrece para estas y otras especies hábitat de refugio, alimentación y reproducción.

Fuente: Rovira *et al.*, 2006

Tabla 2.5-29. Bien Nacional Protegido Isla Santa María en la Región de Antofagasta

Nombre	Isla Santa María
Fecha de creación Decreto	28 de diciembre de 2007. DEX. 663
Localización	Comuna de Antofagasta, Provincia de Antofagasta
Superficie	85,86 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor ecológico y/o patrimonial	Este predio presenta una gran relevancia para la conservación de procesos ecosistémicos que se dan en el interfaz marino-costero. Constituye el hábitat de una gran cantidad de especies de aves, mamíferos e invertebrados marino. Se constituye como sitio de nidificación de varias especies de aves dentro de las que destacan la gaviota peruana (<i>Larus belcheri</i>), el gaviotín monja (<i>Larosterna inca</i>), y uno de los pocos lugares de nidificación registrados para gaviotín chirrío (<i>Sterna lorata</i>). El predio protegido ofrece para estas y otras especies hábitat de refugio y alimentación.

Fuente: Rovira *et al.*, 2006

Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)

De acuerdo a la información disponible en la Subsecretaría de Pesca de acuerdo a la información disponible en la Subsecretaría de Pesca disponible en la Subsecretaría de Pesca (http://www.subpesca.cl/controls/neochannels/neo_ch847/neochn847.aspx?appinstanceid=855&pubid=2081), los sectores geográficos tramitados bajo el régimen de AMERB en el área del sector km 14 al 31 de marzo de 2011, se detallan en la Figura 2.5-17, y son las siguientes.

- Punta Blanca. Pertenece a S.T.I. Pescadores de Tocopilla. Sector decretado y vigente.
- Punta Ana. Pertenece a S.T.I. de Buzos Mariscadores y Ramos Similares de la Caleta Punta Atala de la Comuna de Tocopilla. Sector decretado y vigente.

Para mayor comprensión de las Figura 2.5-17 el color Verde corresponde a sectores AMERB con decreto publicado y vigente (incluye tanto AMERB asignadas como aquellas disponibles para asignación).

Figura 2.5-17. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) en alrededores del Sector km 14



Fuente: Propia en base a información de Subpesca

Actividades Industriales, Turísticas y Pesqueras

Las principales actividades que se desarrollan y/o registran en el borde costero del área de estudio y aledaña se detallan a continuación, de sur a norte:

- Punta Atala y Caleta Atala: Es una playa pequeña, naturalmente protegida. Se encuentra a 24 km al sur de Tocopilla. Punta Atala destaca a lo lejos ya que la conforman tres cerros.

Como se ha descrito anteriormente, la caleta (Fotografía 2.5-11) tiene un Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) desafectada. Es muy concurrida en temporada de verano y se accede por un camino de ripio.

Fotografía 2.5-11. Caleta Atala



Las obras marinas que se emplazarán en el sector denominado km 14, si bien no cuenta con infraestructura turística, el sector es concurrido por personas (no pescadores) de Tocopilla que van a “marisquear” al sector con fines recreativos. Además, en el sector se efectúan actividades de extracción de recursos hidrobiológicos efectuada por buzos mariscadores (Fotografía 2.5-12).

Fotografía 2.5-12. Actividades de Extracción de Recursos Hidrobiológicos



- Extracción recursos hidrobiológicos (buceo)



- Extracción informal de recursos borde costero



Por otro lado, en el sector se ubican ruinas que dan cuenta de antiguos asentamientos humanos con fines industriales (procesamiento de minerales; Fuente: lugareños) (Fotografía 2.5-13).

Fotografía 2.5-13. Ruinas de Instalaciones destinadas a Procesamiento de Minerales



- Punta Blanca: se encuentra a 12 kilómetros de Tocopilla (Fotografía 2.5-14). Balneario familiar con infraestructura de camping (ejercito). Se encuentran conchales precolombinos. Es apta para la pesca y práctica de deportes. Se accede por un camino de ripio. Como se ha descrito anteriormente, el S.T.I. Pescadores de Tocopilla posee una AMERB en el área marina.
- Playa Covadonga: Este sector estaba constituido por una playa expuesta totalmente al oleaje, con fondo esencialmente constituido por rocas y sólo existía arena en algunos sectores cercanos a la orilla. En la actualidad, producto del Convenio de Programación en Ejecución entre el Ministerio de Obras Públicas (MOP) -a través de la Dirección de Obras Portuarias y el Gobierno Regional de la Segunda Región, se creó la playa artificial del sector de Covadonga (Fotografía 2.5-14), ubicada al sur de Tocopilla. Inaugurada en el 2005, corresponde a un sector de playa artificial y cuenta con 190 metros totalmente disponibles para el baño seguro.

Fotografía 2.5-14. Usos Emplazados en Sector de Punta Blanca y Playa Covadonga, Comuna de Tocopilla

Caleta Atala



Playa artificial Covadonga



- Caleta Boy: Se ubica en el extremo sur de la ciudad de Tocopilla. Es un pequeño balneario que cuenta con una piscina de agua salada, alimentada naturalmente por la subida de las mareas. Lugar muy concurrido por su fácil acceso; cuenta con restaurante, estacionamientos, duchas y baño (Fotografía 2.5-15).

- Central Termoeléctrica Tocopilla Electroandina S.A.C.: La Central Termoeléctrica Tocopilla (CTT) (Fotografía 2.5-15), fundada el 18 de mayo de 1915, inaugurándose como centro de trabajo de Chuquicamata, propiedad de Chile Exploration Co. Hoy, es la instalación de generación de energía eléctrica de mayor potencia instalada en el país. Con diez unidades generadoras y más de 1.000 MW instalados, juega un papel fundamental en el suministro eléctrico del SING (Sistema Interconectado del Norte Grande).

Fotografía 2.5-15. Usos Emplazados en Sector la Ciudad de Tocopilla



Detalle de caleta Boy



Central Termoeléctrica Tocopilla

- Nueva Tocopilla N° 1 y N° 2, Norgener: De propiedad de AES-Gener, esta central termoeléctrica (Fotografía 2.5-16) posee dos unidades construidas por Mitsubishi Corp. La primera unidad, de 136,3 MW reconocidos por el CDEC-SING, fue conectada al sistema en febrero de 1995, y la segunda, de 140 MW, fue conectada en febrero de 1997. En septiembre de 1998, la segunda unidad aumentó su potencia reconocida por el CDEC-SING de 138 a los 140 MW; esto permitió aumentar a 276,3 MW la capacidad instalada de Norgener, equivalente aproximadamente al 17 por ciento de la capacidad instalada total del SING. En el ámbito comercial, Norgener mantiene vigente un contrato de largo plazo de suministro de energía eléctrica con Minera Escondida Ltda., para el abastecimiento de hasta 172 MW. A éste se suman los contratos suscritos con SQM Salar S.A. (ex Compañía Minera Salar de Atacama S.A.) para abastecer de energía a sus instalaciones por un total de 10 MW, y con SQM Nitratos S.A., por 10 MW.

Fotografía 2.5-16. Central Nueva Tocopilla, Norgener



- Puerto de Tocopilla: Puerto Tocopilla (Fotografía 2.5-17) inició sus operaciones en noviembre de 1987. Posee capacidad de almacenamiento de graneles líquidos, sólidos y carga general, para ser transferidos a naves y camiones. Dispone para ello de estanques de almacenamiento, redes y sistemas independientes para cada requerimiento. Es un terminal multipropósito, que posee dos grúas de 30 Ton/cu, canchas de graneles sólidos (70.000 m²), bodegas y explanadas (5.000 m²) y capacidad de almacenamiento de graneles líquidos (50.000 m³).

Fotografía 2.5-17. Puerto Tocopilla por la Noche



- Muelle Fiscal o Terminal Pesquero (Fotografía 2.5-18): la producción pesquera es desembarcada en este muelle. Al costado norte se encuentran el antiguo muelle en ruinas y oxidado de la minera Tocopilla

Fotografía 2.5-18. Muelle Fiscal



- Balneario El Salitre: también llamada “El Panteón”, situada al norte del terminal pesquero de Tocopilla. Playa con gran contaminación no apta para el baño (Fotografía 2.5-19). La Dirección de Obras Portuarias (DOP) proyecta construir una playa artificial en la que se debe realizar un Estudio de Impacto Ambiental.

Fotografía 2.5-19. Balneario El Salitre



- Corpesca (Fotografía 2.5-20): empresa procesadora de harina de pescado, formada por la asociación de las empresas Pesquera Coloso y Guanalle, ubicada en el barrio industrial de Tocopilla. Junto a las plantas elaboradoras de harina y aceite de pescado de los puertos de Arica, Iquique, y Mejillones, son capaces de procesar cerca de mil toneladas de materia prima por hora.

Fotografía 2.5-20. Empresa Corpesca



2.5.4.2. Antecedentes Ambientales de Carácter Técnico y Científico de la Zona Costera

Se realizó una recopilación de la información técnica y científica disponible para el área de estudio. La recopilación de antecedentes está basada en medios de difusión especializados, entre los cuales se pueden mencionar publicaciones científicas, congresos, revistas, Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) de la zona de estudio, bibliotecas de universidades regionales y toda la información disponible en la biblioteca particular de los consultores (ej. Ecotecn).

2.5.4.2.1. Aspectos Oceanográficos Locales

No se cuenta con información de literatura sobre corrientes en el sector de estudio. No obstante, Geomar (2008), en el contexto del Programa de Vigilancia Ambiental de la Central Termoeléctrica Tocopilla de Electroandina efectuó estudios lagrangianas en el sector de Punta Algodonales. Los resultados de las mediciones efectuadas por Geomar el día 20 de octubre de 2008 en dos estaciones a 0 y 5 m de profundidad, se detallan en la Figura 2.5-18.

Las principales conclusiones obtenidas en este estudio fueron:

Las *velocidades promedios* a 0 metros de las corrientes medidas frente a la descarga de las aguas de enfriamiento de la Central Termoeléctrica Tocopilla (Electroandina) fluctuaron entre 5,12 cm/s (vaciante) y 1,59 cm/s (llenante), mientras que a 5 metros de profundidad oscilaron entre 3,13 cm/s (vaciante) y 3,58 cm/s (llenante). En tanto, la *dirección final* de los derivadores en superficie resultó ser principalmente NW en llenante y NW en vaciante, (Figura 2.5-18) mientras que a 5 m la dirección fue NE en vaciante y NW en llenante (Figura 2.5-18).

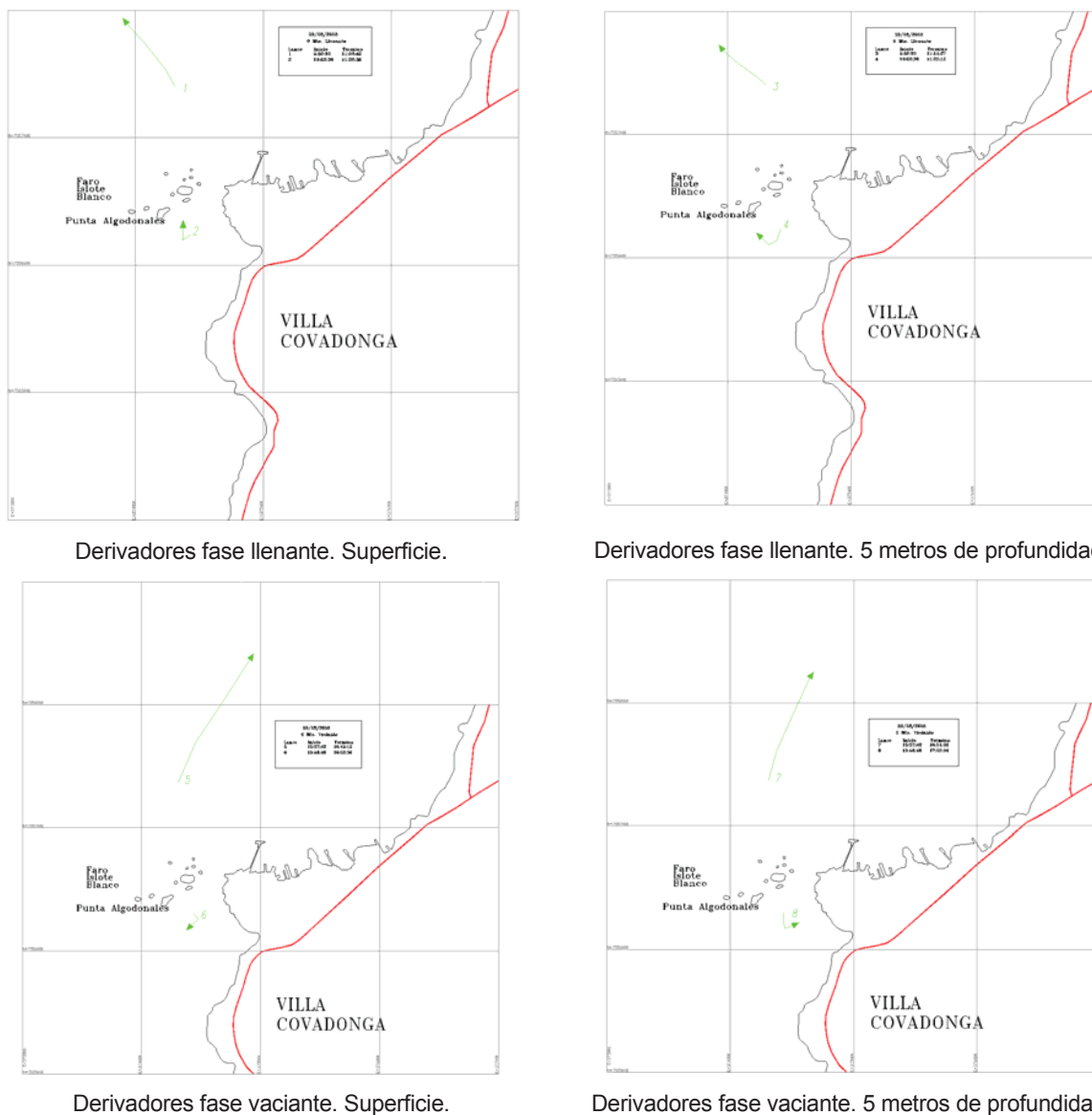
Respecto a la relación entre la velocidad de las corrientes, la fase mareal y el sector de las descargas de la Central, es posible inferir que la condición de vaciante tiene un patrón de corrientes más favorable que las registradas en llenante, puesto que en superficie las corrientes llegan a alcanzar un promedio vectorial de 5,12 cm/s en vaciante.

Respecto al comportamiento de las corrientes en el sector del muelle de la Central, el comportamiento de las corrientes difiere de una fase de marea a otro: mientras en marea llenante los derivadores se alejan de la costa, con dirección predominante NW, en vaciante se desplazan hacia el NE. Asimismo, en marea llenante las corrientes presentaron en superficie una velocidad promedio de 13,52 cm/s, mientras que a 5 la velocidad fue de 3,58 cm/s. En

tanto, en fase de marea vaciante las velocidades promedio a 0 y 5 metros fueron de 27,21 y 20,19 cm/s. Por tanto, en el sector del muelle de la Central, tanto por las velocidades de mayor magnitud como por la dirección de las corrientes, la situación es más favorable en fase de marea vaciante, fase lunar en la cual las aguas son sacadas fuera de la bahía a altas velocidades de las corrientes.

En conclusión, los resultados del estudio de las corrientes lagrangianas en el área del muelle de la Central, muestran un comportamiento, con máximas velocidades en fase de marea vaciante, así como con una dirección de dispersión más favorable debido a que las aguas son desplazadas fuera de la bahía (NW), es decir, alejándose de la costa.

Figura 2.5-18. Resultados de los Estudios de Derivadores (Correntometría Lagrangiana) de los Estudios de Geomar (2008)



2.5.4.2.2. Características Físico-Químicas de las Aguas y Sedimentos

El estudio de Geomar (2008), efectuó un análisis de los parámetros de la columna de agua. Los resultados más relevantes de este estudio, por parámetro, fueron:

- Temperatura. Se registraron temperaturas superficiales en septiembre de 2008 de entre 15,2 – 17,4° C, influenciados por la descarga de la Central Térmica Tocopilla.
- pH. Los valores obtenidos variaron entre 7,29 – 7,44, observándose poca variación entre ellos. Existiría ausencia de aportes externos de compuestos ácidos o alcalinos que generen un desequilibrio entre el CO₂ disuelto y el atmosférico y, por tanto, no existirían problemas de alteración de la acidez del agua de mar en las estaciones estudiadas, clasificando las aguas de acuerdo a la futura norma de aguas marinas como de buena calidad para el pH.
- Cobre. Las concentraciones de este metal pesado en la columna de agua estuvieron bajo 0,001 mg/L (límite de detección).
- Plomo. Todas las muestras analizadas se encontraron bajo 0,001 mg/L (límite de detección).
- Cloro Libre Residual. Las concentraciones de Cloro Libre Residual en todas las estaciones fueron menores a 0,01 mg/L.
- Fosfato. Los niveles de fosfato medidos oscilaron entre 0,008 y 0,174 mg/L. No se apreció una clara distribución de los contenidos de fosfato respecto al sector norte y sur de Punta Algodonales. Tampoco fue posible verificar una distribución clara en la columna de agua, pues los valores oscilaron en forma azarosa en todas las estaciones.
- Vanadio Disuelto. Los valores de Vanadio Disuelto oscilaron entre 1,65 y 3,68 µg/L. Los resultados mostraron una variación de este elemento disuelto en la columna de agua, tanto en la columna de agua como entre las estaciones.
- Níquel Disuelto. Los valores de Níquel Disuelto fueron todos menores a <1 µg/L.
- Sólidos Suspendidos. Fluctuaron entre 21,8 y 26,8 mg/L. Los valores de sólidos suspendidos estarían constituidos principalmente por las comunidades fitoplanctónicas presentes en el área de estudio.
- Sólidos Disueltos. Los valores de Sólidos Disueltos fluctuaron entre 37.400 y 38.050 mg/L.
- Coliformes (Fecales y Totales). Los valores de coliformes fecales (CF) fueron <20 NMP/100 ml en todas las estaciones. Por lo tanto, el 100% de las estaciones se clasificaría de acuerdo a la futura norma de aguas marinas como aguas de buena calidad para el contenido de CF. Los coliformes totales, en un 90% de las estaciones se hallaron por debajo de <20 NMP/100 ml, sólo una estación alcanzó los 20 NMP/100 ml.

Otro estudio efectuado en las cercanías de Tocopilla, específicamente frente a playa Los Salitres, es el de Ecotecnos (2009). En este estudio se concluye que los valores de temperatura se encuentran acordes al área (latitud) de estudio y a la época del año y son similares a los señalados por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). Se aprecian escasos cambios en profundidad de los registros de temperatura (termoclinas), incluso en la estación analizada con mayor profundidad. Esto generaría una estrecha capa de mezcla superficial, que permitiría la dispersión de cualquier sustancia vertida al medio marino en esta época del año.

En tanto, los registros de oxígeno disuelto mostraron una columna de agua con baja oxigenación. Esto no sería de extrañar, puesto que estos resultados coinciden con los efectuados en otros estudios de áreas cercanas, como la Bahía de Mejillones del Sur, donde Zuñiga *et al.* (1983) hallaron una “disminución del oxígeno disuelto en toda la columna de agua”, presentando el agua circundante al fondo “concentraciones bajísimas de oxígeno, con valores inferiores a 1 ml/l”. Por lo anterior, la situación detectada en la columna de agua de Tocopilla estaría acorde a lo registrado en la literatura científica y en los datos que el SHOA (1996) posee para el área de estudio.

Respecto a la transparencia medida en el área través del disco Secchi, los resultados muestran una columna de agua más bien prístina, donde la capa eufórica correspondería más bien a toda la columna de agua. Asimismo, los resultados indican que las aguas analizadas no presentan signos de alteración de la acidez (medida a través de los registros de pH), reflejando la ausencia de aportes externos de compuestos ácidos o alcalinos que generen un desequilibrio entre el CO₂ disuelto y el atmosférico.

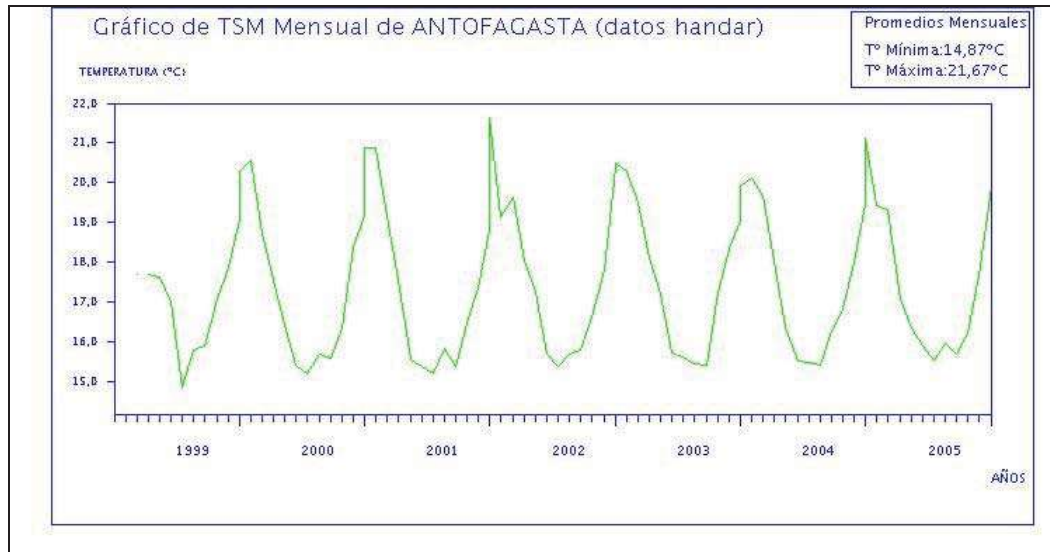
Por otra parte, los contenidos de aceites y grasas reflejaron una columna de agua con ausencia de estos compuestos, igual situación a la detectada para los contenidos de hidrocarburos totales, que se hallaron bajo el límite de detección.

En el caso de los contenidos de metales pesados, tanto las concentraciones de arsénico como las de cadmio, cobre, mercurio, plomo y zinc disueltos clasificaron a la columna de agua como de muy buena calidad para estos parámetros; sólo en el caso del cromo disuelto se hallan algunas evidencias de alteración de la columna de agua. No obstante, el origen de este metal no fue posible de dilucidar en el área de estudio.

Finalmente, el estudio de Ecotecnos (2009) concluye que los análisis de materia orgánica total y coliformes fecales muestran aguas sin presencia de alteración microbiológica, clasificándolas como de muy buena calidad para los coliformes fecales de acuerdo a la Guía CONAMA.

Otra referencia válida para obtener información sobre la temperatura de las aguas del norte de Chile, es la del SHOA. En específico, los datos entregados por el SHOA de la localidad de Antofagasta, distante aproximadamente 185 kilómetros al sur de Tocopilla, indican que el rango promedio histórico fluctúa entre 15,5° C – 20,5° C (www.shoa.cl, para el sector de Antofagasta). (Figura 2.5-19).

Figura 2.5-19. Evolución de las Temperaturas Superficiales del Mar en Antofagasta desde 1999 a 2005



Fuente: SHOA, www.shoa.cl

En cuanto a los sedimentos marinos, el estudio de Geomar (2008), mostró que en Punta Algodonales y sus alrededores son las fracciones muy gruesas del sedimento (guijarro y gránulo), las que caracterizarían el área, especialmente en el costado norte y sur de las descargas de la Central Térmica Tocopilla. En cuanto a los análisis químicos en los sedimentos, el estudio en comento permitió establecer que utilizando los niveles establecidos por las normativas internacionales referenciadas, así como los rangos de concentraciones citados por diferentes estudios nacionales e internacionales, se detectó alteraciones de los sedimentos para el Mercurio, observándose concentraciones por sobre lo normado en la mayoría de las estaciones (rango de entre 0,0074 – 5,60 µg/g).

El estudio de Ecotecnos (2009) mostró que, frente a playa El Salitre, los sedimentos fluctuaron entre arena mediana y arena muy fina. Asimismo, respecto a los niveles de metales pesados estudiados, los contenidos de arsénico, cadmio, cromo y plomo, mostraron ausencia de alteración de los sedimentos por estos metales pesados. No obstante, una situación particular se reflejaría en las concentraciones de cobre y zinc. En ambos casos los contenidos fueron comparativamente muy altos y mostraron claras evidencias de alteración de los sedimentos. Al parecer, dada la relación que existe en la minería para estos dos metales pesados, su origen se vincularía a las faenas de cobre de la compañía Minera Tocopilla. De acuerdo al documento de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2008)...”*Los suelos de Tocopilla aún sufren contaminación por grandes cantidades de desechos de faenas mineras abandonados por empresas que ya no operan en la zona. Minera Tocopilla por ejemplo, que en el año 1992 procesaba el cobre sulfurado por el método de flotación a orillas de la playa, frente al centro de la ciudad, vertía desechos químico y relaves altamente contaminados directamente al mar....*”.

Lo anterior explicaría claramente el nivel de alteración de los sedimentos submareales (e intermareales) del sector de El Salitre – Tocopilla. Por otra parte, en el caso de los hidrocarburos totales, la información entregada indica ausencia de contenidos de estos compuestos en los sedimentos estudiados, coincidiendo este hallazgo con lo hallado en la columna de agua.

En cuanto a la condición sanitaria de los sedimentos del sector de playa El Salitre, los resultados mostraron ausencia de *Salmonella* en todas las estaciones, lo que permite concluir que desde el punto de vista microbiológico, y en específico, de la patogenicidad de los sedimentos de El Salitre - Tocopilla, éstos se encuentran libres de patógenos y no constituyen un peligro desde el punto de vista sanitario.

2.5.4.2.3. Comunidades Biológicas

a) Ictiofauna

Los peces comprenden organismos que básicamente viven en un medio acuoso, pero cuya definición aún es objeto de controversias. Así es como se pueden encontrar organismos sin verdaderas mandíbulas, como son los agnathos (lampreas de aguas dulces y anguilas babosas marinas), junto a peces con mandíbulas y esqueleto cartilagosos, como tiburones, rayas, mantarayas, los torpedos y holocéfalos como los peje-gallos y quimeras. Pero en este Grupo también se incluyen a los peces óseos como el jurel, la cabrilla, la anchoveta, los lenguados, entre muchos otros.

Las características que los peces poseen los ubican como un grupo parafilético (Bond, 1996). Quizás por esta gran diversidad es que los peces son uno de los grupos de organismos más exitosos que han existido; representan aproximadamente el 50 por ciento de los vertebrados actualmente presentes en el planeta.

Eschmeyer (2005), en su clasificación de los peces, señala que dentro de los peces Agnathos existen dos órdenes, Myxiniformes y Cephalaspidomorphi, ambos representados en Chile. Para el caso de los Elasmobranquios, se reconocen mundialmente once órdenes. Para Chile se señala a los Hexanchiformes, Orectolobiformes, Lamniformes, Carchariniformes, Squaliformes, Squatiniformes, Torpediniformes y Rajiformes, que representan un 73 por ciento del total. Para los Holocephalos, se reconoce a Chimaeriformes, el cual se encuentra representado en Chile. Para la Clase Actinopterygii (que corresponde a los Osteichthyes) se indican 35 órdenes para Chile de un total de 45 (77 por ciento); además, cuatro son introducidos: Acipenseriformes, Cypriniformes, Characiformes y Salmoniformes (aquí se encuentran todas las especies de truchas y salmones que sustentan la salmonicultura en Chile), y Cyprinodontiformes, que representan un 8,9 por ciento. En la Tabla 2.5-30 se señalan los Órdenes de peces presentes en Chile, sin incluir aquellos introducidos (ordenamiento basado en Nelson, 1994).

En Chile no hay representantes de la Clase Sarcopeterygii (peces pulmonados) y celacantos ("fósil viviente").

La última recopilación de las especies que han sido citadas para Chile fue realizada por Pequeño (1997); en ella se agregan 166 especies a las 1.016 especies nativas y 19 especies introducidas señaladas con anterioridad. En un breve recuento desde 1997 en adelante, la lista sistemática de peces en Chile ha aumentado; sin embargo, debe tenerse en cuenta que las futuras revisiones taxonómicas que se realicen, tanto en el nivel nacional como internacional, harán variar el número de especies, ya sea en aumento o disminución del número de especies presentes en Chile.

Para el caso de la fauna de condricios, los esfuerzos han sido menores, hallándose el trabajo de Lamilla & Sáez (2002), quienes publican una clave para identificar las rayas de Chile, grupo de peces que hasta esa fecha era difícil de identificar a nivel de especie. Recientemente se publicó una clave que permite identificar tiburones y rayas, de amplia distribución en el Pacífico chileno. En tanto, Pequeño *et al.* (1990) indican que existe una marcada diferencia entre los tipos de distribución geográfica de los Batidoidomorpha (rayas, en general) y los Squalomorpha (tiburones

y similares), siendo los primeros generalmente bentónicos, mientras los segundos se consideran típicos pelágicos, con algunos grupos que son pelágico-demersales y escasos demersales-bentónicos.

Por su parte, en Chile los recursos nectónicos ícticos, económicamente importantes, se encuentran asociados al litoral, y están conformados principalmente por los órdenes de peces demersales tales como Gadiformes (con cuatro especies de merluza), Ophidiiformes (con tres especies de congrio) y por peces pelágicos Clupeiformes, pequeños pero abundantes, como la anchoveta y las distintas especies de sardina.

En el sector en estudio no se cuenta con información específica de ictiofauna. Una forma indirecta de determinar las especies presentes en el área de estudio, es a través de la estadística pesquera, en este caso de la Región de Antofagasta (II Región). Esta información puede obtenerse a través del Anuario Estadístico de Pesca del Servicio Nacional de Pesca (http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=451). En este caso se consultó la información del año 2009. En la Tabla 2.5-31 se entrega un detalle de los desembarques artesanales por especie del año 2009, para la Región de Antofagasta. En este caso, Sernapesca menciona un total de 26 especies ícticas.

Tabla 2.5-30. Órdenes de Peces presentes en Chile, sin incluir aquellos Introducidos

Peces sin mandíbulas	
Petromyzontiformes	
Myxiniformes	
Peces con mandíbulas	
Peces Óseos	Peces Cartilagosos (Tiburones, rayas y Quimeras)
Anguiliformes	
Saccopharyngiformes	
Clupeiformes	
Gonorhynchiformes	
Siluriformes	
Osmeriformes	
Salmoniformes	
Aulopiformes	Chimaeriformes
Myctophiformes	Rajiformes
Lampridiformes	Squatiniformes
Polymixiformes	Squaliformes
Ohiidiformes	Hexanchiformes
Gadiformes	Lamniformes
Batrachoidiformes	Carcharhiniformes
Lophiiformes	Orectolobiformes
Mugilliformes	
Atheriniformes	
Beloniformes	
Cyprinodontiformes	
Stephanoberyciformes	
Beryciformes	

Fuente: Meléndez, 2006

Tabla 2.5-31. Desembarque Total Año 2009 por Especie Íctica (en Toneladas) para la Región de Antofagasta, II Región

Especies	Desembarque (en toneladas)
ALBACORA (<i>Xiphias gladius</i>)	326
ANCHOVETA (<i>Engraulis ringens</i>)	15776
APAÑADO (<i>Hemilutjanus macrophthalmus</i>)	4
AZULEJO (<i>Prionace glauca</i>)	14
BACALAO DE PROFUNDIDAD (<i>Dissostichus eleginoides</i>)	24
BLANQUILLO (<i>Prolatilus jugularis</i>)	3
BONITO (<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>)	35
CABALLA (<i>Scomber japonicus</i>)	108
CABRILLA (<i>Sebastes capensis</i>)	24
CABRILLA COMÚN (<i>Paralabrax humeralis</i>)	12
COJINOBA DEL NORTE (<i>Seriolella violacea</i>)	50
CONGRIO COLORADO (<i>Genypterus chilensis</i>)	22
CORVINA (<i>Cilus gliberti</i>)	2
DORADO DE ALTURA (<i>Coryphaena hippurus</i>)	36
JUREL (<i>Trachurus symmetricus</i>)	199
LENGUADO (<i>Payalichthys spp.</i>)	1
LISA (<i>Mugil cephalus</i>)	2
MARLIN (<i>Tetrapturus audax</i>)	2
PEJEPERRO (<i>Semicossyphus darwini</i>)	2
PEJERREY DEL MAR (<i>Odontesthes regia</i>)	2
PESCADO NO CLASIFICADO	1
ROLLIZO (<i>Pinguipes chilensis</i>)	1
SARDINA ESPAÑOLA (<i>Sardinops sagax</i>)	68
TIBURÓN O MARRAJO (<i>Isurus oxyrinchus</i>)	64
TOLLO (<i>Mustelus mento</i>)	1
TOMOYO (<i>Labrisomus philippii</i>)	4
Total Peces Región Antofagasta	16.783

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca, 2009

Desde el punto de vista de la protección y conservación de las especies ícticas, en la Tabla 2.5-32 se entrega un detalle de las vedas establecidas para las principales pesquerías ícticas nacionales al 06 de julio de 2011 (Sernapesca, 2011; http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=203&Itemid=363), aplicables a la II Región.

De las especies desembarcadas en forma artesanal para el área de estudio, se encontraría con veda establecida aplicable a la Región de Antofagasta sólo la "Cojinoba del Norte" *Seriolella violacea*.

Tabla 2.5-32. Vedas Establecidas para la Pesquería de Peces a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas

Peces	Cobertura	Período veda		D.S	D.Oficial
		Desde	Hasta	Nº/AÑO	Publicación
Besugo	Mar territorial y ZEE entre la III a X Región	01 Ene 2011	31 Dic 2011	1470/10	04-ene-11
Cojinoba del Norte	I a IV Región	01 Ago	31 Ago	116/98	03-feb-98
Orange roughy	Mar Territorial y la ZE	01 Ene 2011	31 Dic 2011	1471/10	04-ene-11
Puye	Nacional	01 Ene	28/29 Feb	390/81	30-sep-81
Raya spp.	Mar Territorial y la ZEE continentales e insulares entre la I y la XII Región y aguas interiores comprendidas entre el paralelo 41°28,6'LS y el límite sur de la XII Región.	01 Dic	15 Ene	1432/06	20-dic-06

Fuente: Sernapesca, 2011

b) Comunidades Bentónicas

- *Invertebrados Marinos*

Los invertebrados marinos de Chile incluyen más de 25 phyla, que reúnen numerosas especies, muchas de ellas exclusivas del Pacífico Sudoriental. Este conjunto puede ser agrupado en tres grandes unidades faunísticas o provincias: provincia peruana, área intermedia y provincia magallánica (Camus, 2001), las dos últimas denominadas respectivamente “zona temperada cálida” y “zona temperada fría” por Brattström & Johanssen (1983). En ambos casos, el límite biogeográfico corresponde a aproximadamente 42° S. Esta zonación es también consecuente con las divisiones zoogeográficas de vertebrados propuestas por Pequeño & Lamilla (1993), Sielfeld & Vargas (1999) y Ojeda *et al.* (2000), entre otros.

Debe destacarse, sin embargo, que la gran mayoría de las especies actualmente conocidas para el territorio nacional, corresponden a especies litorales (inter y submareal) y, en menor grado, del ambiente pelágico/ mesopelágico y la plataforma continental. Los estudios sobre la fauna de tipo batipelágico, bentos profundo de fosas, fondo oceánico y montes submarinos sólo ha sido escasamente prospectada.

A lo anterior debe agregarse también el hecho de que la mayoría de los estudios de tipo taxonómico han sido desarrollados por especialistas extranjeros y con esfuerzos de instituciones foráneas. Testimonio de ello son las numerosas expediciones que caracterizaron el siglo pasado y que, en la mayoría de los casos, tuvieron como destino el continente antártico. Especial importancia ha tenido para el litoral central de Chile la expedición de la Universidad de Lund (Suecia) a Chile (expedición LUND, 1948-49), cuyo abundante material de colecta aún se encuentra en estudio y en varios casos no existen investigaciones posteriores.

En este contexto, los invertebrados marinos de Chile incluyen más de 25 phyla, que reúnen numerosas especies, por lo que el alcance de esta revisión supera un análisis por especie de cada uno de estos phyla. Por lo anterior, a continuación se entregará un panorama de los phyla más conspicuos.

Efectuando una revisión por grupos zoológicos, el primer phylum que podemos mencionar es el Annelida. De los tres grupos habitualmente reconocidos dentro de Annelida —poliquetos, oligoquetos y hirudinidos— los poliquetos son exclusivamente marinos. Los oligoquetos y los hirudineos viven en ambientes terrestres húmedos, en las aguas continentales, y algunos grupos particulares también son de tipo marinos. Con más de 9.000 especies nominales descritas en el mundo, agrupadas en más de 12 clados, 83 familias y 1.000 géneros, los poliquetos conforman la clase más numerosa del phylum Annelida (Rouse & Pleijel, 2001). En la costa de Chile continental e insular, se han registrado hasta el momento un total de 556 especies bentónicas (Rozbaczylo, 1985) (Tabla 2.5-33). Con respecto a los poliquetos pelágicos, se han registrado un total 21 especies frente a la costa de Chile continental e insular (Rozbaczylo *et al.*, 2004) (Tabla 2.5-34).

Tabla 2.5-33. Riqueza Taxonómica de Poliquetos Bentónicos de la Costa de Chile Continental e Insular

Área	Clados	Familias	Géneros	Especies
Chile continental	7	47	249	469
Arch. J. Fernández	7	19	35	43
Isla de Pascua	7	25	49	59

Fuente: Sielfeld & Guzmán, 2006

Tabla 2.5-34. Riqueza Taxonómica de Poliquetos Pelágicos de la Costa de Chile Continental e Insular

Área	Familias	Géneros	Especies
Chile continental	3	8	14
Arch. J. Fernández	4	4	5
Isla de Pascua	4	8	10

Fuente: Sielfeld & Guzmán, 2006

Por su parte, los celenterados (Cnidaria) incluyen actinias, corales y medusas. Son un grupo monofilético que representa a Eumetazoa (Histoza), y es considerado como parafilético de las esponjas (phylum Spongiae) que conforman los Parazoa. En particular, el grupo de los Anthozoa se encuentra representado en Chile por 128 especies (Sielfeld & Guzmán, 2006), mientras que se han identificado un total de 375 especies de Hydrozoa (medusas de tamaño mediano a pequeño). Scyphozoa (medusas de tamaño mediano a grande) se encuentran representadas por 14 especies a nivel nacional.

El grupo de los Echinodermata es eminentemente marino, ampliamente distribuido en los mares del mundo. En Chile ha sido intensamente estudiado desde 1709 en adelante. Larraín (1995) entrega un listado comentado de los equinodermos, citando a la fecha, alrededor de 360 especies. Este grupo está mejor representado, en número de especies, hacia el extremo sur del país y en aguas profundas. La situación del grupo en Chile se resume en la Tabla 2.5-35.

Tabla 2.5-35. Representación de Echinodermata en Chile

Subphylum	Clase	Subclase	Orden	Familia	Especies				
Crinozoa	Crinoidea	Articulata	Comatulida	2	13				
			Milericrinida	1	1				
Asterozoa	Stelleroida	Asteroidea	Paxillosida	5	17				
			Valvatida	2	20				
			Spinulosida	7	40				
			Forcipulatida	4	43				
			Ophiuroidea	Phrynophiurida	3	9			
				Ophiurida	8	80			
			Echinozoa	Echinoidea	Perischoechinoidea	Cidaroida	1	17	
Eurchinoidea	Echinothuroidea	1				3			
	Diadematoidea	3				6			
Holothuroidea	Dendrochirothacea	Dendrochirothacea			Arbacioidea	1	3		
					Temnopleuroidea	2	3		
		Aspidochirothacea			Echinoidea	2	9		
					Holactypoida	1	1		
					Clypeasteroidea	1	2		
		Apodacea			Apodacea	Holasteroidea	2	3	
						Spatangoida	5	19	
						Dactylochirothida	1	4	
						Aspidochirothida	3	9	
						Elasipodida	3	17	
		Total			Total	Total	Apodida	2	10
							Molpadiida	2	5
				65	363				

Fuente: Sielfeld & Guzmán, 2006

El phylum Porífera (esponjas) reúne animales metazoos muy primitivos, de tipo colonial carentes de órganos y tejidos propiamente tales. Desde el punto de vista sistemático se reconocen los siguientes cuatro grupos naturales con rango de clases: Calcarea, Hexactinellida, Demospongiae y Sclerospongiae. Los trabajos más relevantes en el ámbito nacional son los realizados por Burton (1930) y Desqueyroux-Faúndez (1972 a 1990). De las especies citadas para Chile destaca la familia Spongillidae, que corresponde a especies dulceacuícolas, presentes en la zona central, aun cuando todavía no estudiadas taxonómicamente. Las especies restantes corresponden a taxa marinos (Tabla 2.5-36). En el ambiente marino la zona con mayor número de especies conocidas, es la del territorio antártico chileno.

De los Arthropoda, la Clase Crustacea es la mejor representada en el medio marino. Los crustáceos están ampliamente distribuidos en el planeta, ocupando nichos principalmente acuáticos, tanto marinos como dulceacuícolas y terrenos húmedos. En Chile se han citado a la fecha aproximadamente 400 especies de crustáceos, que corresponden a cinco clases y 10

subclases (Tabla 2.5-37). Retamal (2000) reconoce la presencia de aproximadamente 254 especies publicadas y CONAMA 2006 menciona 606 especies de crustáceos para Chile. Branchipoda, Maxillopoda y Ostracoda son, en general, formas pequeñas y abundantes, muchas de ellas componentes importantes del plancton, tanto marino como continental. Constituyen una excepción los órdenes Rhizocephala, Pedunculata y Sessilia que son sésiles, sujetos al sustrato o sobre los huéspedes que parasitan. Desde el punto de vista económico son importantes el orden Euphausiacea (30 especies; *krill*) y el orden Decapoda, que reúne especies de interés industrial y la pesca artesanal. En la Tabla 2.5-38 se detalla la diversidad de superfamilias y familias marinas de este orden en Chile.

Los moluscos, finalmente, corresponden a un taxón altamente diversificado. El trabajo recopilatorio más reciente ha sido realizado por Valdovinos (1999), en el que se detalla su distribución por cada cinco grados de latitud, más islas y territorio antártico chileno. Trabajos anteriores han sido presentados por Osorio & Bahamondes (1970), Osorio (1981) y Ramírez (1981; 1987; 1990; 1993).

Actualmente, para Chile se reportan más de 1.200 especies, principalmente marinas. Más de 100 especies son terrestres y dulceacuícolas. El grupo menos representado corresponde al de los ex aplocóforos, con no más de 12 especies. El grupo mejor representado es el de los gasterópodos, con más de 700 especies. Entre ellas destaca el de los tecosomados, organismos netamente pelágicos, cuyo número se ha incrementado en los años recientes. Se registran 234 especies de bivalvos y un número creciente de cefalópodos (90 especies). En la Tabla 2.5-39 se detalla la situación de este grupo en Chile.

Tabla 2.5-36. Representación de Porifera en Chile

Clase	Subclase	Orden	Familia	Géneros	Especies	
Demospongiae	Homoscleromorpha	Homosclerophorida	Plankinidae	1	1	
		Astrophorida	Ascorinidae	2	2	
		Spirophorida	Tellidae	2	3	
		Hadromerida	Polymastiidae	2	4	
			Timeidae	1	1	
			Spirastrellidae	1	1	
			Suberitidae	4	12	
			Latrunculiidae	2	2	
			Clionidae	12		
	Ceratinomorpha	Halichondrida	Axinellidae	5	6	
			Halichondriidae	1	2	
			Hymeniacidonidae	1	3	
			Poecilosclerida	Raspaliidae	1	1
				Mycalidae	1	2
			Cladorhizidae	1	2	
			Myxillidae	6	17	
			Guitarridae	1	1	
			Anchinoidae	2	3	
			Iophonidae	2	9	
		Desmacellidae	2	2		
		Tedaniidae	1	6		

Clase	Subclase	Orden	Familia	Géneros	Especies
			Hymedesmiidae	36	
			Coelosphaeridae	1	2
		Haplosclerida	Chalinidae	3	9
			Niphatidae	1	3
			Phloeodictyidae	1	1
			Callyspongiidae	1	2
		Dictyoceratida	Spongiidae	2	4
		Dendroceratida	Dysideidae	2	2
			Darwinellidae	1	1
			Halisarcidae	1	1
Calcarea	Calcina	Clathrinida	Clathrinidae	7	14
			Leucetiidae	2	3
	Calcaronea	Leucosoleniida	Grantiidae	2	2
			Staurorrhaphidae	1	1
Hexactinellida	Amphidiscophora		Hyalonematidae	1	1
			Pheronematidae	1	1
	Hexastenophora	Hexactinosida	Farreidae	1	1
			Euretidae	1	1
			Coscinoporidae	2	3
			Aulocalycidae	1	1
		Lissacinosa	Euplectellidae	5	7
			Caulophacidae	1	5
			Rosellidae	8	14
Total	7	13	45	133	159

Fuente: Sielfeld & Guzmán, 2006

Tabla 2.5-37. Representación General del Subphylum Crustácea en Chile

Clase	Subclase	Orden	Familia	Especies
Cephalocarida		Brachypoda	1	1
Branchiopoda	Sarsostraca	Anostracea	2	2
	Phyllopoda	Cladocera	2	7
Maxillopoda	Thecostraca	Rhizocephala	2	5
		Pedunculata	3	6
		Sessilia	4	15
	Branchiura	Arguloida	1	2
	Copepoda	Calanoida	12	47
		Harpacticoida	10	72
		Cyclopoida	2	11
		Siphonostomatoida	12	52
		Poecilostomatoida	7	20
Ostracoda	Myodocopa	Myodocopa	4	134

Clase	Subclase	Orden	Familia	Especies
		Halocyprida	2	60
		Podocopa	12	182
Malacostraca	Phyllocarida	Leptostraca	1	1
	Hoplocarida	Stomatopoda	5	9
	Eumalacostraca	Anaspidacea	1	1
		Mysidacea	4	80
		Cumacea	7	97
		Tanaidacea	6	130
		Isopoda	27	430
		Amphipoda	73	860
		Euphausiacea	1	30
		Amphionidacea	1	1
		Decapoda	64	370

Fuente: Sielfeld & Guzmán, 2006

Tabla 2.5-38. El Orden Decapoda en el Ambiente Marino de Chile

Suborden	Infraorden	Superfamilia	Familia	Géneros	Especies
Dendrobranchiata		Penaeoidea	4	9	22
		Sergestoidea	1	2	14
Pleocyemata	Caridea	Pasiphaeidae	1	4	10
		Bresilioidea	1	1	2
		Nematocarcinoidea	2	2	8
		Oplophoroidea	1	6	17
		Campylonotoidea	1	1	2
		Palaemonoidea	2	6	6
		Aphaeoidea	3	14	33
		Pandaloidea	1	5	14
		Physetecarioidea	11	1	1
		Crangonoidea	2	5	13
	Stenopoidea	Stenopodidea	1	2	2
	Astacoidea	Astacidea	1	2	2
	Thalassinidea	Thalassinioidea	3	6	8
	Panilura	Eryonoidea	1	3	6
		Palinuroidea	2	5	6
	Anomura	Coenobitoidea	2	4	7
		Paguroidea	3	12	37
		Galattheoidea	3	12	39
		Hippoidea	2	3	4
	Brachyura	Dromoidea	2	2	3

Suborden	Infraorden	Superfamilia	Familia	Géneros	Especies
		Homoloidea	2	2	2
		Tymoloidea	1	1	1
		Dorippoidea	1	2	4
		Majoidea	1	13	21
		Hymenostomatoidea	1	1	1
		Cancriidea	3	5	11
		Belloidea	1	3	5
		Portunoidea	3	6	8
		Xanthoidea	2	20	30
		Grapsoidea	1	12	20
		Pinnotheroidea	1	5	9
		Ocypodoidea	1	1	2
Total			56	177	370

Fuente: Sielfeld & Guzmán, 2006

Tabla 2.5-39. Representación de Mollusca en Chile

Clase	Subclase	Orden	Familia	Géneros	Especies
Caudofoveata		Chaetodermatida	2	4	7
Solenogastra		Neomeniomorpha	1	2	5
Placophora	Loricata	Lepidopleurida	1	3	8
		Chitonida	5	16	55
Gastropoda	Prosobranchia	Archaeogastropoda	12	38	148
		Caenogastropoda	60	92	132
	Opisthobranchia	Pyramidellimorpha	3	5	11
		Saccoglosa	5	6	6
		Cephalaspidea	4	6	8
		Thecosomata	4	9	20
		Pneumodeerematida	1	2	3
		Anaspidea	2	3	3
		Notaspidea	2	4	5
		Nudibranchia	25	37	68
	Gymnomorpha	Onchidiida	1	1	1
	Pulmonata	Archaeopulmonata	1	1	1
Bivalvia		Solemyda	1	1	2
		Nuculida	3	10	21
		Pteriomorpha	10	31	54
		Palaeoheterodonta	1	1	3
		Heterodonta	24	67	133
		Anomalodesmata	5	7	11

Clase	Subclase	Orden	Familia	Géneros	Especies
		Poromyida	2	2	6
Scaphopoda		Dentallida	1	2	4
		Siphonodentallida	2	2	3
Cephalopoda	Coeloida	Decapoida	18	46	63
		Sepiida	1	1	1
		Sepiolida	1	4	5
		Octopoda	5	9	20
		Vampyromorpha	1	1	1
Total			204	413	1108

Fuente: Sielfeld & Guzmán, 2006

No se cuenta con información específica de invertebrados marinos publicados en revistas o documentos de difusión científica. No obstante, el estudio de Geomar (2008) en los alrededores de Punta Algodonales, en Tocopilla señala que fue posible identificar un total de 38 taxa (especies) diferentes. De éstas, 18 especies pertenecen al grupo de los moluscos (equivalentes al 47% del total de especies encontradas), 11 al grupo de los poliquetos (29% del total de taxa), 6 al grupo de los crustáceos (16% del total de taxa) y 3 se ubican en la categoría de “otros” (8% del total de taxa), 1 taxa para la Clase Ophiuroidea, 1 taxa para la Clase Nematoda y 1 taxa para el Phylum Brachiopoda. Desde el punto de vista de las abundancias, destacaron las especies de gasterópodos *Rissoina inca* y *Nassarius gayi*, el crustáceo *Pagurus villosus* y los poliquetos miembros de las familias Spionidae, Oweniidae y Lumbrineridae.

El estudio de Geomar (2008) concluye que las comunidades macrobentónicas submareales de los sedimentos de las estaciones ubicadas en forma adyacente a la Central Termoeléctrica Tocopilla de Electroandina S.A., presentan comunidades que van desde no alteradas (buen estado) a muy alteradas. Asimismo, se evidencia la presencia en el área de estudio de fauna macrobentónica correspondiente a los grupos taxonómicos más comunes y abundantes que se ubican, de acuerdo a diversos autores, en las diferentes bahías y zonas del submareal de profundidades someras, y se corresponden con los monitoreos previos realizados en esta localidad.

Ecotecnos (2011) efectuó el levantamiento de las comunidades macrobentónicas submareales e intermareales del área adyacente a playa El Salitre. El muestreo de las comunidades macrobentónicas de fondos blandos submareales se realizó el día 06 de enero de 2011, extrayendo muestras en siete estaciones. El análisis faunístico detallado del sector estudiado arrojó un total de 1 taxa (especie), correspondiente al crustáceo decápodo anomuro *Emerita analoga*. El estudio concluye que las comunidades macrobentónicas analizadas en el área de estudio presentan claras evidencias de alteración, lo que se relacionaría muy probablemente con las características químicas de los sedimentos, especialmente con los altos contenidos de cobre y zinc, que han provocado una disminución drástica de la diversidad de estas comunidades.

Respecto a las comunidades intermareales, el estudio de Ecotecnos (2011) realizado el día 05 de enero de 2011, registró 7 transectas perpendiculares a la línea de costa en el sector de playa El Salitre. En el área estudiada fue posible identificar una (1) especie: el crustáceo decápodo anomuro *Emerita analoga*. El estudio concluyó que las comunidades intermareales de sustrato blando ubicadas en las áreas adyacentes a El Salitre, Tocopilla, presentan comunidades con una representación faunística muy baja, lo que da cuenta de evidencias de posible alteración de estas

comunidades de sustrato blando. Esto último podría estar relacionado, a la luz de los resultados que se obtuvieron en los análisis químicos, especialmente de metales pesados, de los sedimentos de playa, a las altas concentraciones de cobre de los sedimentos intermareales (y submareales) generados por las actividades antrópicas llevadas a cabo en el litoral adyacente a la zona de estudio, lo cual alteraría el hábitat de las especies del intermareal. Esto traería como consecuencia la drástica disminución de la diversidad de las comunidades macrobentónicas intermareales estudiadas.

Por otra parte, una forma indirecta de determinar las especies de invertebrados marinos presentes en el área de estudio es a través del análisis de la información de los recursos de invertebrados marinos de importancia comercial, disponible en el Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca, 2009). En las Tabla 2.5-40 a Tabla 2.5-42 se entrega un detalle de los desembarques artesanales registrados por especie del año 2009, de moluscos, crustáceos y equinodermos y piures-tunicados), en la Región de Antofagasta, respectivamente. En este caso, Sernapesca menciona un total de 11 especies de moluscos que se capturan y comercializan en el área de estudio; 2 crustáceos, 1 equinodermo y 1 tunicado.

Tabla 2.5-40. Desembarque Total de Moluscos (Año 2009) por Especie (en Toneladas), para la Región de Antofagasta, II Región

Especies	Desembarque (en toneladas)
ALMEJA (<i>Protothaca taca</i>)	51
CARACOL LOCATE (<i>Thais chocolata</i>)	187
CHOLGA (<i>Aulacomya ater</i>)	95
CHORITO (<i>Mytilus chilensis</i>)	2
CHORO (<i>Choromytilus chorus</i>)	26
CULENGUE (<i>Gari solida</i>)	11
JIBIA O CALAMAR ROJO (<i>Dosidicus gigas</i>)	1
LAPA (<i>Fissurella spp.</i>)	1.020
LOCO (<i>Concholepas concholepas</i>)	81
NAVAJUELA (<i>Tagelus dombeii</i>)	2
PULPO (<i>Octopus mimus</i>)	1.204
Total Moluscos Región de Antofagasta	2.680

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca, 2009

Tabla 2.5-41. Desembarque Total de Crustáceos (Año 2009) por Especie (en Toneladas), para la Región de Antofagasta, II Región

Especies	Desembarque (en toneladas)
JAIBA PATUDA (<i>Talipeus marginatus</i>)	2
JAIBA PELUDA O PACHUNA (<i>Cancer setosus</i>)	21
Total Crustáceos Región de Antofagasta	23

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca, 2009

Tabla 2.5-42. Desembarque Total de “Otras Especies” (Año 2009) por Especie (en Toneladas), para la Región de Antofagasta, II Región

Especies	Desembarque (en toneladas)
ERIZO (<i>Loxechinus albus</i>)	107
PIURE (<i>Pyura chilensis</i>)	28
Total Otras Especies Región de Antofagasta	135

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca, 2009

Desde el punto de vista de la protección y conservación de las especies de moluscos, crustáceos y equinodermos, en las Tabla 2.5-43 a Tabla 2.5-45 se entrega un detalle de las vedas establecidas para las principales pesquerías nacionales al 06 de julio de 2011 (Sernapesca 2011, http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=203&Itemid=363). De las tablas mencionadas, es posible concluir que de las especies de moluscos, crustáceos y equinodermos desembarcados en el área de estudio, se encontrarían con vedas establecidas aplicables a la Región de Antofagasta, las siguientes especies:

Moluscos:

- Chorito *Mytilus chilensis*
- Choro *Choromytilus chorus*
- Locate *Thais chocolata*
- Loco *Concholepas concholepas*
- Pulpo *Octopus mimus*

Crustáceos:

- Jaiba patuda *Taliepus marginatus*
- Jaiba peluda *Cancer setosus*

Equinodermos:

- Erizo *Loxechinus albus*

Tabla 2.5-43. Vedas Establecidas para la Pesquería de Moluscos a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas

Moluscos	Cobertura	Período veda		D.S	D.Oficial
		Desde	Hasta	Nº/ Año	Publicación
Caracol Trumulco	Nacional	15 Nov	15 Ene	58/81	05-mar-81
Chorito	I a XI Región	01 Nov	31 Dic	47/84	14-mar-84
Choro	Nacional	15 Sep	31 Dic	136/86	06-jun-86
Locate	XV, I y II Región	01 Marzo	31 Oct	348/96	29-may-96
Loco	XV a VI Región	01 Febr	30 Junio	409/03	14-jun-03
Ostión del Norte	I a IV Región	14 Ago 2007	14 Ago 2012	1208/07	13-ago-07
Ostra chilena	Nacional	01 Oct	31 Mar	168/85	18-jul-85

Moluscos	Cobertura	Período veda		D.S	D.Oficial
		Desde	Hasta	Nº/Año	Publicación
Pulpo	I a IV Región	01 Jun	31 Jul	254/00	01-jul-00
Pulpo	I a IV Región	01 Nov	28 Feb	254/00	01-jul-00

Fuente: Sernapesca, 2011

Tabla 2.5-44. Vedas Establecidas para la Pesquería de Crustáceos a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas (Fuente: Sernapesca, 2011)

Crustáceos	Cobertura	Período veda		D.S	D.Oficial
		Desde	Hasta	Nº/Año	Publicación
Camarón Nailon	II a VIII Región	01 Julio	31 Ago	92/98	30-ene-98
Centollón	Nacional	01 Dic	31 Ene	134/86 (1)	17-jun-86
Jaibas	Nacional	Veda Indefinida	Veda Indefinida	9/90 (2)	23-feb-90
Langostino Colorado	I a IV Región	01 Ene	30 Mar	1242/05	21-oct-05

(1) Centollón hembras están vedadas, habiendo prohibición de desembarque y comercialización.

(2) Establece en todo el territorio nacional una veda indefinida de hembras de las siguientes especies de jaiba: Jaiba panchote, jaiba patuda, jaiba remadora o limón, jaiba paco; y establece en todo el territorio nacional una veda indefinida de hembras ovígeras de las siguientes especies: Jaiba peluda, jaiba marmola y jaiba mora.

Tabla 2.5-45. Vedas Establecidas para la Pesquería de Equinodermos a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas

Equinodermos	Cobertura	Período veda		D.S	D.Oficial
		Desde	Hasta	Nº/Año	Public.
Erizo	XV a XI Región	15 Oct	15 Ene	291/87	10-oct-87

Fuente: Sernapesca, 2011

- *Algas Marinas*

Al igual que el conjunto de organismos fotosintéticos conocidos bajo el nombre de “algas”, las algas marinas bentónicas son organismos autótrofos de estructura simple, con escasa o ninguna diferenciación de células y tejidos complejos, como ocurre en las plantas vasculares y con estructuras reproductivas también simples. Estos organismos tienen la particularidad de crecer adheridos al sustrato, integrando las comunidades marinas de la zona litoral y submareal poco profunda del ambiente marino.

Por su condición de autótrofos, las algas marinas bentónicas cumplen un rol ecológico fundamental como productores primarios y constituyen la base de las cadenas tróficas en los ecosistemas que habitan.

Cumplen además una serie de otras funciones ecológicas no productivas, como servir de sustrato, lugar de desove y de refugio a muchos peces e invertebrados marinos. Por otra parte, son fuente directa de alimento para el hombre y otros animales consumidores, producen antibióticos, hormonas y otras sustancias de uso medicinal.

Constituyen también fertilizante de suelos para cultivos agrícolas y algunas producen y concentran en sus paredes celulares sustancias químicas del tipo polisacáridos, como el agar, la carragenina y el ácido algínico. Estos coloides o gomas vegetales, debido a sus propiedades espesantes, estabilizantes y emulsionantes, sirven de materia prima para la producción de una variedad de productos industriales.

Los taxa de algas marinas bentónicas representadas mayoritariamente en este ambiente son las Chlorophyceae o algas verdes, las Phaeophyceae o algas pardas y las Rhodophyceae o algas rojas.

La costa de Chile continental (18° S – 55° S) incluida en la región del Pacífico temperado de Sudamérica, más los territorios insulares y el territorio antártico, comprenden una extensión costera de aproximadamente 9.000 kilómetros, donde crece y se desarrolla una abundante y variada flora marina. No obstante lo anterior, Ramírez (2006) indica que los estudios taxonómicos en una primera etapa no alcanzan la velocidad de producción de los trabajos ecológicos sobre la flora marina de Chile. Estudios florísticos que incluyan, por ejemplo, descripción de floras locales han sido relativamente escasos en el país, a excepción del trabajo de Santelices (1989), “Algas Marinas de Chile. Distribución, ecología, utilización, diversidad”, en el cual se describen e ilustran 143 especies de algas, correspondientes a las especies más comunes y mejor caracterizadas taxonómicamente de la costa de Chile continental e Isla de Pascua, y el trabajo de Hoffmann & Santelices (1997) “Flora Marina Bentónica de Chile Central”, que describe 114 especies presentes entre los 30 y 41 grados de latitud sur.

Otra obra importante en este ámbito es el “Catálogo de Algas Marinas Bentónicas de la Costa Temperada del Pacífico de Sudamérica” (Ramírez & Santelices, 1991). Dicha obra recopila y ordena la información referente a la totalidad de las especies citadas en la literatura nacional. Este ordenamiento ha facilitado en gran medida la tarea a científicos tanto nacionales como extranjeros para desarrollar estudios taxonómicos en esta interesante flora. Algunos de estos trabajos han aportado con nuevos registros y también nuevas especies para el área, en tanto que otros han dado a conocer resultados sobre revisiones taxonómicas y nomenclaturales de géneros y especies conflictivas. Entre estos aportes figuran las publicaciones de Ramírez & Rojas (1991), Ramírez & Müller (1991), Ramírez & Tapia (1991), Ramírez *et al.* (1993), Fredericq *et al.* (1992), Hommersand *et al.* (1993), Peters (1990, 1992a, 1992b), Bird *et al.* (1992), Ramírez & Peters (1992), Müller & Ramírez (1994), Ramírez (1995), Fredericq *et al.* (1996), Arakaki *et al.* (1997), Ramírez & Osorio (2000), Peters & Ramírez (2001) y John *et al.* (2003), entre otras.

Ramírez (2006) indica que para la costa de Chile continental (18° S – 55° S) la riqueza taxonómica de la flora marina de la costa de Chile continental comprende en la actualidad un total de 444 especies (Figura 2.5-51), distribuidas en 89 Phaeophyceae, 80 Chlorophyceae y 265 especies Rhodophyceae. Este número incluye todos los registros de especies citados en la literatura, tomando como base de referencia las especies listadas en el catálogo de Ramírez & Santelices (1991), más la información posterior oficialmente publicada y los registros nuevos estudiados e incluidos en las colecciones del Herbario Nacional, del Museo Nacional de Historia Natural, cuyos datos aún no se publican (Ramírez).

Tabla 2.5-46. Resumen sobre la Riqueza Taxonómica de Algas Bentónicas en Chile Continental, Territorios Insulares y Territorio Antártico

Área	Total de Especies
Chile continental (18° y 55° latitud sur)	444*
Islas de Juan Fernández	112*
Isla de Pascua	114*
Islas Desventuradas	32
Isla Salas y Gómez	s/i
Territorio antártico	119**

Fuente: Ramírez, 2006

* Incluye sólo los taxa identificados a nivel específico.

** Datos extraídos de Wiencke & Clayton 2002.

s/i = sin información.

No se cuenta con información específica de macroalgas del área de estudio. Sin embargo, Tapia (2003), publica un catálogo con una recopilación actualizada de las macroalgas marinas bentónicas de mayor ocurrencia en las costas de la Región de Antofagasta. En este menciona un total de 48 especies, cuyo detalle puede apreciarse en la Tabla 2.5-47. De estas 48 especies, 5 pertenecen a la división Chlorophytas, 12 a la división Phaeophytas y 31 a la división Rhodophytas.

Tabla 2.5-47. Especies de Algas Halladas en la Región de Antofagasta de Importancia Económica

Nombre Científico	Nombre Común
Chlorophytas	
<i>Ulva lactuca</i> L. Linnaeus ()	Lechuga de mar
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	-
<i>Chaetomorpha aerea</i>	-
<i>Cladophora fascicularis</i>	-
<i>Bryopsis peruviana</i>	-
Phaeophytas	
<i>Ectocarpus confervoides</i>	-
<i>Giffordia</i> sp.	-
<i>Myriogloia chilensis</i>	-
<i>Halopteris paniculata</i>	Pino de mar
<i>Glossophora kunthii</i>	-
<i>Colpomenia sinuosa</i>	Globito
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-
<i>Endarachne binghamiae</i>	-
<i>Petalonia fascia</i>	-
<i>Lessonia nigrescens</i>	Huiro negro, chascón
<i>Lessonia trabeculata</i>	Huiro varilla, huiro palo
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Huiro, huiro canutillo

Nombre Científico	Nombre Común
Rhodophytas	
<i>Bangia atropurpurea</i>	-
<i>Porphyra columbina</i>	Luche
<i>Asparagopsis armata</i>	-
<i>Gelidium chilense</i>	Chasca
<i>Corallina officinalis var. chilensis</i>	Coralina
<i>Cryptonemia obovata</i>	-
<i>Grateloupia doryophora</i>	-
<i>Prionitis abbreviata</i>	-
<i>Callophyllis variegata</i>	-
<i>Pugetia chilensis</i>	-
<i>Gracilaria sp.</i>	Pelillo
<i>Chondrus canaliculatus</i>	Liquen gomoso
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	Chicoria
<i>Rhodoglossum affin</i>	-
<i>Hypnea spicifera</i>	-
<i>Plocamium cartilagineum</i>	-
<i>Ahnfeltia durvillaei</i>	-
<i>Gymnogongrus disciplinalis</i>	-
<i>Stenogramme interrupta</i>	-
<i>Sarcodiotheca gaudichaudii</i>	-
<i>Rhodymenia corallina</i>	-
<i>Centroceras clavulatum</i>	-
Rhodophytas	
<i>Ceramium rubrum</i>	-
<i>Griffithsia chilensis</i>	-
<i>Heterosiphonia subsecundata</i>	-
<i>Acrosorium uncinatum</i>	-
<i>Branchioglossum bipinnatifidum</i>	-
<i>Phycodrys ovifolia</i>	-
<i>Chondria californica</i>	-
<i>Polysiphonia sp.</i>	-
<i>Pterosiphonia dendroidea</i>	-

Fuente: Tapia, 2003

Desde el punto de vista económico, el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá (CIID) publicó en 1990 una “Guía de Algas Marinas Chilenas de Importancia Económica”. En ésta se menciona un total de 18 especies, de las cuales 13 serían Rhodophytas y 5 Phaeophytas. De este total, 5 Rhodophytas y 3 Phaeophytas se pueden presentar en el área de estudio. Un detalle de ellas se muestra en la Tabla 2.5-48.

Tabla 2.5-48. Especies de Algas Halladas en la Región de Antofagasta de Importancia Económica

Nombre Científico	Nombre Común
Rhodophytas	
<i>Porphyra columbina</i>	Luche pardo, luche rojo, luche
<i>Gelidium rex</i>	Chasca, chasca delgada, champa
<i>Gymnogongrus furcellatus</i>	Chasca gruesa o huiro
<i>Gigartina chamissoi</i>	Chicoria de mar
<i>Mazaella laminarioides</i>	Luga, luga cuchara
Phaeophytas	
<i>Lessonia nigrescens</i>	Huiro negro
<i>Lessonia trabeculata</i>	Huiro varilla, huiro palo
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Huiro

Fuente: CIID, 1990

En otro enfoque, la estadística pesquera del Anuario Estadístico de Pesca del Servicio Nacional de Pesca (http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=451), permite verificar las especies que son comercializadas al presente en la II Región. En la Tabla 2.5-49 se entrega un detalle de los desembarques artesanales por especie del año 2009, en la II Región. En este caso, Sernapesca menciona un total de 3 especies macroalgales.

Tabla 2.5-49. Desembarque Total Año 2009 por Especies de Macroalgas (en Toneladas) en la Región de Antofagasta, II Región

Especies	Desembarque (en toneladas)
CHASCON O HUIRO NEGRO (<i>Lessonia nigrescens</i>)	47.058
HUIRO (<i>Macrocystis spp.</i>)	2.365
HUIRO PALO (<i>Lessonia trabeculata</i>)	9.977
Total Algas Región de Antofagasta	59.400

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca, 2009

Desde el punto de vista de la protección y conservación de las especies macroalgales, en la Tabla 2.5-50 se entrega un detalle de las vedas establecidas para las principales extracciones nacionales al 06 de julio de 2011 (Sernapesca 2011, http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=203&Itemid=363). De las especies desembarcadas en el área de estudio, las 3 mencionadas se encuentran en veda establecida para el área de estudio.

Tabla 2.5-50. Vedas Establecidas para la Pesquería de Algas a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas

Algas	Cobertura	Período veda		D.S	D.Oficial
		Desde	Hasta	Nº/AÑO	Public.
Huiro Negro, Huiro Palo y Huiro	XV a IV Región	05 Dic 2010	05 Dic 2015	1310/10 (1)	04-dic-10

(Fuente: Sernapesca, 2011).

Se exceptua: Remoción directa de huiro negro, huiro palo y huiro en área de manejo y explotación de recursos bentónicos; y el segado de huiro efectuado en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

c) Comunidades Planctónicas

- Fitoplancton

Las investigaciones científicas en el norte de Chile han establecido que el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENSO), causa en la zona norte del país cambios en el fitoplancton, tales como disminución de la biomasa fitoplanctónica y aparición de especies oceánicas en aguas neríticas. Las diatomeas se presentan con amplio predominio en los períodos fríos en comparación con los cálidos, mientras que en estos últimos los dinoflagelados son abundantes en la columna de agua que tiene mayor temperatura, alta salinidad y otras características. La dinámica de la comunidad fitoplanctónica revela una alta riqueza específica. Las poblaciones de diatomeas permanecen durante el año y sólo presentan cambios en composición de especies y concentración celular, mientras que representantes de otros grupos desaparecen dentro de la zona fótica, especialmente durante el invierno. La producción primaria presenta en el norte de Chile una tasa con un valor de 2,60 mgC m⁻³h⁻¹ durante la fase activa de una surgencia, hasta un máximo de 2.342,9 mgC m⁻³h⁻¹ durante una marea roja causada por *Mesodinium rubrum*. La presencia del protozoo ciliado se asocia a áreas de surgencia, en tanto que los fenómenos causados por dinoflagelados se relacionan con el fenómeno El Niño (Rodríguez, 2004).

De acuerdo a Rodríguez (1987) y Rodríguez *et al* (1986), el fitoplancton en el área estaría constituido principalmente por diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados, además corresponde a una zona templada por lo que varía estacionalmente. Durante el invierno se observa pobreza fitoplanctónica (aprox. 45 cél ml⁻¹), que al término de la estación sufre un cambio brusco debido al incremento de la luz y abundante disponibilidad de nutrientes (variación de nitratos 0,07 a 45,35 mg l⁻¹) que hace que la densidad celular alcance en superficie entre 214 y 233 cél ml⁻¹ y hasta 425 cél ml⁻¹, en primavera y verano, respectivamente. En otoño la concentración celular decrecería con respecto a la primavera y sería algo mayor que el verano. La densidad de células presenta una marcada variación producto de la aparición de surgencias estacionales en el área.

En relación a las floraciones algales nocivas (FAN) en el área, se han presentado 46 fenómenos de marea roja que no son tóxicos para los organismos marinos ni el hombre. El fenómeno de marea roja, que es aperiódico, ha sido registrado en la zona desde diciembre de 1964 y entre las especies de dinoflagelados causantes están: *Prorocentrum micans*, *Gymnodinium splendens*, *Ceratium tripos*, *Ceratium fusus*, junto a un protozoo ciliado, *Mesodinium rubrum* (Rodríguez, 2004).

- Zooplancton

Apablaza & Palma (2006), analizaron la distribución estacional y migración vertical de zooplancton gelatinoso colectado en la bahía de Mejillones. Los autores identificaron 39 especies distribuidas en 14 de hidromedusas, 20 de sifonóforos y 5 de quetognatos. Las especies dominantes fueron

Obelia spp., *Liriope tetraphylla*, *Solmundella bitentaculata*, *Rophalonema velatum*, *Muggiaea atlantica*, *Sphaeronectes gracilis*, *Sagitta enfiata* y *S. bierii*, las que presentaron un estrecho rango de distribución vertical y migración nectimerales, debido a la influencia de la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO) ($< 1 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$), cuyo límite superior fue somero (25-50 m).

En primavera, la mayoría de las especies dominantes presentó desplazamientos nectimerales debido a la mayor oxigenación de la columna de agua. En cambio, en verano, debido a la termoclina más intensa y en invierno, cuando la ZMO se aproximó a la superficie, la mayoría de las especies dominantes no mostró cambios en su distribución vertical durante el ciclo diario. *Obelia* spp. tuvo una distribución somera, relacionada principalmente por la presencia de la termoclina. Mientras que *R. velatum* mostró una buena adaptación a las condiciones de escasez de oxígeno disuelto de la ZMO.

d) Mamíferos y Reptiles Marinos

Son escasos los estudios de reptiles y mamíferos marinos en el área.

En específico, los registros de tortugas marinas acumulados desde 1884 hasta la fecha, en Chile, permiten señalar que, en general, la presencia de tortugas marinas en la costa nacional no son sucesos aislados generados por eventos de tipo oceanográficos-atmosféricos ENSO, o por desorientación de sus rutas regulares como se ha señalado. La gran cantidad de registros costeros de tortugas marinas en Chile, alrededor de 170, permite especular sobre una explicación alternativa a la señalada históricamente; es posible que la costa de nuestro país sea parte de las rutas.

La presencia de gigantescas tortugas marinas en la costa de la II Región no es algo inusual. Se tienen registros de ello desde hace varios años. Pero sólo durante el último decenio es que ha llamado poderosamente la atención la gran cantidad de estos reptiles que se han establecido en la Bahía de Mejillones del Sur. Se cree que esta situación podría estar relacionada con las grandes generadoras eléctricas que usan agua de mar para enfriar sus instalaciones, creando en algunos sectores un micro-hábitat de tibias aguas que parece atraer a estos animales. En este contexto, si bien estas tortugas son atraídas por el efluente de agua caliente de la central termoeléctrica, también son atraídas por el alimento que encuentran en este sector, lo que sugiere que esta área puede soportar una significativa agregación de ésta especie, dada la disponibilidad de forraje que se encuentra en la zona. De esta manera, al encontrar las condiciones necesarias para desarrollarse, se asentaron. En 1998, ya era posible ver un grupo de tortugas en forma permanente en Mejillones. Hacia el año 2000 se contabilizó una colonia no reproductora de cerca de 25 a 30 ejemplares de hasta un metro de diámetro. En 2001 se empezó a remozar todo el sector costero de Antofagasta para darle nuevos bríos turísticos, y se instaló el Mirador de las Tortugas. En el mismo año la CONAMA declaró a las tortugas verdes "animal simbólico" de Antofagasta.

Según estudios realizados por la Universidad de Antofagasta (UA), se determinó que los animales presentes en esta zona tienen sus sitios de nidificación en las Islas Galápagos, Centroamérica y Australia. En el año 2003 el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en conjunto con la UA, desarrollaron un programa de investigación que incluyó implantes de radiotransmisores a algunos de los ejemplares junto con la creación de una base de datos a través de un banco genético de la población que habita la costas de Mejillones. Actualmente en la zona de Mejillones se han observado grupos de cerca de 40 ejemplares de tortugas marinas en áreas de forrajeo.

Respecto a mamíferos marinos, también es posible visualizar en la Bahía de Mejillones del Sur un importante número de ejemplares de lobo marino común *Otaria flavescens* (Sielfeld, 1993). Existe una gran colonia de este mamífero marino a lo largo de toda la Península de Mejillones, observándose un número importante de individuos en la zona de Punta Angamos, donde se ubica

un paridero (lobera reproductiva). También se puede encontrar a la especie *Mirounga leonina*, elefante marino del sur, el cual llega a las playas de la Península de Mejillones a mudar su piel en un proceso que realiza a fines de verano o principios de otoño y que tarda aproximadamente un mes. Se desconoce la presencia de mamíferos marinos en Tocopilla.

Desde el punto de vista de la protección y conservación de mamíferos y reptiles marinos, en la Tabla 2.5-51 se entrega un detalle de las vedas establecidas para las principales extracciones nacionales al 06 de julio de 2011 (Sernapesca 2011, http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=203&Itemid=363). Nótese que todas las especies de mamíferos, aves y reptiles marinos se encuentran protegidas para su captura en el área de estudio.

Tabla 2.5-51. Vedas Establecidas para la Pesquería de Mamíferos, Reptiles y Aves Marinas a Nivel Nacional al 06 de Julio de 2011 que incluyen la Región de Antofagasta. Fecha Última Publicación (en Diario Oficial) de Normativa que Modifica o Establece Vedas

Mamíferos, aves, reptiles y anfibios	Cobertura	Período veda		D.S	D.Oficial
		Desde	Hasta	Nº/Año	Public.
Cetáceos	Nacional	Veda Indefinida	Veda Indefinida	178/08 (1)	03-oct-08
Mamíferos, aves y reptiles	Nacional	11 Nov 1995	11 Nov 2025	225/95	11-nov-95
Lobo Marino Común	Nacional	18 Dic 2012	18 Dic 2012	1892/09	18-dic-09

(1) Prohíbe en forma permanente, la captura con resultado de muerte y la retención de animales vivos, de los ejemplares de especies de cetáceos presentes en aguas bajo jurisdicción nacional. (Fuente: Sernapesca, 2011).

e) Avifauna

De acuerdo a Araya & Millie (1996), en Chile se encuentran 55 familias de aves constituidas por un total de 462 especies, las que representan un 4,76% de las 9.072 especies existentes en el mundo (Monroe & Sibley, 1993). No se cuenta con información específica para Tocopilla.

2.5.4.3. Estudio de Parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos de la Columna de Agua Marina

2.5.4.3.1. Marco Regulatorio Ambiental

En Chile, la regulación relativa a la calidad ambiental que posee un cuerpo de agua de mar determinado, no contiene un instrumento único y oficial que permita establecer usos de acuerdo a su estándar ambiental. En tal caso, se hace necesario recurrir a algunas normas técnicas asociadas a esta materia, tales como la Norma Chilena Oficial NCh. N° 1333, la cual establece los requisitos de calidad de agua para diferentes usos, fijando las concentraciones máximas de algunos pocos parámetros; sin embargo, actualmente se vierten al borde costero residuos industriales líquidos, con una composición química variada, cuya concentración en el agua de mar no queda regulada por esta Norma.

Por otra parte, el Decreto Supremo N° 144, Normas de Calidad Primaria para la Protección de las Aguas Marinas y Estuarinas Aptas para Actividades de Recreación con Contacto Directo, promulgado por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el 30 de diciembre del 2008

y publicado en el Diario Oficial, el 7 de abril del 2009, cuyo propósito general es el proteger la calidad de las aguas marinas y estuarinas, de manera de salvaguardar la salud de las personas; dirige sus objetivos a establecer la calidad de un cuerpo de agua cuando ha sido monitoreado en varias ocasiones.

A su turno, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), también elaboró en su momento la Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas, con el objeto de unificar aquellas variables o parámetros de calidad, necesarios para establecer si un cuerpo de agua marino o continental superficial se encuentra en algún tipo de calidad ambiental.

Por consiguiente, atendiendo a que el principal referente jurídico ambiental institucional, es decir la Ley N° 19.300, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, señala, a través de su artículo 2°, párrafo c), que *contaminación se entiende a “la presencia en el medio ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente”*, y considerando que la actual legislación ambiental vigente no cuenta con un marco normativo oficial y único, traducido en una norma secundaria para el agua de mar, sino que algunas normas técnicas dispersas y guías metodológicas, tales como las ya señaladas precedentemente, en el presente trabajo no se ha utilizado el concepto “contaminación del agua de mar” para el caso de verificarse que un parámetros experimenta una concentraciones por sobre la reconocida en ciertas normas técnicas; sino, más bien, en tal caso se alude como “probable alteración de las condiciones químicas del agua de mar”, en el entendido que sólo referido concepto jurídicamente determinado debe emplearse al existir una legislación que determine formalmente dicha situación.

a) Norma Chilena NCh. 1333

La Norma Chilena NCh. 1333 establece criterios de calidad, que tienen por objeto proteger y preservar las aguas que se destinen a usos específicos, reconociéndose los siguientes usos: a) agua para consumo humano, b) agua para la bebida de animales, c) agua para riego y d) agua destinada a recreación con contacto directo.

Los criterios de calidad definidos por la Norma Chilena para aguas con fines recreativos son los indicados en la Tabla 2.5-52.

Tabla 2.5-52. Estándares para Agua Destinada a Uso Recreativo con Contacto Directo

Indicador	Unidad	Estándar
Aceites y grasas flotantes	mg/L	5 ⁽¹⁾
Aceites y grasas emulsificadas	mg/L	10 ⁽¹⁾
Claridad	metros de profundidad	>1,20 ⁽¹⁾⁽²⁾
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1000 ⁽¹⁾
Color	unidades de Escala Pt-Co	100 ⁽¹⁾ Ausencia de colorantes artificiales
pH		6,5 – 8,3
Sólidos flotantes visibles y espumas no naturales		Ausentes
Sustancias que produzcan olor y sabor inconveniente	mg/L	Ausentes

Indicador	Unidad	Estándar
Temperatura	°C	30
Turbiedad	unidades de Escala Sílice	50 ⁽¹⁾

Notas:

(1): Podrá ser modificado por la autoridad competente.

(2): Visualización de Disco de Secchi.

Se aprecia en la Tabla 2.5-52 que son escasos los parámetros incluidos en la Norma Chilena NCh. 1333 y serían más bien aplicables a las aguas de playa, es decir, aquellas que pueden estar en contacto directo con el ser humano.

b) Normas de Calidad Primaria para la Protección de las Aguas Marinas y Estuarinas Aptas para la Actividad de Recreación con Contacto Directo, promulgada por D.S. (MINSEGPRES) N° 144/2009

El D.S. (SEGPRES) N° 144/2009 tiene por objetivo general proteger la calidad de las aguas marinas y estuarinas de manera de salvaguardar la salud de las personas. Las normas primarias “anuales” de calidad ambiental para cada uno de los compuestos o elementos presentes en aguas marinas y estuarinas que se utilicen para actividades de recreación con contacto directo se indican en la Tabla 2.5-53.

Tabla 2.5-53. Valores Anuales de Calidad Primaria para Aguas Destinada a Uso Recreativo con Contacto Directo

Indicador	Unidad	Percentil	Estándar
Color	Escala Pt-Co	80	100
pH	Unidad de pH	95	6,0 – 8,5 ⁽¹⁾
Cianuro	mg/L	95	0,77
Arsénico	mg/L	95	0,11
Cadmio	mg/L	95	0,033
Cromo	mg/L	95	0,55
Mercurio	mg/L	95	0,011
Plomo	mg/L	95	0,11
Coliformes Fecales (NMP)	NMP/100 mL	100	1000

Notas:

(1): El pH está expresado en términos de valor mínimo y máximo.

Como se aprecia en la Tabla 2.5-53, el D.S. SEGPRES N° 144/2009, está pensado para monitoreos de un área de estudio, pues los valores están referidos a percentiles.

c) Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas

La Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas, en adelante simplemente como “Guía CONAMA”, tiene por finalidad proteger, conservar, recuperar o preservar la calidad de las aguas marinas y estuarinas de manera de salvaguardar el uso del recurso y la protección o

conservación de las comunidades acuáticas y recursos hidrobiológicos, maximizando los beneficios sociales, económicos y ambientales.

El diseño de las normas secundarias de calidad para la protección de las aguas marinas tipifican los cuerpos de agua según sus usos prioritarios, reconociéndose las siguientes clases de calidad de agua:

- Clase 1: Muy buena calidad. Indica agua apta para la conservación de comunidades acuáticas, para la desalinización de agua para consumo humano y demás usos definidos, cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta clase.
- Clase 2: Buena calidad. Indica un agua apta para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas y para los usos comprendidos en la Clase 3.
- Clase 3: Regular calidad. Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua.

La Tabla 2.5-54 indica los criterios de calidad de aguas marinas definidos en la Tabla N° 3 de la Guía de CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental.

Para el diagnóstico de la calidad del cuerpo de agua receptor, esta información será usada a modo de referencia.

Finalmente, debe indicarse que para la ejecución en terreno del presente monitoreo, se han considerado los siguientes cuerpos legales:

- *Norma Chilena 411/2 Of. 96* “Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo”.
- *Norma Chilena 411/9 Of. 98* “Calidad del agua – Muestreo – Parte 9: Guía para el muestreo de aguas marinas”.

Tabla 2.5-54. Criterios de Calidad Contenidos en la Guía CONAMA Propuesta para Aguas Marinas

Grupo de Elementos o Compuestos		Unidad	Expresión	Clases de Calidad		
				Clase 1	Clase 2	Clase 3
Físicos y Químicos						
1	Oxígeno disuelto	% sat	OD	> 90	70-89	40 – 69
2	Temperatura ¹	°C	T°	D2	D3	D5
3	pH	Rango	pH	7,5 – 8,5	6,5 – 9,5	6,0 – 9,5
4	Sólidos suspendidos	mg/L	SS	< 25	25 –80	80-400
5	Aceites y Grasas emulsificadas	mg/L	A y G	5	5	10
6	Hidrocarburos totales	mg/L	HCT	< 0,02	0,02 – 0,05	0,05 – 1
7	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	mg/L	HAP	< 0,0002	< 0,0002	0,0002-0.001
8	Detergentes	mg/L	SAAM	< 0,2	0,2 – 1	1 – 10
Tóxicos No Acumulativos						
9	Amonio	µmol/L	NH ⁴⁺	< 5	5 – 10	10 – 15
9 ³	Amonio	µg/L N	NH ⁴⁺	< 0,07	0,07–0,14	0,14–0,21
10	Cianuro	mg/L	CN ⁻	< 0,005	0,005-0,01	0,005 – 0,01
11	Cloro libre residual	mg/L		< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,1
12	Fenoles	mg/L	Fenoles	< 0,001	0,001 -0,01	0,01 – 1
13	Fluoruro ²	mg/L	F ⁻	< 0,0369xS	0,0369xS – 0,0443xS	0,0443xS – 2,3
14	Sulfuro	mg/L	S ²⁻	< 0,002	0,002-0,005	0,005-0,01
Tóxicos Acumulativos y Persistentes						
15	BPC	µg/L	PCB's	<0,001	0,001	0,001
Plaguicidas						
16	Aldrin	µg/L	Aldrin	< 0,01	< 0,01	< 0,01
17	Clordano	µg/L	Clordano	< 0,006	< 0,006	< 0,006
18	Malatión	µg/L	Malatión	< 0,01	< 0,01	< 0,01
19	Pentaclorofenol	µg/L	PCP	< 0,5	< 0,5	< 0,5
20	DDT	µg/L	DDT	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Plaguicidas						
21	Demetón	µg/L	Demetón	< 0,1	< 0,1	< 0,1
22	Dieldrin	µg/L	Dieldrin	< 0,002	< 0,002	< 0,002
23	Heptaclor	µg/L	Heptaclor	< 0,01	< 0,01	< 0,01
24	Lindano	µg/L	Lindano	< 0,003	< 0,003	< 0,003
25	Paratión	µg/L	Paratión	< 0,04	< 0,04	< 0,04
26	Cobre	µg/L	Cu	< 10	10 – 50	50
27	Cromo total	µg/L	Cr total	< 10	10 – 50	50 – 100
28	Níquel	µg/L	Ni	< 2	2 - 100	100
29	Selenio	µg/L	Se	< 5	5 – 10	10

Grupo de Elementos o Compuestos	Unidad	Expresión	Clases de Calidad			
			Clase 1	Clase 2	Clase 3	
30	Zinc	µg/L	Zn	< 30	30 – 100	100
Metales No Esenciales Disueltos						
31	Aluminio	µg/L	Al	< 200	200 – 1500	1500
32	Arsénico	µg/L	As	< 10	10 – 50	50
33	Cadmio	µg/L	Cd	< 5	5 – 10	10
34	Cromo VI	µg/L	Cr VI	< 10	50	50
35	Estaño	µg/L	Sn	< 20	20 – 100	100
36	Mercurio	µg/L	Hg	< 0,2	0,2 – 0,5	0,5
37	Plomo	µg/L	Pb	< 3	3 – 50	50
Microbiológicos						
38	Coliformes fecales	NMP/100 mL	Coli./100 mL	< 2	< 43	< 1000
39	Coliformes totales	NMP/100 mL	Coli./100 mL	< 70	70 – 1000	< 1000

Notas:

1: La variación de temperatura respecto del rango natural presente en el área de medición no debe exceder los valores que se señalan a continuación:

D2: La variación no debe ser mayor a 2° C (temperatura promedio mensual ± 2° C).

D3: La variación no debe ser mayor a 3° C (temperatura promedio mensual ± 3° C).

D5: La variación no debe ser mayor a 5° C (temperatura promedio mensual ± 5° C).

2: El valor se establece en función de la salinidad del agua, medida como PSU.

3: CONAMA expresa la concentración de amonio en µmol/L. Para uniformidad de criterios, se han convertido los valores de referencia en unidades de mg/L de N amoniacal.

Campaña Invierno

- Análisis Microbiológico

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados a las muestras provenientes de la estaciones ubicadas en el sector donde se emplazarán las obras marinas presentaron concentraciones de coliformes totales en el rango <1,8 a 2,0 NMP/100 mL, mientras que los coliformes fecales fueron todos <1,8 NMP/100 mL (Tabla 2.5-55).

Tabla 2.5-55. Resultados de los Análisis Microbiológicos realizados a las Muestras de Agua provenientes del Sector km 14. Estaciones V1 a V13 (S: Superficie; P: Fondo)

Analito	Unidad	V1 S	V1 P	V2 S	V2 P	V3 S	V3 P	V4 S	V4 P	V5 S
Coliformes totales	NM P/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	NM P/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Analito	Unidad	V5 P	V6 S	V6 P	V7 S	V7 P	V8 S	V8 P	V9 S	V9 P
Coliformes totales	NM P/100 mL	<1,8	2	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	NM P/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Analito	Unidad	V10 S	V10 P	V11 S	V11P	V12S	V12P	V13S
Coliformes totales	NM P/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	NM P/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Solo en la estación V6, nivel superficial, se detectó un valor sobre el LD del método de ensayo, ésta muestra positiva al ensayo representa el 3,8% del universo de muestras analizadas.

Desde el punto de vista de valores de calidad ambiental referenciales es posible indicar que, de acuerdo con la Tabla de los "Criterios de calidad contenidos en la Guía CONAMA propuesta para aguas marinas", el Sector km 14 para el caso de coliformes se hallaría en el rango de Clase 1 (muy buena calidad), mientras que si se considera el criterio indicado en el D.S. (MINSEGPRES) N° 144/2009 (Tabla 2.5-53), las aguas del sector km 14 serian aptas para su uso recreacional.

- Análisis Químico

La información analítica para todo el conjunto de muestras se presenta en las siguientes tablas (Tabla 2.5-56 a la Tabla 2.5-60). El análisis global de la información indica la existencia de grupos de muestras: aquellas que estuvieron bajo el límite de detección (LD) de los métodos de análisis empleados y aquellas que se cuantificaron sobre el LD del método empleado y que serán analizadas en forma separada.

Tabla 2.5-56. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, Provenientes de los Estratos Superficial y Profundo -Sector km 14. Estaciones V1 a V3

Analito	Unidad	V1 S	V1 P	V2 S	V2 P	V3 S	V3 P
Cadmio disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fosfatos	mg/L	0,2	0,273	0,155	0,204	0,132	0,27
Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidrocarburos volátiles	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hidrocarburos totales	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hierro disuelto	mg/L	0,171	<0,02	<0,02	0,12	0,027	0,336
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdeno	mg/L	0,249	0,032	0,063	0,028	0,026	0,015
Mercurio disuelto	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrógeno total	mg/L	0,256	0,266	0,263	0,235	0,259	0,223
Nitratos	mg/L	0,221	0,228	0,214	0,215	0,225	0,191
Níquel disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrito	mg/L	0,01	0,01	0,012	<0,01	0,01	<0,01
Plomo disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sólidos suspendidos totales	mg/L	21,3	<5	<5	<5	<5	8,71

Analito	Unidad	V1 S	V1 P	V2 S	V2 P	V3 S	V3 P
Sólidos sedimentables en una hora	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zinc disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	0,025	0,036	0,021	0,029

Tabla 2.5-57. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, Provenientes de los Estratos Superficial y Profundo -Sector km 14. Estaciones V4 a V6

Analito	Unidad	V4 S	V4 P	V5 S	V5 P	V6 S	V6 P
Cadmio disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fosfatos	mg/L	0,345	0,135	0,289	0,186	0,597	0,363
Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidrocarburos volátiles	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hidrocarburos totales	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hierro disuelto	mg/L	0,046	0,037	0,028	0,04	0,027	0,09
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdeno	mg/L	<0,005	0,14	0,067	0,246	<0,005	0,201
Mercurio disuelto	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrógeno total	mg/L	0,31	0,262	0,258	0,29	0,248	0,294
Nitratos	mg/L	0,289	0,224	0,211	0,265	0,206	0,247
Níquel disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrito	mg/L	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01
Plomo disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Sólidos sedimentables en una hora	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zinc disuelto	mg/L	0,031	0,025	0,024	<0,02	0,021	0,021

Tabla 2.5-58. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, Provenientes de los Estratos Superficial y Profundo -Sector km 14. Estaciones V7 a V9

Analito	Unidad	V7 S	V7 P	V8 S	V8 P	V9 S	V9 P
Cadmio disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fosfatos	mg/L	0,202	0,171	0,176	0,278	0,234	0,07
Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidrocarburos volátiles	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Analito	Unidad	V7 S	V7 P	V8 S	V8 P	V9 S	V9 P
Hidrocarburos totales	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hierro disuelto	mg/L	0,023	0,051	<0,02	0,02	0,043	0,023
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdeno	mg/L	<0,005	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,02
Mercurio disuelto	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrógeno total	mg/L	0,261	0,337	0,302	0,298	0,288	0,844
Nitratos	mg/L	0,235	0,293	0,253	0,22	0,237	0,762
Níquel disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrito	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	0,011	0,01	<0,01
Plomo disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5	<5	<5	6,29	7,14	5,36
Sólidos sedimentables en una hora	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zinc disuelto	mg/L	0,022	0,032	0,026	0,022	0,023	0,024

Tabla 2.5-59. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, Provenientes de los Estratos Superficial y Profundo -Sector km 14. Estaciones V10a V12

Analito	Unidad	V10 S	V10 P	V11 S	V11 P	V12 S	V12 P
Cadmio disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fosfatos	mg/L	0,079	0,156	0,194	0,11	0,119	0,073
Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidrocarburos volátiles	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hidrocarburos totales	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hierro disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	0,027	<0,02	<0,02	<0,02
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdeno	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Mercurio disuelto	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrógeno total	mg/L	0,613	1,11	0,807	1,09	0,95	1,1
Nitratos	mg/L	0,509	0,984	0,72	0,987	0,822	0,993
Níquel disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrito	mg/L	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo disuelto	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5	<5	<5	19,4	<5	<5
Sólidos sedimentables en una hora	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zinc disuelto	mg/L	0,027	0,03	0,033	0,03	0,03	0,038

Tabla 2.5-60. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, Provenientes de los Estratos Superficial y Profundo -Sector km 14. Estacion V13

Analito	Unidad	V13 S	V13 P
Cadmio disuelto	mg/L	<0,02	<0,02
Cobre disuelto	mg/L	<0,02	<0,02
Cromo disuelto	mg/L	<0,02	<0,02
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<2	<2
Fosfatos	mg/L	0,083	0,106
Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1
Hidrocarburos volátiles	mg/L	<0,01	<0,01
Hidrocarburos totales	mg/L	<1	<1
Hierro disuelto	mg/L	0,026	0,029
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	mg/L	<0,0002	<0,0002
Molibdeno	mg/L	<0,02	<0,02
Mercurio disuelto	mg/L	<0,001	<0,001
Nitrógeno total	mg/L	1,11	1,11
Nitratos	mg/L	0,996	0,984
Níquel disuelto	mg/L	<0,02	<0,02
Nitrito	mg/L	<0,01	<0,01
Plomo disuelto	mg/L	<0,02	<0,02
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5	914
Sólidos sedimentables en una hora	mg/L	<1	<1
Zinc disuelto	mg/L	0,026	0,033

Análisis de Muestras Bajo el Límite de Detección (LD) de los Ensayos de Laboratorio.

El primer grupo de analitos cuantificados, definidos como el grupo constituido por aquellos bajo el LD de los métodos de ensayo empleados, se presentan en la Tabla 2.5-61.

El análisis en detalle de los resultados, indica que en este grupo de muestras se encuentran los metales Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Cromo hexavalente (Cr VI) y Níquel (Ni), todos con un LD de <0,02 mg/L; y el Mercurio (Hg) con un LD de <0,001 mg/L. Al comparar los LD de los ensayos utilizados con los niveles propuestos por la CONAMA y descritos en la Tabla 2.5-54, es decir, Cd <0,005 mg/L, Cu <0,01 mg/L, Cr total <0,01 mg/L, Ni <0,002 mg/L y Hg <0,0002 mg/L, éstos quedan sobre los niveles de concentración considerados como típicos de cuerpos de agua de Clase 1 en la propuesta normativa indicada anteriormente. Dado que los LD de las metodologías utilizadas por el laboratorio de ensayo son superiores a los LD establecidos por CONAMA, no es posible clasificar el cuerpo de agua donde se emplazarán las obras marinas, para estos parámetros.

En la familia de los compuestos nitrogenados debe ser indicado que en el reporte del laboratorio se presentaron valores de 0,10 a 0,11 mg/L en las estaciones V1 en superficie y fondo, V2 superficie, V3 superficie, V4 fondo, V5 superficie, V6 superficie y fondo, V7 superficie, V8 fondo y V11 superficie, pero desde el punto de vista analítico esta concentración no es considerada relevante, debido a que el rango mencionado es prácticamente igual al LD del método de ensayo. Desde el punto de vista normativo, este analito no es considerado como de relevancia

ambiental al no ser considerado en la lista de las especies químicas ambientalmente relevantes (Tabla 2.5-54).

El grupo de los compuestos orgánicos analizados y que estuvieron bajo el LD de los ensayos, está constituido por las grasas y aceites (LD <1 mg/L) y los hidrocarburos totales (LD <1 mg/L), volátiles (LD<0,01 mg/L) y aromáticos polinucleares (LD<0,0002 mg/L). Normativamente, los valores de LD para los ensayos son inferiores a la concentración de estos compuestos indicados por la CONAMA para categorizar cuerpos de agua marinos (Tabla 2.5-54) y que son de 5 mg/L para grasas y aceites, <0,02 mg/L para los hidrocarburos totales y < 0,0002 mg/L para el caso de los hidrocarburos aromáticos. En este sentido, es posible indicar que las estaciones localizadas en el sector km 14 Norte están en la categoría Clase 1 (muy buena).

Tabla 2.5-61. Resumen de los Analitos Bajo el Nivel de Detección del Ensayo aplicado para las Muestras provenientes del Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011

Analito	Unidad	LD
Cadmio disuelto	mg/L	<0,02
Cobre disuelto	mg/L	<0,02
Cromo disuelto	mg/L	<0,02
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<2
Grasas y Aceites	mg/L	<1
Hidrocarburos volátiles	mg/L	<0,01
Hidrocarburos totales	mg/L	<1
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	mg/L	<0,0002
Mercurio disuelto	mg/L	<0,001
Níquel disuelto	mg/L	<0,02
Nitrito	mg/L	<0,01
Plomo disuelto	mg/L	<0,02
Sólidos sedimentables en una hora	mL/L	<1

El conjunto de elementos y compuesto descritos anteriormente, al no ser detectables por los ensayos utilizados por el laboratorio de servicios que está acreditado para tales propósitos, pueden ser categorizados como que no revisten peligro para la salud humana y biota marina y cumplen con los criterios normativos expuestos anteriormente.

- Grupo sobre el Límite de Detección del Método de Cuantificación Química

El segundo grupo de analitos considerados corresponden a aquellos que estuvieron sobre el LD del método de ensayo respectivo y el detalle de los resultados cuantitativos se presentan en la Tabla 2.5-62. Los resultados del análisis estadístico básico, es decir, valores mínimos, máximos, promedio, desviación estándar (D.S.), porcentaje de desviación respecto del valor central (%D.S.) y n muestral de este grupo de analitos, y sin discriminar por el nivel de procedencia de la muestra, se presentan en la Tabla 2.5-63.

Tabla 2.5-62. Resultados Analíticos de las Variables que estuvieron sobre los LD de sus Respectivos Ensayos de Laboratorio en Muestras provenientes del Sector km 14

Estación	Estrato	PO ₄	N total	NO ₃	NO ₂	SST	Zn	Fe	Mo
V1	S	0,02	0,256	0,221	0,01	21,3	<0,02	0,171	0,249
	P	0,273	0,266	0,228	0,01	<5	<0,02	<0,02	0,032
V2	S	0,155	0,263	0,214	0,012	<5	0,025	<0,02	0,063
	P	0,204	0,235	0,215	<0,01	<5	0,036	0,12	0,028
V3	S	0,132	0,259	0,225	0,01	<5	0,021	0,027	0,026
	P	0,27	0,223	0,191	<0,01	8,71	0,029	0,336	0,015
V4	S	0,345	0,31	0,289	<0,01	<5	0,031	0,046	<0,005
	P	0,135	0,262	0,224	<0,01	<5	0,025	0,037	0,14
V5	S	0,289	0,258	0,211	0,01	5,29	0,024	0,028	0,067
	P	0,186	0,29	0,265	0,011	<5	<0,02	0,04	0,246
V6	S	0,597	0,248	0,206	<0,01	<5	0,021	0,027	<0,005
	P	0,363	0,294	0,247	0,01	<5	0,021	0,09	0,201
V7	S	0,202	0,261	0,235	0,01	<5	0,022	0,023	<0,005
	P	0,171	0,337	0,293	0,01	<5	0,032	0,051	0,02
V8	S	0,76	0,302	0,253	<0,01	<5	0,026	<0,02	<0,005
	P	0,278	0,298	0,22	0,011	<5	0,022	0,02	<0,005
V9	S	0,234	0,288	0,237	0,01	<5	0,023	0,043	<0,005
	P	0,07	0,844	0,762	<0,01	5,36	0,024	0,023	<0,02
V10	S	0,079	0,613	0,509	<0,01	<5	0,027	<0,02	<0,02
	P	0,156	1,11	0,984	<0,01	<4	0,03	<0,02	<0,02
V11	S	0,194	0,807	0,72	0,01	<5	0,033	0,027	<0,02
	P	0,11	1,09	0,987	<0,01	19,4	0,03	<0,02	<0,02
V12	S	0,119	0,95	0,822	<0,01	<5	0,03	<0,02	<0,02
	P	0,073	1,1	0,993	<0,01	<5	0,028	<0,02	<0,02
V13	S	0,083	1,11	0,996	<0,01	<5	0,026	0,026	<0,02
	P	0,106	1,1	0,984	<0,01	9,14	0,033	0,029	<0,02

Tabla 2.5-63. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Todos los Niveles Medidos

Estadístico	PO ₄	N total	NO ₃	NO ₂	SST	Zn	Fe	Mo
Mínimo	0,07	0,223	0,191	0,01	5,29	0,021	0,02	0,015
Máximo	0,597	1,11	0,996	0,012	21,3	0,036	0,336	0,249
Promedio	0,200	0,514	0,451	0,010	11,533	0,027	0,065	0,099
D.S.	0,115	0,353	0,321	0,001	7,044	0,004	0,079	0,093
%D.S.	57,44	68,68	71,08	6,30	61,07	16,39	121,44	94,21
n	26	26	26	12	6	23	18	11

- Análisis de Metales

En la serie de análisis realizados, sólo los elementos Zinc (Zn), Hierro (Fe) y Molibdeno (Mo), estuvieron sobre el nivel de detección de método de ensayo. En el caso del Zn, los valores de concentración estuvieron en el rango 0,021 a 0,036 mg/L, promedio $0,065 \pm 0,004$ mg/L ($n=23$), con una variación porcentual del 16,39%. El elemento Fe varió entre 0,020 a 0,336 mg/L, promedio $0,065 \pm 0,079$ mg/L ($n=18$), con una alta variación de los datos respecto del valor promedio e igual a 121,44%. Esto estuvo asociado a que la razón entre el valor menor y mayor fue de 16,8 veces. Para el caso del elemento Mo, éste se presentó en el rango 0,015 a 0,249 mg/L, promedio $0,099 \pm 0,093$ mg/L ($n=11$); al igual que para el elemento Fe, la razón de concentración entre el valor menor y mayor fue de 16,6 veces.

Desde el punto de vista normativo y respecto del D.S. (SEGPRES) N° 144/2009 que tiene por objetivo general proteger la calidad de las aguas marinas y estuarinas de manera de salvaguardar la salud de las personas y especialmente para aguas destinada a uso recreativo con contacto directo (Tabla 2.5-53), sólo los metales Hg, Cd Cr y Pb son mencionados en dicha tabla, por lo que los metales Zn, Fe y Mo no pueden ser clasificados ambientalmente bajo esta norma. Respecto de los criterios de calidad contenidos en la Guía CONAMA propuesta para aguas marinas (Tabla 2.5-54), los valores promedio de la concentración de Zn (0,027 mg/L) y Fe (0,065 mg/L) clasificarían las aguas de sector km 14 como cuerpo de agua Clase 1 (sólo se considera en la Guía CONAMA al Zn, Clase 1, $<0,03$ mg/L). El elemento Mo no es considerado en ninguna de las tablas antes citadas.

- Análisis de Nutrientes y Sólidos Suspendidos Totales (SST)

El análisis de toda la información agregada para los nutrientes fosfato (PO_4), nitrógeno total (N total), nitrato (NO_3), nitrito (NO_2) y de los sólidos suspendidos totales (SST) indica lo siguiente (Tabla 2.5-63):

El PO_4 se presentó en el rango 0,07 a 0,597 mg/L, promedio $0,200 \pm 0,115$ mg/L ($n=26$), con una variación de los datos respecto del valor promedio de 57,44%.

De los nutrientes nitrogenados, el N total estuvo en el rango 0,223 a 1,11 mg/L, promedio $0,514 \pm 0,353$ mg/L ($n=26$), y 68,68% de variabilidad porcentual entre los datos respecto del valor central; mientras que el NO_3 estuvo en el rango 0,191 a 0,996 mg/L, promedio $0,451 \pm 0,321$ mg/L ($n=26$), con una alta variabilidad en la distribución de las concentraciones y que fue de 71,08%.

El NO_2 se presentó en el rango 0,010 a 0,012 mg/L, promedio $0,010 \pm 0,001$ mg/L ($n=12$). El promedio de concentración calculado al ser igual al LD del método de ensayo, indica que este valor sólo puede ser usado como una referencia sin un valor analítico confiable.

Los SST se presentaron sobre el LD del método de ensayo en sólo 6 de las 23 muestras analizadas, es decir, sólo el 26% de las muestras estuvieron sobre el LD del método de ensayo, con un rango de distribución de 5,29 a 21,3 mg/L, promedio $11,53 \pm 7,04$ mg/L ($n=6$).

- Análisis de la Distribución Espacial de los Metales Pesados, Nutrientes y Sólidos Suspendidos Totales (SST)

El análisis de la distribución de los metales Zn, Fe y Mo por estaciones de muestreo (Figura 2.5-20) indica que en el caso del Zn éste se comportó de manera homogénea en todas las estaciones muestreadas, aunque en las estaciones V1 (estrato superficie y fondo) y la V5 superficie, éste no fue detectado por el método de ensayo ($LD < 0,02$ mg/L).

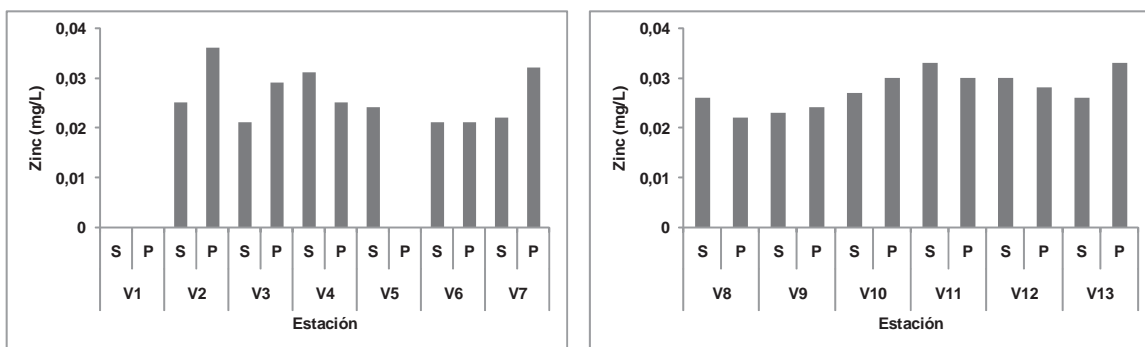
En el caso del elemento Fe, éste se presentó de manera aleatoria en las estaciones, con los valores máximos en las estaciones V1, nivel superficial y V3, estrato profundo. Mientras que en las estaciones V2(S), V8(S), V10 (S y P), V11 (P) y V12 (S y P) no fue detectado por el ensayo (LD <0,2 mg/L).

El elemento Mo presentó el comportamiento más segregado de todas las estaciones, ya que sólo presentó concentraciones sobre el LD en las estaciones V1 a la V7, sin tener una tendencia clara en su distribución por estrato (S y P).

El análisis de la distribución espacial de las concentraciones de los nutrientes y los SST (Figura 2.5-21) indica que en el caso del PO₄ éste se presentó en todas las estaciones de muestreo, con las mayores concentraciones en las estaciones V4(S) y V6(S), tendiendo a disminuir entre las estaciones V8 a la V13, sin que se observe un patrón claro de distribución por estrato. Al contrario del PO₄, el N total y el NO₃ presentaron una distribución claramente diferenciada y que permite dividir a la información en dos grupos: un grupo con concentraciones menores de 0,4 mg/L y que incluye a las estaciones V1 a la V8; y un segundo grupo que incluye a las estaciones V9 a la V13 (con la sola excepción de la estación V9, nivel superficial) con concentraciones en el rango >0,4 mg/L hasta <1 mg/L. Es importante indicar que en ningún grupo de estaciones se presentó una distribución por estrato claramente definida.

Los SST no fueron graficados ya que presentaron concentraciones sobre el LD en solo 6 muestras analizadas.

Figura 2.5-20. Distribución por Estación de los Metales Disueltos Zn, Fe y Mo en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011



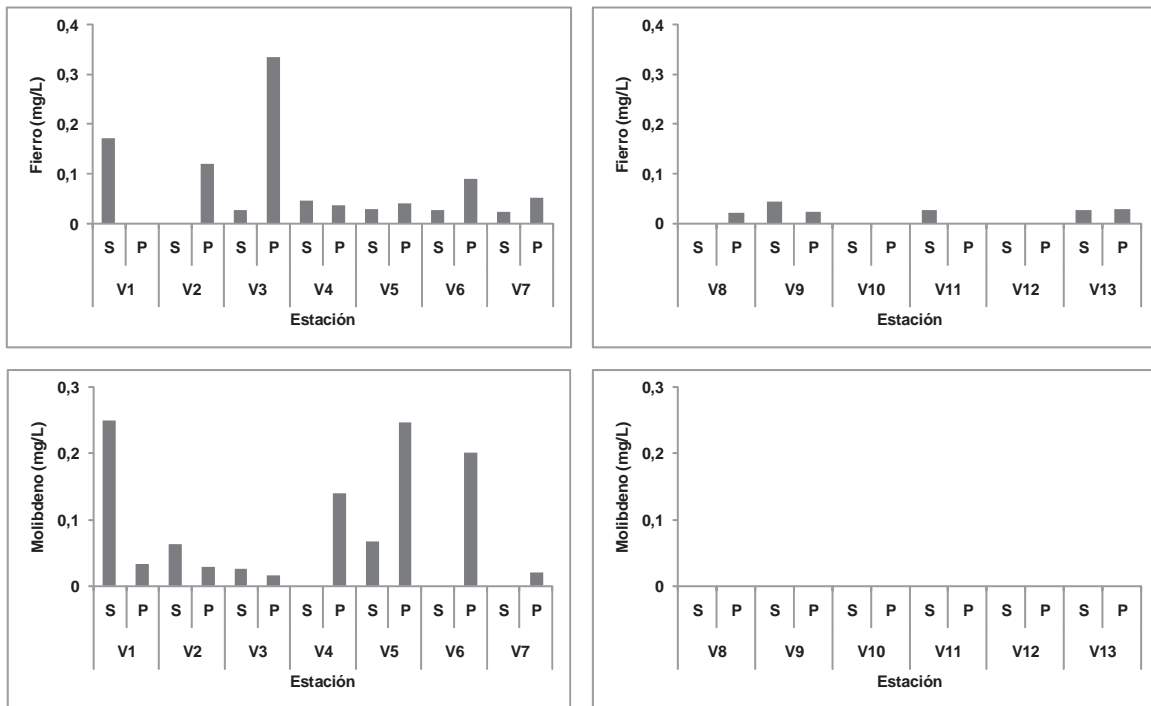
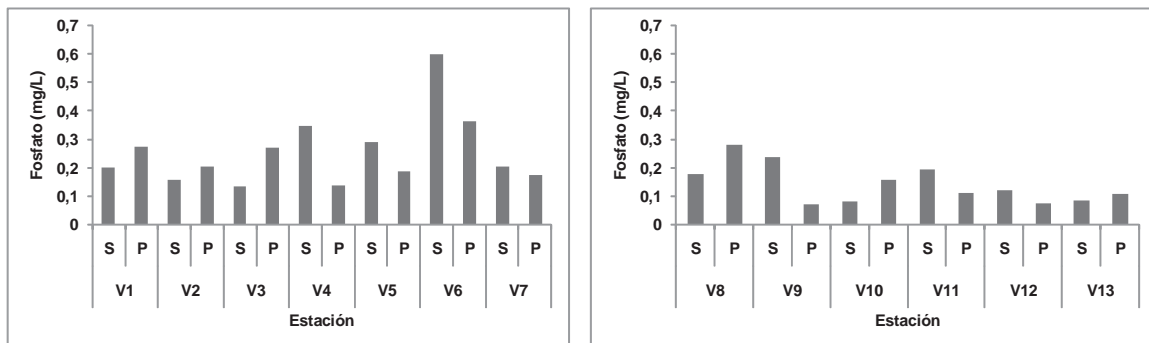
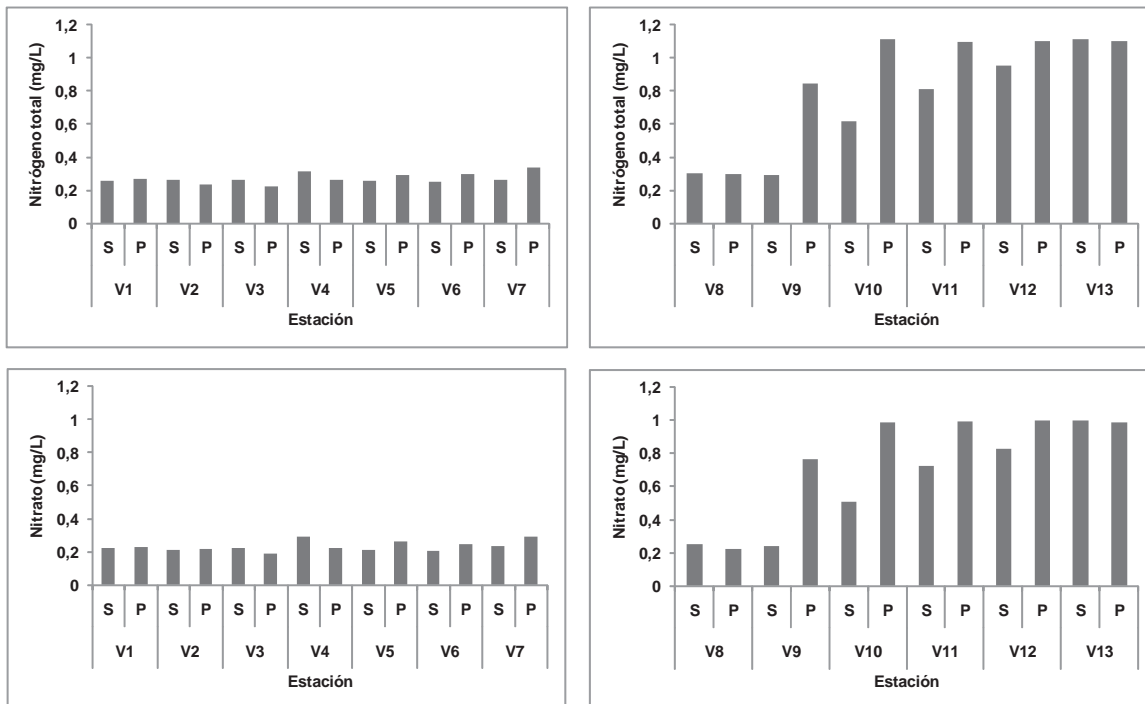


Figura 2.5-21. Distribución por Estación de los Nutrientes Fosfato, Nitrógeno Total y Nitrato en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011





- Análisis de los Metales Pesados, Nutrientes y Sólidos Suspendidos Totales por Estrato de Muestreo

Con el fin de discriminar si existió alguna diferencia en la concentración de los metales, los nutrientes y los SST por estrato de muestreo, la información analítica fue analizada en forma separada para cada estrato y los resultados se presentan en la Tabla 2.5-64 y Tabla 2.5-65.

Los promedios de concentración, en mg/L, de los metales Zn, Fe y Mo para el estrato superficial fueron de $0,026 \pm 0,004$ mg/L (n=12), $0,046 \pm 0,047$ (n=9) y $0,101 \pm 0,1$ (n=4), respectivamente; mientras que para el estrato profundo fueron de $0,028 \pm 0,005$ mg/L (n=11), $0,083 \pm 0,105$ mg/L (n=9) y $0,097 \pm 0,097$ mg/L (n=7), respectivamente.

El análisis comparativo entre estrato y por metal indica que la concentración de Zn y Fe no varió espacialmente, es decir, que la razón entre los promedios fue 1,07 a 1,04 veces. Mientras que el único metal que presentó diferencias importantes entre estratos fue el Mo, con una razón entre ambos promedios de 1,8.

Tabla 2.5-64. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Nivel Superficial

Estadístico	PO ₄	N total	NO ₃	NO ₂	SST	Zn	Fe	Mo
Mínimo	0,079	0,248	0,206	0,01	5,29	0,021	0,023	0,026
Máximo	0,597	1,11	0,996	0,012	21,3	0,033	0,171	0,249
Promedio	0,216	0,456	0,395	0,010		0,026	0,046	0,101
D.S	0,137	0,307	0,275	0,001		0,004	0,047	0,100

Estadístico	PO ₄	N total	NO ₃	NO ₂	SST	Zn	Fe	Mo
%D.S.	63,69	67,31	69,51	7,35		15,28	102,04	98,98
n	13	13	13	7	2	12	9	4

Tabla 2.5-65. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Nivel de Fondo

Estadístico	PO ₄	N total	NO ₃	NO ₂	SST	Zn	Fe	Mo
Mínimo	0,07	0,223	0,191	0,01	5,36	0,021	0,02	0,015
Máximo	0,363	1,11	0,993	0,011	19,4	0,036	0,336	0,246
Promedio	0,184	0,573	0,507	0,010	10,653	0,028	0,083	0,097
D.S	0,091	0,381	0,349	0,001	7,333	0,005	0,105	0,097
%D.S.	49,15	66,57	68,76	5,27	68,84	16,65	127,05	99,60
n	13	13	13	5	4	11	9	7

- Análisis del pH y de la Transparencia (profundidad del disco Secchi).

Los valores de pH registrados, estuvieron en el rango 8,16 a 8,24, promedio $8,20 \pm 0,023$ (n=24) (Tabla 2.5-66). Estos resultados indican no se observaron diferencias importantes entre estratos ni entre las estaciones realizadas.

Desde el punto normativo y de acuerdo a la futura norma de calidad de aguas marinas anteriormente descrita (Clase 1), los valores de pH deberán encontrarse en el rango de 7,5 – 8,5. Por tanto, todos los registros de pH obtenidos en este estudio estarían en los rangos que serían permitidos y clasificarían a las aguas de las estaciones analizadas como de muy buena calidad para el pH.

Al comparar los registros obtenidos en el sector donde se emplazarán las obras marinas, con en el rango exigido en la Norma Chilena 1333 Of. 78. sobre requisitos de calidad de aguas para vida acuática – agua dulce (6,0 – 9,0); por lo requerido por la legislación canadiense como requisito de calidad de agua para la vida acuática (6,5 – 8,5); y lo sugerido como normal en el agua de mar de acuerdo a Lozano (1978): pH de 7,2 a 8,4; es posible apreciar que se está en los rangos considerados normales.

Lo anterior permite concluir que, a la luz de la evidencia, no habría alteración de la acidez de las aguas marinas de las estaciones estudiadas. Esta condición se explicaría por la alta constancia del pH en el mar como consecuencia del efecto tamponante del sistema carbonato-bicarbonato y del ácido bórico-borato, además de la formación del carbonato de calcio (CaCO₃), por lo que sólo un muy fuerte impacto antrópico o de origen natural puede llegar a hacer fluctuar de forma importante a este parámetro. Además de esto, otros factores, tales como la actividad fotosintética, la salinidad, temperatura y presión, también influyen en los cambios de pH, aparte de factores antrópicos (como contaminación por algún compuesto en específico).

En definitiva, en base a los resultados actuales de pH, es posible inferir la ausencia de aportes externos importantes de compuestos ácidos o alcalinos que generen un desequilibrio entre el CO₂ disuelto y el atmosférico y, por tanto, no existen problemas de alteración de la acidez del agua de mar en las estaciones estudiadas, clasificando las aguas de acuerdo a la futura norma de aguas marinas como de muy buena calidad para el pH.

Tabla 2.5-66. Resultados de pH, Transparencia (Disco Secchi) y Profundidad de la Capa Fótica en la Columna de Agua de las Estaciones Muestreadas en el Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011

Estación	Estrato	pH	Disco Secchi (m)	Profundidad Capa Fótica (m)
1	Superficie	8,21	10	25
	Fondo	8,18		
2	Superficie	8,22	10	25
	Fondo	8,19		
3	Superficie	8,24	9	22,5
	Fondo	8,2		
4	Superficie	8,21	9	22,5
	Fondo	8,19		
5	Superficie	8,24	9	22,5
	Fondo	8,19		
6	Superficie	8,24	10	25
	Fondo	8,16		
7	Superficie	8,22	8	20
	Fondo	8,18		
8	Superficie	8,21	10	25
	Fondo	8,17		
9	Superficie	8,22	12	30
	Fondo	8,18		
10	Superficie	8,21	10	25
	Fondo	8,16		
11	Superficie	8,24	10	25
	Fondo	8,21		
12	Superficie	8,21	10	25
	Fondo	8,2		

Por su parte, los valores de la transparencia de la columna de agua o profundidad del disco Secchi medidos in situ (Fotografía 2.5-21) indican que la visibilidad de la columna general fue alta, con un rango de 8 a 12 m (Tabla 2.5-66), lo que indica una baja agregación de material particulado (materia inerte y fito y zooplancton) en la columna de agua o también baja concentración de materia orgánica disuelta visible al ojo desnudo.

Desde el punto de vista normativo debe ser indicado que según la Tabla N° 2 del anteproyecto de norma no considera la transparencia de la columna de agua. Sin embargo, la NCh. 1.333, indica un valor mínimo de transparencia de 1,2 metros. Si se toma como referencia este valor, todos los registrados en el sector donde se emplazarán las obras marinas, en este estudio serían superiores al indicado por la futura norma.

Fotografía 2.5-21. Medición de la Transparencia de la Columna de Agua con el Disco Secchi



A partir de las mediciones de disco Secchi, es posible calcular el espesor de la zona eufótica (iluminada) en el área de estudio, utilizando la relación:

$$K \times Z_s = \text{constante}$$

donde:

K = coeficiente de extinción medio para la columna de agua

Z_s = profundidad en m de desaparición del disco de Secchi

Considerando una constante de 1,7 la capa eufótica se puede estimar teóricamente en 2,5*Z_s (Cognetti *et al.*, 2001), a partir de esta fórmula es posible indicar que esta variable en el área de estudio varió en el rango 20 a 30 m (Tabla 2.5-66). Esto indica que en todas las estaciones la extensión total de la columna de agua correspondería a la capa eufótica.

- Análisis de la distribución de la temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y saturación de oxígeno disuelto en la columna de agua en el sector donde se emplazarán las obras marinas

La distribución espacial de las variables temperatura, salinidad, densidad (sigma t), oxígeno disuelto (OD) y porcentaje de saturación (OD%) en la columna de agua de las estaciones realizadas en el sector km 14, se presentan en las Figura 2.5-22 a la Figura 2.5-27.

El análisis de la distribución de las variables de estado temperatura y salinidad indica que estas variaron en forma monótonica en 10 de las 13 estaciones medidas, es decir la disminución de la temperatura fue lenta y sostenida en las estaciones V1, V2, V4 y desde V7 a la V13, en detalle esto significa que el promedio superficial fue 14,40 ±0,18 °C (n=12, en una estación V7 el valor superficial fue descartado) y el rango fue de 14,20 a 14,67° C, mientras que a 15 m el promedio fue 14,14±0,16 °C (n=8) con un rango de distribución entre 13,90 a 14,51° C). Al mismo tiempo, la salinidad presentó en la superficie un promedio de 34,80±0,01 psu (n=12) y rango entre 34,77 a 34,81 psu y a 15 m fue de 34,79±0,02 psu (n=8) y rango 34,78 a 34,80 psu. La densidad, expresada en unidades de sigma-t, al ser una función de la temperatura y salinidad, presentó el comportamiento esperable; es decir, sin variaciones de importancia en toda la columna de agua y los valores promedio y rango asociado fueron de 25,95±0,04 (n=12), rango 25,89 a 26,00 en superficie y 25,99±0,04, rango 25,92 a 26,04, a 15 m de profundidad.

En las estaciones V3, V5 y V6 se presentó una leve estratificación en la columna de agua, asociada casi exclusivamente al campo de temperatura de la columna de agua, con gradientes de $0,13^{\circ}\text{C}/\text{m}$ en la estación V3, $0,076^{\circ}\text{C}/\text{m}$ en la estación V5 y $0,13^{\circ}\text{C}/\text{m}$ en la estación V6.

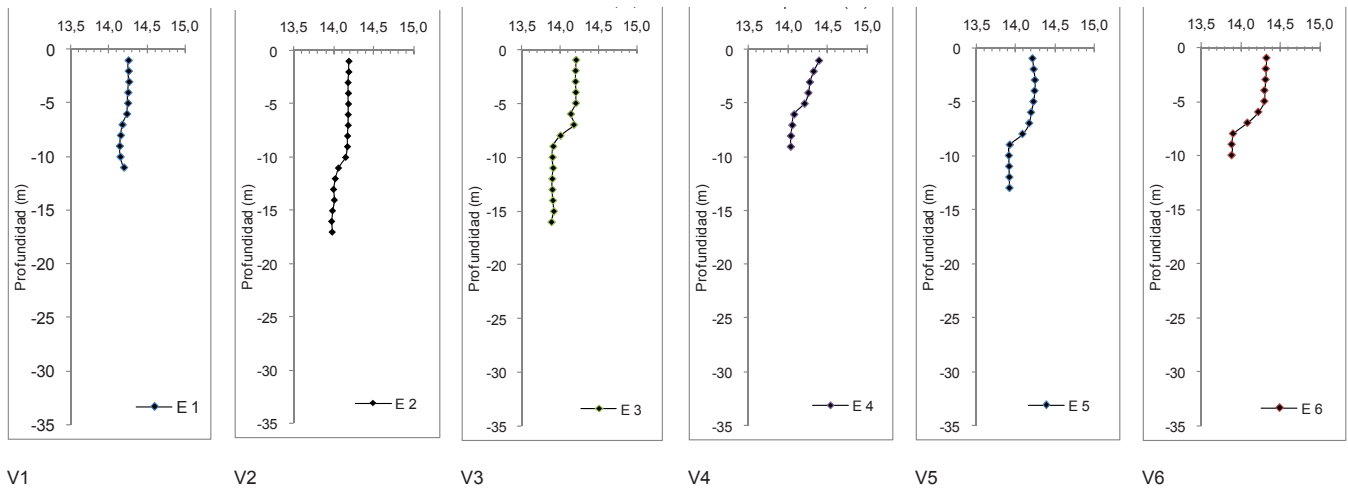
En el caso de las tensiones de OD y %OD en la columna de agua ésta si presentó estratificaciones de importancia en la columna de agua, con los máximos gradientes localizados en las estaciones V3, V5 y V6 (Figura 2.5-28), con valores, en el máximo gradiente, de $0,647^{\circ}\text{C}/\text{m}$ (V3), $0,58^{\circ}\text{C}/\text{m}$ (V5) y $0,43^{\circ}\text{C}/\text{m}$ (V6). Como es posible observar en la Figura 2.5-28, además existió una relación importante entre la máxima profundidad de registro del CTD con la intensidad del gradiente.

El porcentaje de saturación de OD, al ser una función básica de la concentración de OD y la temperatura y la salinidad (la profundidad es despreciable en este caso), presentó el mismo comportamiento espacial que la OD (Figura 2.5-25), pero en las estaciones con mayor gradiente indica que la saturación de este gas en la capa de mezcla fue del 100% en la estación V3 (Figura 2.5-26), mayor al 80% en la estaciones V5 y mayor de 85% en la estación V6 (Figura 2.5-26).

En relación al OD y %OD en las estaciones con mayor gradiente de OD, éstas no estuvieron asociadas a la misma situación en las variables de estado, especialmente la temperatura, por lo que es posible indicar que la acumulación y saturación de este gas estaría asociada a la producción *in situ* por la actividad fotosintética de los productores primarios en la columna de agua.

En un contexto más general, es posible indicar que en todas las estaciones realizadas, la distribución y magnitudes de las variables oceanográficas analizadas indican la presencia de masas de agua de origen Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) que se caracterizan, en términos muy generales, por temperaturas inferiores a 14°C , salinidades menores de 34,8 psu y tensiones de OD, en profundidad, menores de 1 mL/L.

Figura 2.5-22. Distribución de la Temperatura (°C) en la Columna de Agua de las Estaciones V1 a V12 - Sector km 14. Invierno 2011



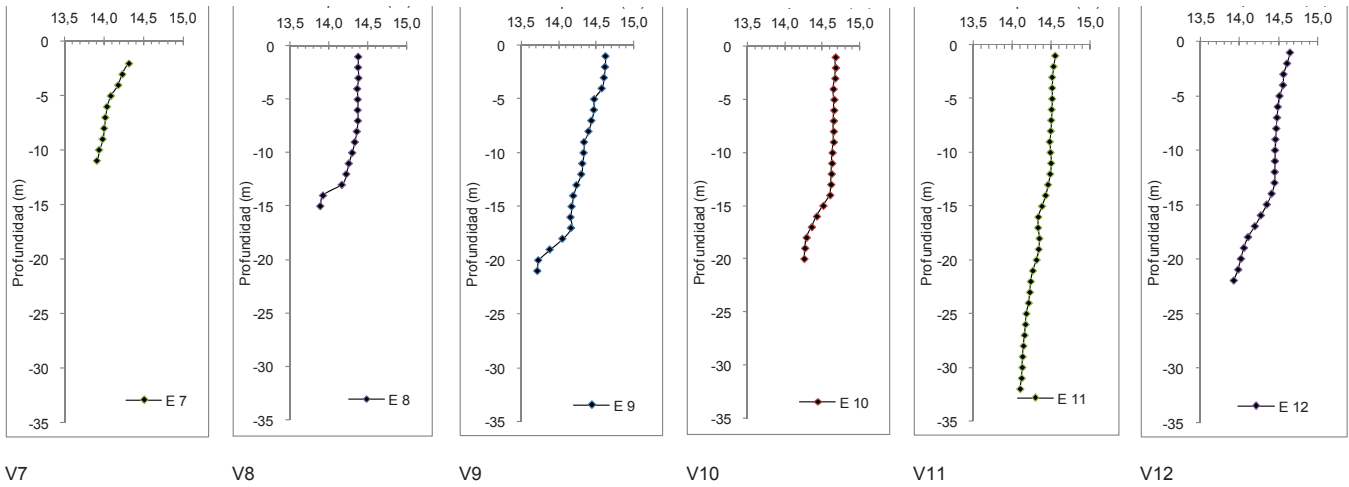
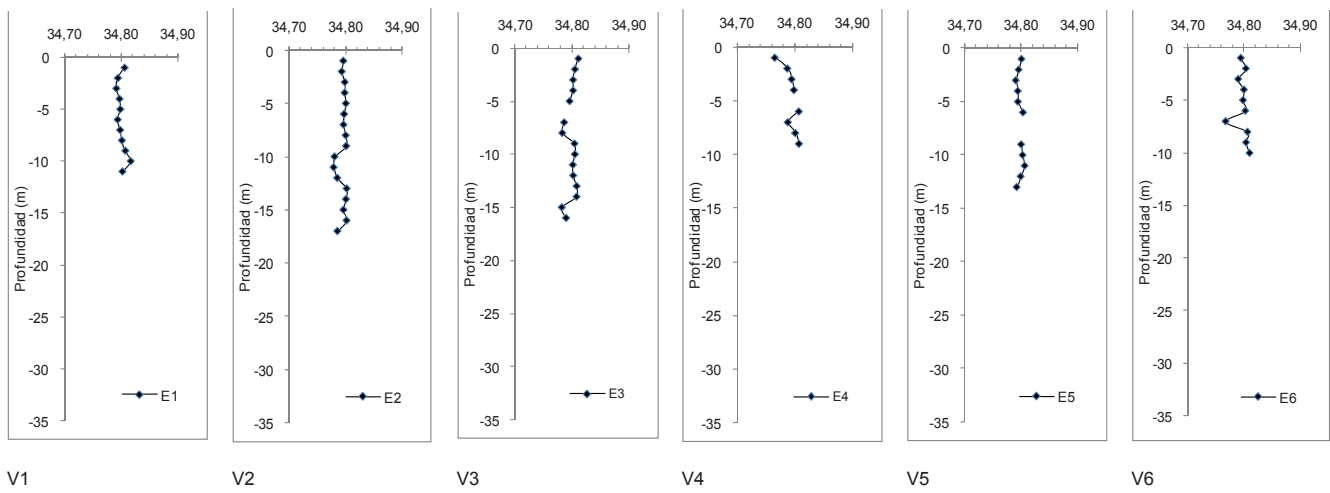


Figura 2.5-23. Distribución de Salinidad (psu) en la Columna de Agua de las Estaciones V1 a V12-Sector km 14. Invierno 2011



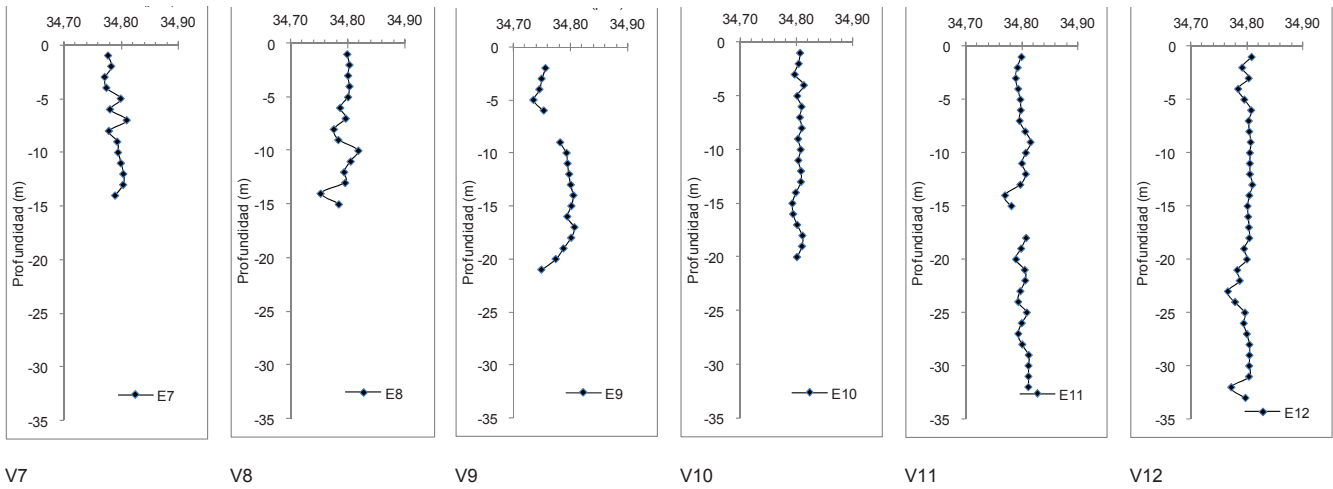
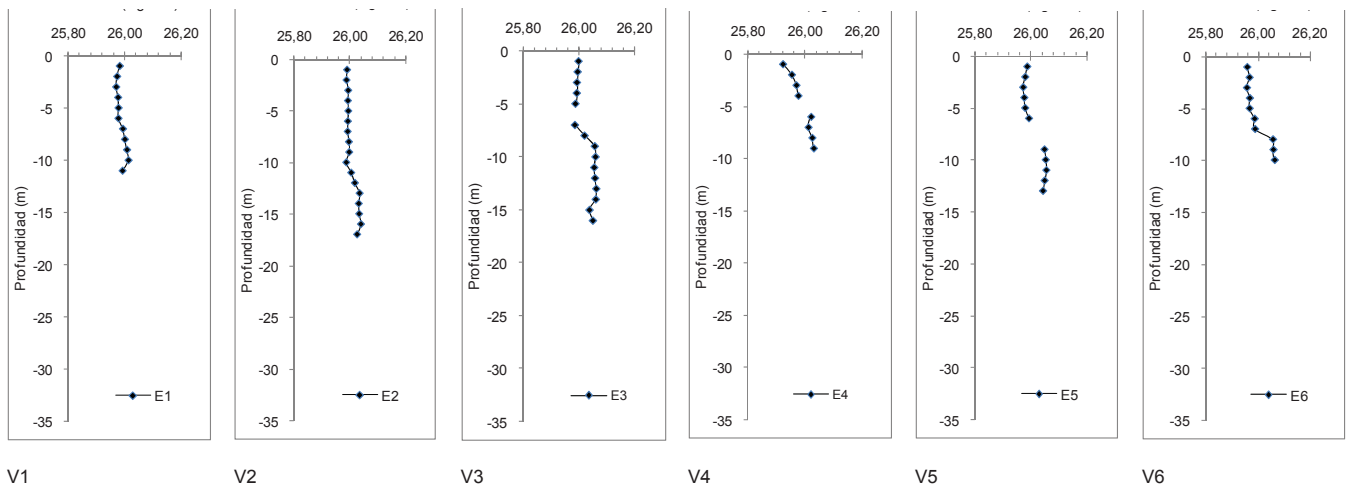


Figura 2.5-24. Distribución de la Densidad (sigma-t) en la Columna de Agua de las Estaciones V1 a V12. Sector km 14. Invierno 2011



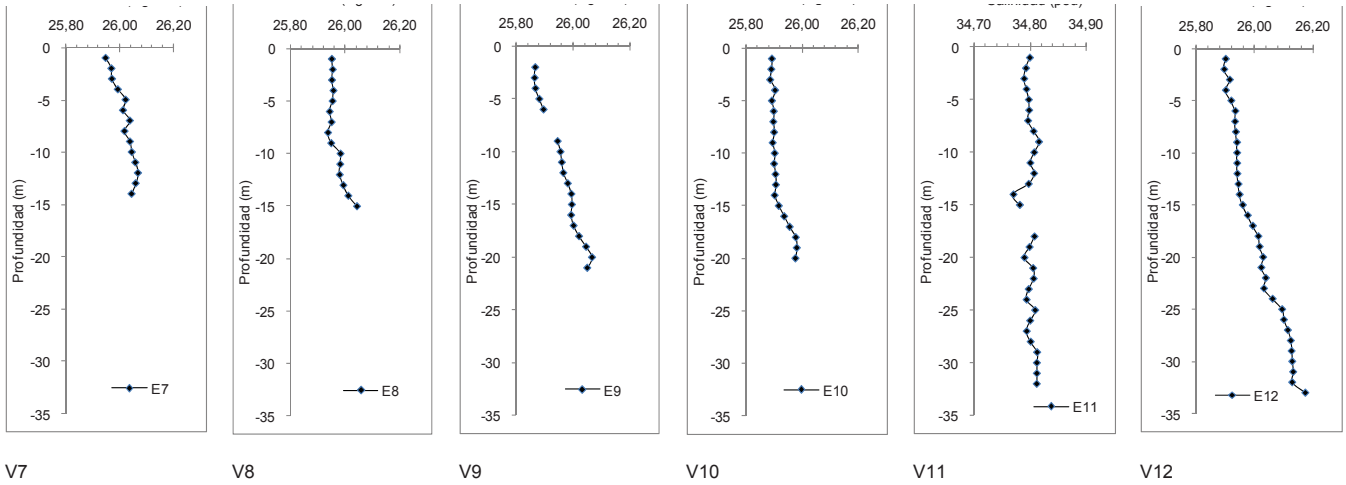
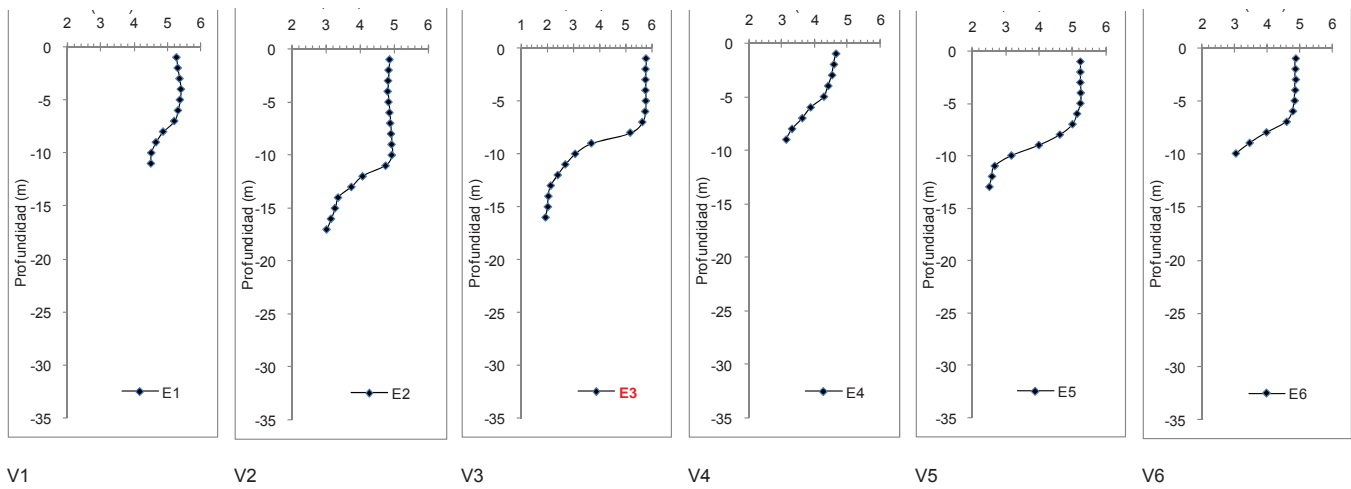


Figura 2.5-25. Distribución de Oxígeno Disuelto (mg/L) en la Columna de Agua de las Estaciones V1 a V12. Sector km 14. Invierno 2011



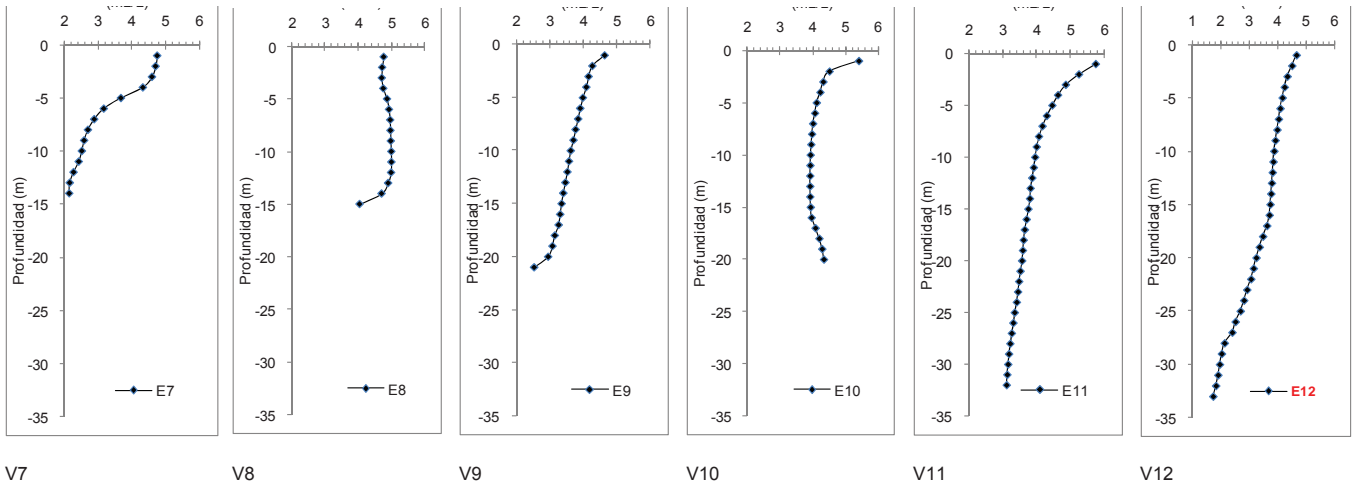
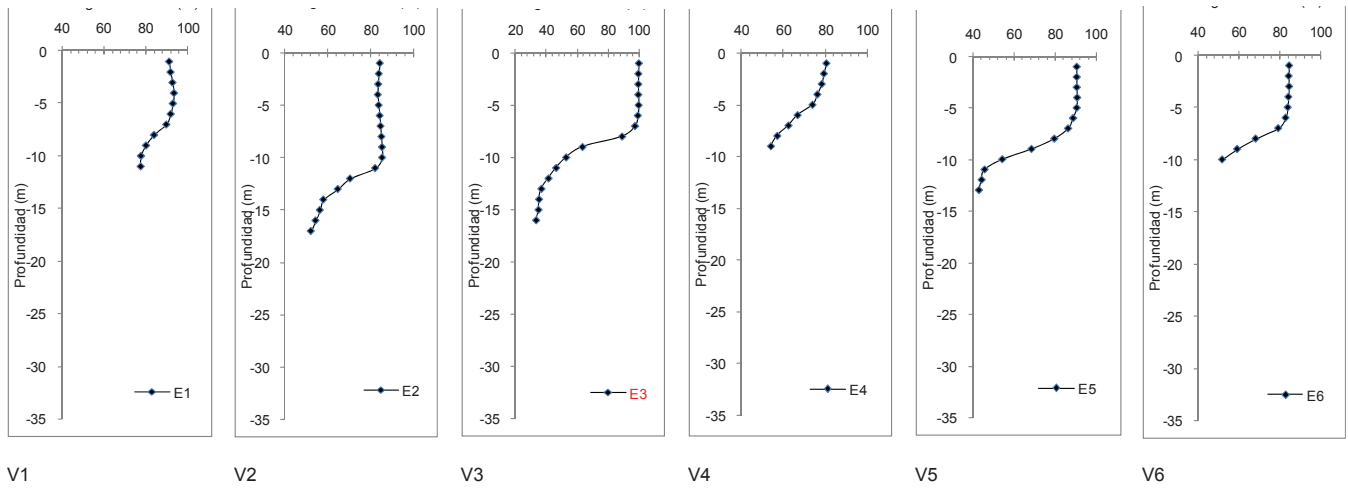


Figura 2.5-26. Distribución de % Saturación Oxígeno en la Columna de Agua de las Estaciones V1 a V12. Sector km 14. Invierno 2011



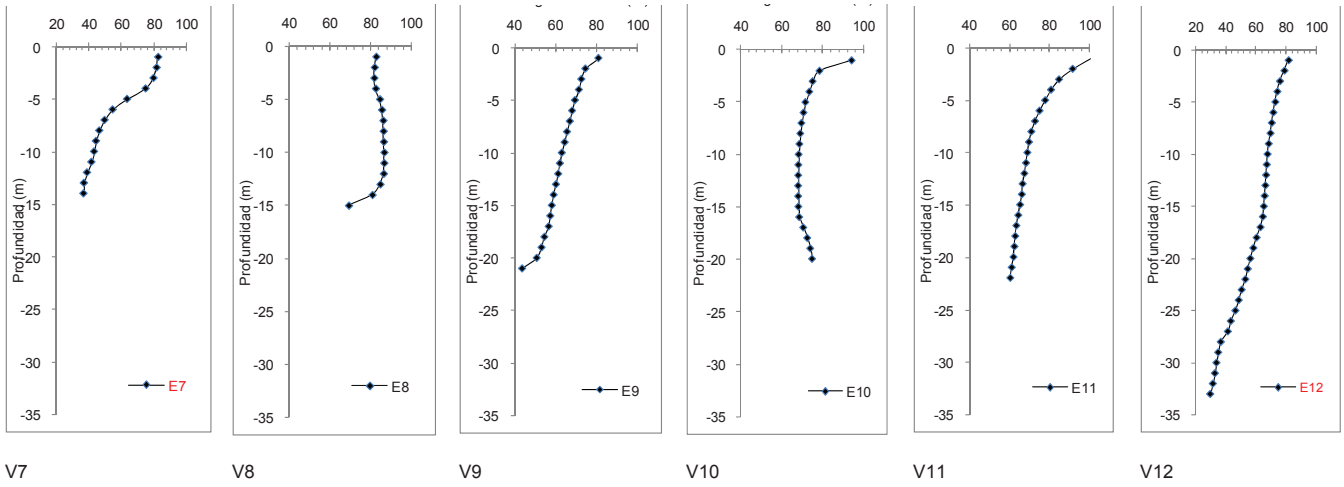


Figura 2.5-27. Distribución de la Temperatura, Salinidad, Densidad, Oxígeno Disuelto y Saturación de OD en la Columna de Agua de la Estación V13. Sector km 14

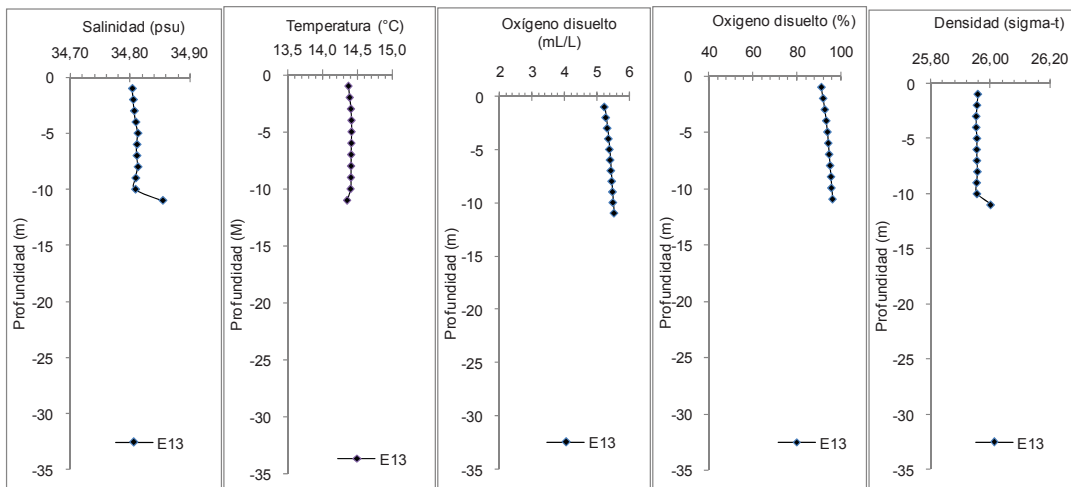
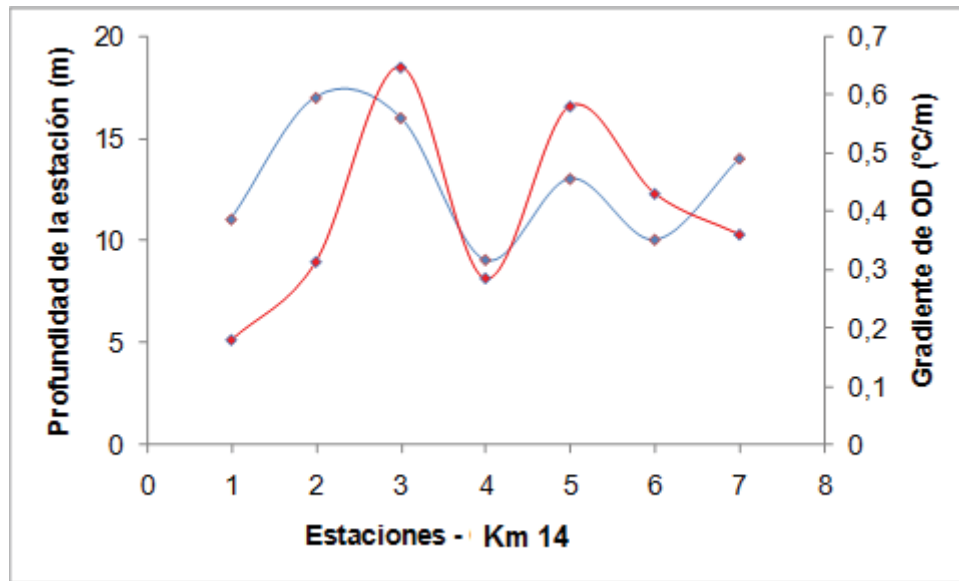


Tabla 2.5-67. Análisis Estadístico Básico de la Temperatura, Salinidad, Densidad, Oxígeno Disuelto y Saturación de OD a las Profundidades de 1, 5, 10 y 15 m para las Estaciones realizadas en el Sector km 14

Profundidad (m)	Temperatura (°C)					N
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	
1	14,20	14,67	14,40	0,18	1,23	12
5	14,09	14,65	14,34	0,17	1,16	13
10	13,89	14,63	14,21	0,16	1,15	12
15	13,90	14,51	14,14	0,16	1,15	8
Profundidad (m)	Salinidad (psu)					N
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	
1	34,77	34,81	34,80	0,01	0,04	12
5	34,73	34,81	34,79	0,01	0,04	12
10	34,78	34,82	34,80	0,02	0,05	12
15	34,78	34,80	34,79	0,02	0,05	7
Profundidad (m)	Densidad (sigma-t)					N
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	
1	25,89	26,00	25,95	0,04	0,14	12
5	25,88	26,02	25,95	0,04	0,16	12
10	25,90	26,06	25,99	0,04	0,15	12
15	25,92	26,04	25,99	0,04	0,16	7
Profundidad (m)	Oxígeno disuelto (mL/L)					N
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	
1	4,64	5,78	5,07	0,41	8,03	13
5	3,67	5,78	4,69	0,43	9,07	13
10	2,52	5,50	3,93	0,47	12,00	12
15	2,03	4,04	3,45	0,53	15,29	7
Profundidad (m)	Oxígeno disuelto (%)					N
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	
1	80,52	100,34	87,93	7,03	8,00	13
5	63,26	99,83	81,32	7,23	8,88	13
10	43,21	95,47	67,94	8,01	11,79	12
15	34,81	69,46	59,60	9,01	15,11	7

Figura 2.5-28. Gradiente de la Concentración de OD en la Columna de Agua (Línea Roja) y la Máxima Profundidad del Registro del CTD en las Estaciones V1 a V7 (Línea Azul). Sector km 14



Campaña Verano

- Análisis Microbiológico

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados a las muestras provenientes de la estaciones ubicadas en el área de estudio, presentaron concentraciones de coliformes totales sobre el LD, es decir, <1,8 NMP/100 mL, sólo en la estación CV-6 (S) con 2,0 NMP/100 mL, mientras que todos los valores de concentración de los coliformes fecales fueron <1,8 NMP/100 mL (Tabla 2.5-68).

Tabla 2.5-68. Resultados de los Análisis Microbiológicos realizados a las Muestras de Agua provenientes del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (S: Superficie; F: Fondo). Estaciones CV-1 a CV-6

Analito	Unidad	CV-1		CV-2		CV-3		CV-4		CV-5		CV-6	
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
Coliformes totales	NMP/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	2,0	<1,8
Coliformes fecales	NMP/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Tabla 2.5-69. Resultados de los Análisis Microbiológicos realizados a las Muestras de Agua provenientes del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (S: Superficie; F: Fondo). Estaciones CV-7 a CV-13

Analito	Unidad	CV-7		CV-8		CV-9		CV-10		CV-11		CV-12		CV-13	
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
Coliformes totales	NMP/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	NMP/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Desde el punto de vista normativo, es posible indicar que, de acuerdo con la tabla de los "Criterios de calidad contenidos en la Guía CONAMA propuesta para aguas marinas" (Tabla 2.5-54), el sector donde se emplazarán las obras marinas, se hallaría en el rango de Clase 1 (muy buena calidad), mientras que si se considera el criterio indicado en el D.S. (MINSEGPRES) N° 144/2009 (Tabla 2.5-53), las aguas del sector km 14 serían aptas para su uso recreacional.

- Análisis Químico

La información analítica para todo el conjunto de muestras, se presenta de la Tabla 2.5-70 a la Tabla 2.5-72. El análisis global de la información indica la existencia de dos grupos de muestras: aquellas que estuvieron bajo el límite de detección (LD) de los métodos de análisis empleados y aquellas que se cuantificaron sobre el LD del método empleado y que serán analizadas en forma separada.

Tabla 2.5-70. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, provenientes de los Estratos Superficial y Profundo, del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (S: Superficie; F: Fondo). Estaciones CV-1 a CV-5

Analito	Unidad	CV-1		CV-2		CV-3		CV-4		CV-5	
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
Cadmio	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DBO	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fosfato	mg/L	0,037	0,043	0,029	0,031	0,021	0,024	0,02	0,021	0,035	0,038
Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidrocarburos totales	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Fierro	mg/L	<0,02	<0,02	0,023	0,026	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
HAP	mg/L	<0,000 2	<0,000 2	<0,000 2	<0,000 2	<0,000 2	<0,000 2	<0,000 2	<0,000 2	<0,000 2	<0,000 2
Molibdeno	mg/L	0,012	0,01	0,008	0,009	0,01	0,013	0,011	0,019	0,017	0,01
Mercurio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrógeno Kjeldahl (NK)	mg/L	0,036	0,041	0,029	0,029	0,032	0,024	0,018	0,023	0,035	0,041
Nitratos (NO ₃)	mg/L	0,699	0,628	0,648	0,67	0,63	0,633	0,624	0,612	0,672	0,628

Analito	Unidad	CV-1		CV-2		CV-3		CV-4		CV-5	
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
Nitrógeno total (NK+NO ₃)	mg/L	0,735	0,669	0,677	0,699	0,662	0,657	0,642	0,635	0,707	0,669
Níquel	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrito	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sólidos suspendidos	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Sólidos sedimentables en 1 h	mL/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zinc	mg/L	<0,02	0,021	0,035	<0,02	0,02	0,021	0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Tabla 2.5-71. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, provenientes de los Estratos Superficial y Profundo, del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (S: Superficie; F: Fondo). Estaciones CV-6 a CV-9

Analito	Unidad	CV-6		CV-7		CV-8		CV-9	
		S	F	S	F	S	F	S	F
Cadmio	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre	mg/L	<0,02	0,021	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DBO	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fosfato	mg/L	0,044	0,046	0,028	0,032	0,02	0,022	0,017	0,019
Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidrocarburos totales	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Fierro	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
HAP	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdeno	mg/L	0,008	0,005	0,008	0,017	0,0174	0,032	0,052	0,02
Mercurio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrógeno Kjeldahl (NK)	mg/L	0,044	0,048	0,037	0,045	0,02	0,022	0,016	0,018
Nitratos (NO ₃)	mg/L	0,64	0,651	0,666	0,682	0,671	0,59	0,593	0,649
Nitrógeno total (NK+NO ₃)	mg/L	0,684	0,699	0,703	0,727	0,691	0,612	0,609	0,667
Níquel	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrito	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,032	0,052	<0,02
Sólidos suspendidos	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Sólidos sedimentables en 1 h	mL/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Analito	Unidad	CV-6		CV-7		CV-8		CV-9	
		S	F	S	F	S	F	S	F
Zinc	mg/L	0,024	<0,02	<0,02	0,029	<0,02	0,027	<0,02	<0,02

Tabla 2.5-72. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, provenientes de los Estratos Superficial y Profundo, del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (S: Superficie; F: Fondo). Estaciones CV-10 a CV-13

Analito	Unidad	CV-10		CV-11		CV-12		CV-13	
		S	F	S	F	S	F	S	F
Cadmio	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,021
Cobre	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DBO	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fosfato	mg/L	0,026	0,029	0,039	0,042	0,033	0,038	0,101	0,116
Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidrocarburos totales	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Fierro	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
HAP	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdeno	mg/L	0,035	0,026	0,03	0,023	0,05	0,027	0,199	0,042
Mercurio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrógeno Kjeldahl (NK)	mg/L	0,027	0,028	0,04	0,043	0,033	0,04	0,016	0,021
Nitratos (NO ₃)	mg/L	0,629	0,66	0,989	0,816	0,865	0,882	0,796	0,875
Nitrógeno total (NK+NO ₃)	mg/L	0,656	0,688	1,029	0,859	0,898	0,922	0,812	0,896
Níquel	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrito	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	mg/L	0,055	0,026	0,031	0,023	0,05	0,027	<0,02	<0,02
Sólidos suspendidos	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	21,3	21,7
Sólidos sedimentables en 1 h	mL/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zinc	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,021	0,02

- Grupo bajo el Límite de Detección del Método de Cuantificación Química

El primer grupo de analitos cuantificados, definidos como el grupo constituido por aquellos bajo el LD de los métodos de ensayo empleados, se presentan en la Tabla 2.5-73.

El análisis en detalle de los resultados, indica que en este grupo de muestras se encuentran los metales Cromo (Cr), Níquel (Ni), ambos con un LD de <0,02 mg/L y el Mercurio (Hg) con un LD de <0,001 mg/L. Al comparar los LD de los ensayos utilizados con los niveles propuestos por la CONAMA y descritos en la Tabla 2.5-54, es decir, Cr total <0,01 mg/L, Ni <0,002 mg/L y Hg <0,0002 mg/L, éstos quedan sobre los niveles de concentración considerados como típicos de cuerpos de agua de Clase 1 en la propuesta normativa indicada anteriormente. Dado que los LD de las metodologías utilizadas por el laboratorio de ensayo son superiores a los LD establecidos por CONAMA, no es posible clasificar el cuerpo de agua del sector donde se emplazarán las obras marinas, para estos parámetros.

En la familia de los compuestos nitrogenados, el nitrito se halló bajo su LD en todas las estaciones. Debe recordarse que éste parámetro no se encuentra considerado en la Guía CONAMA, ni en la normativa vigente.

El grupo de los compuestos orgánicos analizados y que estuvieron bajo el LD de los ensayos, está constituido por las grasas y aceites (LD <1 mg/L) y los hidrocarburos totales (LD <1 mg/L) y aromáticos polinucleares (LD <0,0002 mg/L). Normativamente, los valores de LD para los ensayos son inferiores a la concentración de estos compuestos indicados por la CONAMA para categorizar cuerpos de agua marinos (Tabla 2.5-54) y que son de 5 mg/L para grasas y aceites, <0,02 mg/L para los hidrocarburos totales y < 0,0002 mg/L para los hidrocarburos aromáticos. En este sentido es posible indicar que las estaciones localizadas en la parte norte del sector donde se emplazarán las obras marinas, están en la categoría Clase 1, muy buena.

Tabla 2.5-73. Resumen de los Analitos Bajo el Nivel de Detección del Ensayo aplicado para las Muestras provenientes del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

Analito	Unidad	LD
Cromo	mg/L	<0,02
Mercurio	mg/L	<0,001
Níquel	mg/L	<0,02
Nitrito	mg/L	<0,01
DBO ₅	mg/L	<2,0
Grasas y Aceites	mg/L	<1,0
Hidrocarburos totales	mg/L	<1,0
Hidrocarburos aromáticos polinucleares	mg/L	<0,0002
Sólidos suspendidos	mg/L	<5,0
Sólidos sedimentables en 1 hora	mL/L	<1,0

En el caso de los sólidos suspendidos (SS) y los sólidos sedimentables en una hora, los valores de concentración de éstos fueron indetectables por el método de ensayo en todas las estaciones y niveles muestreados. En el caso de los SS la guía de los criterios de calidad de CONAMA indica que este parámetro debería ser inferior a 25 mg/L para la clase de calidad 1, por lo que las muestras analizadas para SS califican en este rango.

El conjunto de elementos y compuestos descritos anteriormente, al no ser detectables por los ensayos utilizados por el laboratorio que está acreditado para tales propósitos, pueden ser categorizados, en principio, como que no revisten peligro para la salud humana y biota marina y cumplen con los criterios normativos expuestos anteriormente.

- Grupo sobre el Límite de Detección del Método de Cuantificación Química

El segundo grupo de analitos considerados corresponden a aquellos que estuvieron sobre el LD del método de ensayo respectivo y el detalle de los resultados cuantitativos se presentan en la Tabla 2.5-74. Los resultados del análisis estadístico básico, es decir, valores mínimos, máximos, promedio, desviación estándar (D.S.), porcentaje de desviación respecto del valor central (%D.S.) y n muestral de este grupo de analitos y sin discriminar por el nivel de procedencia de la muestra, se presentan en la Tabla 2.5-75.

Tabla 2.5-74. Resultados Analíticos de las Variables que estuvieron sobre los LD de sus Respectivos Ensayos de Laboratorio en Muestras provenientes del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

Estación	Estrato	Cd	Cu	Fe	Mo	Pb	Zn	PO ₄	NK	NO ₃	N total
CV-1	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,012	<0,02	<0,02	0,037	0,036	0,699	0,735
	F	<0,02	<0,02	<0,02	0,010	<0,02	0,021	0,043	0,041	0,628	0,669
CV-2	S	<0,02	<0,02	0,023	0,008	<0,02	0,035	0,029	0,029	0,648	0,677
	F	<0,02	<0,02	0,026	0,009	<0,02	<0,02	0,031	0,029	0,670	0,699
CV-3	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,010	<0,02	0,020	0,021	0,032	0,630	0,662
	F	<0,02	<0,02	<0,02	0,013	<0,02	0,021	0,024	0,024	0,633	0,657
CV-4	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,011	<0,02	0,020	0,020	0,018	0,624	0,642
	F	<0,02	<0,02	<0,02	0,019	<0,02	<0,02	0,021	0,023	0,612	0,635
CV-5	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,017	<0,02	<0,02	0,035	0,035	0,672	0,707
	F	<0,02	<0,02	<0,02	0,010	<0,02	<0,02	0,038	0,041	0,628	0,669
CV-6	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,008	<0,02	0,024	0,044	0,044	0,640	0,684
	F	<0,02	0,021	<0,02	0,005	<0,02	<0,02	0,046	0,048	0,651	0,699
CV-7	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,008	<0,02	<0,02	0,028	0,037	0,666	0,703
	F	<0,02	<0,02	<0,02	0,017	<0,02	<0,02	0,032	0,045	0,682	0,727
CV-8	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,017	<0,02	<0,02	0,020	0,020	0,671	0,691
	F	<0,02	<0,02	<0,02	0,032	0,032	0,027	0,022	0,022	0,590	0,612
CV-9	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,052	0,052	<0,02	0,017	0,016	0,593	0,609
	F	<0,02	<0,02	<0,02	0,020	<0,02	<0,02	0,019	0,018	0,649	0,667
CV-10	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,035	0,055	<0,02	0,026	0,027	0,629	0,656
	F	<0,02	<0,02	<0,02	0,026	0,026	<0,02	0,029	0,028	0,660	0,688
CV-11	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,030	0,031	<0,02	0,039	0,040	0,989	1,029
	F	<0,02	<0,02	<0,02	0,023	0,023	<0,02	0,042	0,043	0,816	0,859
CV-12	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,050	0,050	<0,02	0,033	0,033	0,865	0,898
	F	<0,02	<0,02	<0,02	0,027	0,027	<0,02	0,038	0,040	0,882	0,922
CV-13	S	<0,02	<0,02	<0,02	0,199	<0,02	0,021	0,101	0,016	0,796	0,812
	F	0,021	<0,02	<0,02	0,042	<0,02	0,020	0,116	0,021	0,875	0,896

Tabla 2.5-75. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Todos los Niveles Medidos. Campaña de Verano de 2012

Estadístico	Cd	Cu	Fe	Mo	Pb	Zn	PO ₄	NK	NO ₃	N total
Mínimo	0,021	0,021	0,023	0,005	0,023	0,02	0,017	0,016	0,59	0,609
Máximo			0,026	0,052	0,055	0,035	0,116	0,048	0,989	1,029
Promedio			0,025	0,020	0,037	0,023	0,037	0,031	0,696	0,727
Desv. Estándar			0,002	0,013	0,013	0,005	0,023	0,010	0,105	0,107
%DS			8,66	65,16	35,33	21,51	62,70	32,12	15,08	14,78
n	1	1	2	25	8	9	26	26	26	26

- Análisis de Metales

En la serie de análisis realizados, los metales Cd y Cu sólo fueron medidos en una muestra, siendo los valores de concentración de 0,021 mg/L en ambos casos (Tabla 2.5-75) muy cercanos al LD del método (<0,020 mg/L).

En el caso del Fe, la situación es semejante a la descrita anteriormente, aunque esta vez son dos las muestras con valores sobre el LD del método (<0,020 mg/L) y que se localizaron en las estación CV-2 con 0,023 y 0,026 mg/L (Tabla 2.5-75).

En esta misma línea de análisis de la información los metales Pb y Zn tampoco fueron medidos sobre el LD en todas las muestras analizadas. En el caso específico del Pb, éste fue determinado en 8 de un total de 26 muestras analizadas, lo que equivale a 30,8% el total. En este caso en específico, el rango de distribución cuantitativa fue de 0,023 a 0,055 mg/L, promedio 0,037±0,013 mg/L (n=8) y la variación porcentual respecto del promedio fue de 35,33% (Tabla 2.5-76). Respecto de la distribución de este metal por estaciones (Figura 2.5-29), los valores sobre el LD se localizaron entre las estaciones CV-8 a la CV-13, aunque con algunos valores levemente sobre el LD del ensayo (<0,020 mg/L) en el estrato de fondo de las estaciones CV-10, CV-11 y CV-12 (Tabla 2.5-75). En el caso del Zn, los 9 valores analizados sobre el LD del método (<0,020 mg/L) equivalen al 34,6% de las muestras obtenidas, y el rango de concentración fue de 0,02 a 0,035 mg/L, promedio 0,023±0,005 mg/L (n=9) (Tabla 2.5-76), con una variación porcentual del 21,51%. Es importante indicar que en este caso en particular de las 9 muestras sobre el LD, 7 son iguales o muy cercanas al LD del método, esto equivale al 78 % de las muestras positivas. La distribución de este metal por estación (Figura 2.5-29) indica que los valores se distribuyeron de manera aleatoria y que aquellos iguales o cercanos al LD se localizaron en las estaciones CV-1, CV-3, CV-4, CV-6, CV-8 y CV-13.

El elemento Mo fue el único metal que fue detectado sobre el LD en toda la serie analizada (Tabla 2.5-75); el rango de distribución de este analito fue de 0,005 a 0,199 mg/L, promedio 0,027±0,037 mg/L (n=26). El valor del porcentaje de desviación respecto del valor promedio es lejos el más alto medido para todos los analitos considerados en este proyecto y fue de 136,78%. Esta dispersión calculada está asociada a un valor de concentración de 0,199 mg/L, localizado en el estrato superficial de la estación CV-13, que es un orden de magnitud superior al resto de la serie; si se elimina este valor de la serie, el rango de concentración sería de 0,005 a 0,052 mg/L, promedio 0,020±0,013 mg/L (n=25) y el porcentaje de dispersión de los datos es de 65,16%: De acuerdo a la experiencia del consultor, estos valores estadísticos son más bien coincidentes con la dispersión histórica de los datos en un sector dado. Al analizar la distribución espacial de la información sin el valor de 0,199 mg/L (CV13-superficie) (Figura

2.5-29), es posible observar una distribución espacial segregada de la información, con una mayor agregación de valores altos, es decir, mayores 0,20 mg/L, en las estaciones CV-9 a la CV-13, situación que no podría ser observada con este dato eliminado.

Desde el punto de vista normativo y respecto del D.S. N° 144/2009 de MINSEGPRES, que tiene por objetivo general proteger la calidad de las aguas marinas y estuarinas de manera de salvaguardar la salud de las personas y especialmente para aguas destinada a uso recreativo con contacto directo (Tabla 2.5-53), de los metales analizados y que estuvieron sobre el LD del ensayo analítico, sólo los metales Cd y Pb son mencionados en dicha tabla, y en estos casos cumplirían con los criterios de usos recreativo. Respecto de los criterios de calidad contenidos en la Guía CONAMA propuesta para aguas marinas (Tabla 2.5-54), los valores de Fe y Zn clasificarían las aguas del sector donde se emplazarán las obras marinas, en esta campaña de verano, como cuerpo de agua Clase 1. El elemento Mo no es considerado en ninguna de las tablas antes citadas.

Figura 2.5-29. Distribución por Estación de los Metales Disueltos Mo en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

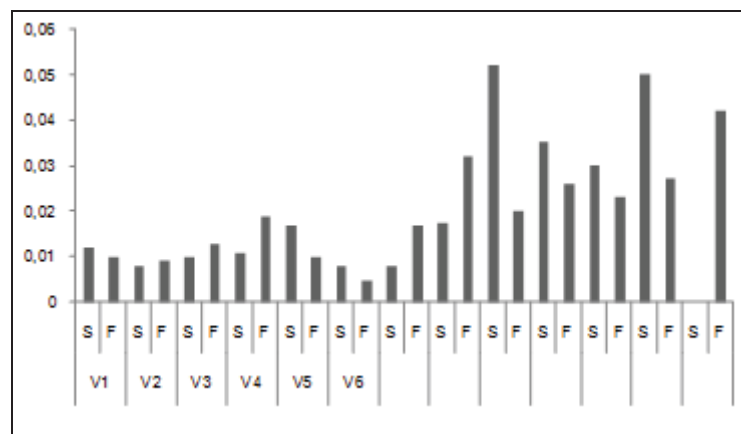


Figura 2.5-30. Distribución por Estación de los Metales Disueltos Pb en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

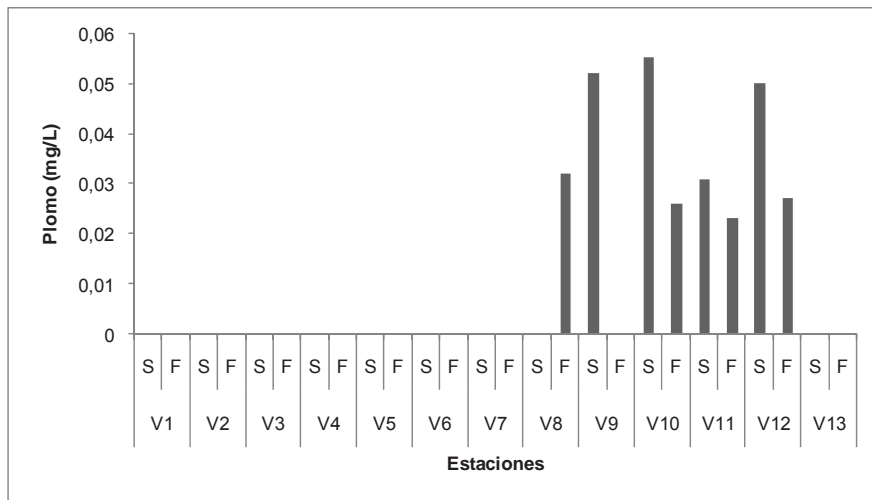
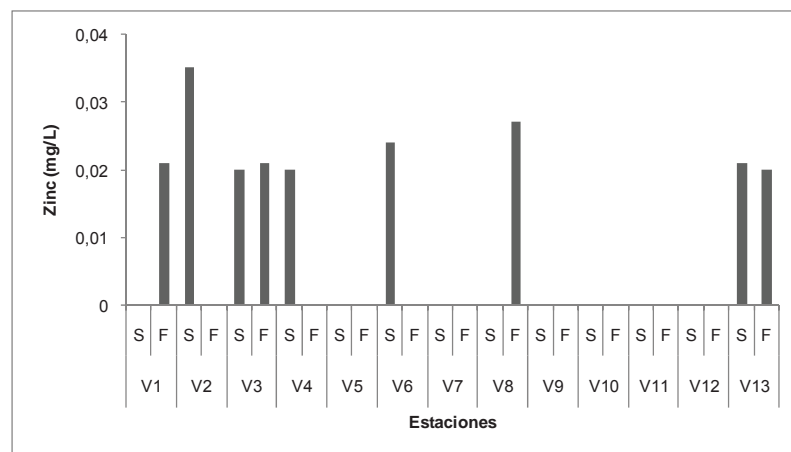


Figura 2.5-31. Distribución por Estación de los Metales Disueltos Zn en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012



- Análisis de Nutrientes

El análisis de la información total de los nutrientes Fosfato (P), Nitrógeno total Kjeldahl (NK), Nitrato (NO₃) y Nitrógeno total (sumatoria del NK+NO₃) indica lo siguiente (Tabla 2.5-76):

El PO₄ se presentó en el rango 0,017 a 0,116 mg/L, promedio 0,037 ± 0,023 mg/L (n=26), con una variación de los datos respecto del valor promedio de 62,70%.

De los nutrientes nitrogenados, el NK estuvo en el rango 0,016 a 0,048 mg/L, promedio 0,031±0,010 mg/L (n=26) con un 32,12% de variabilidad porcentual entre los datos respecto del valor central; mientras que el NO₃ estuvo en el rango 0,590 a 0,989 mg/L, promedio 0,696±0,105 mg/L (n=26), con una baja variabilidad en la distribución de las concentraciones y que fue de 15,088%.

El Nitrógeno total (sumatoria de $\text{NK} + \text{NO}_3$) se presentó en el rango 0,609 a 1,029 mg/L, promedio $0,727 \pm 0,107$ mg/L ($n=26$). En este caso en particular la diferencia de concentración entre los analitos que son utilizados para calcular este parámetro indican que la concentración del NO_3 fue un orden de magnitud superior a la del NK, por lo tanto, el nitrógeno disponible en la columna de agua está en su totalidad a la forma de este ión, que corresponde a la categoría de nutriente preformado, es decir, que no es producido *in situ*.

- Análisis de la Distribución Espacial de los Metales y Nutrientes en la Columna de Agua

El análisis de la distribución espacial de los metales y los nutrientes segregada por estación y estrato de muestreo superficial y de fondo se presenta en las Tabla 2.5-76 y Tabla 2.5-77 y en la Figura 2.5-32 a la Figura 2.5-34. En el caso particular de los metales Cd, Cu y Fe que presentaron un único valor sobre el LD son presentados pero no serán analizados.

Los metales Mo, Pb y Zn presentaron valores sobre el LD, aunque en este caso sólo el elemento Mo fue cuantificado en un número de muestras que permite hacer un análisis certero de la distribución espacial de éste por estación y estrato. En este caso el promedio superficial fue $0,022 \pm 0,016$ mg/L ($n=12$) y el nivel profundo fue de $0,019 \pm 0,011$ mg/L ($n=13$); es importante destacar que para este análisis en particular no se consideró para el cálculo estadístico el valor de 0,199 en la superficie de la estación CV-13.

Los metales que le siguen en importancia de concentración fueron el Pb con un promedio de $0,047 \pm 0,011$ mg/L ($n=4$) en la superficie y $0,027 \pm 0,004$ mg/L ($n=4$) en el fondo, seguido por el Zn con $0,024 \pm 0,006$ mg/L ($n=5$) en la superficie y $0,022 \pm 0,003$ mg/L ($N=4$) en el fondo.

La información descrita para la distribución de los metales indica que en el caso del Mo y el Zn éstos se distribuyeron de manera prácticamente homogénea en la columna de agua, mientras que la concentración de Pb fue mayor en la zona superficial. En términos generales, es posible determinar que la concentración de metales en los dos niveles muestreados fue relativamente homogénea.

El análisis de la distribución espacial de los nutrientes indica que para el NK un promedio de $0,029 \pm 0,009$ mg/L ($n=13$) en la superficie y $0,033 \pm 0,011$ mg/L ($n=13$) en el fondo; el NO_3 presentaría un promedio de $0,702 \pm 0,114$ mg/L ($n=13$) en la superficie y $0,690 \pm 0,099$ mg/L ($n=13$) en el fondo. Mientras que el nitrógeno total disponible, y que equivale a la sumatoria del NK mas NO_3 , fue de $0,731 \pm 0,117$ mg/L ($n=13$) en la superficie y $0,723 \pm 0,102$ mg/L ($n=13$) en el fondo. En el caso del PO_4 , éste se presentó en el nivel superficial con $0,035 \pm 0,022$ mg/L ($n=13$) y en el profundo con $0,039 \pm 0,025$ mg/L ($n=13$),

Los resultados descritos indican que los nutrientes se presentaron con diferencias de concentración muy leves entre estratos de muestreo, por lo que su distribución espacial podría ser caracterizada como homogénea en la columna de agua, sin ser a la vista, nutrientes limitantes en el crecimiento del fitoplancton, sino más bien estarían disponibles en toda la columna de agua.

Figura 2.5-32. Distribución por Estación del Nitrógeno Total Kjeldahl en el Estrato Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

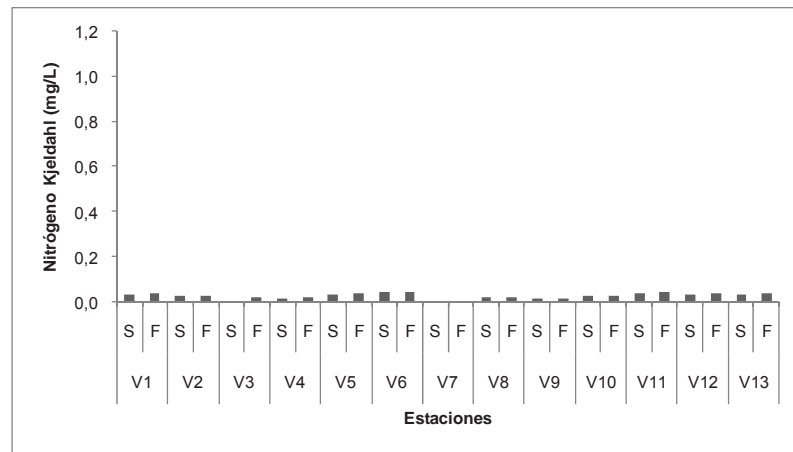


Figura 2.5-33. Distribución por Estación del Nitrato, Nitrógeno Total en el Estrato Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

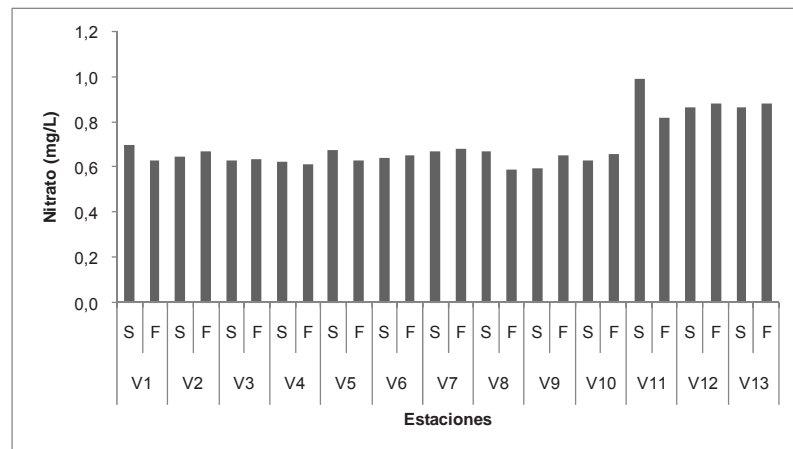


Figura 2.5-34. Distribución por Estación del Fosfato, en el Estrato Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

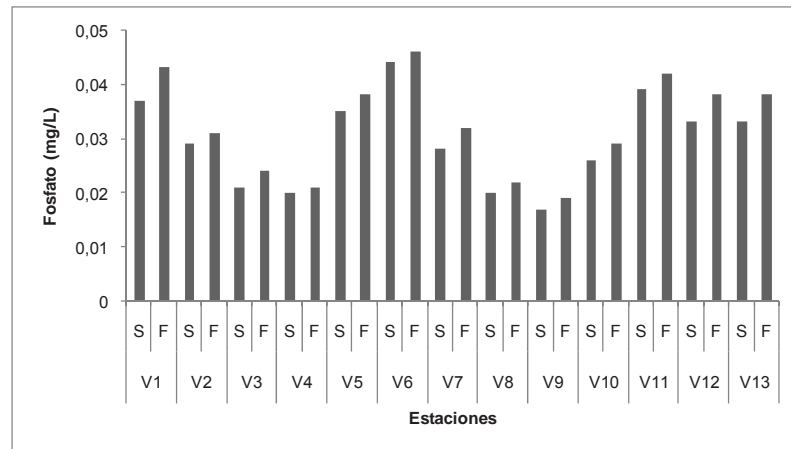


Tabla 2.5-76. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Nivel Superficial

Estadístico	Cd	Cu	Fe	Mo	Pb	Zn	PO ₄	NK	NO ₃	N total
Mínimo	0	0	0,023	0,008	0,031	0,02	0,017	0,016	0,593	0,609
Máximo				0,052	0,055	0,035	0,101	0,044	0,989	1,029
Promedio				0,022	0,047	0,024	0,035	0,029	0,702	0,731
Desv. Estándar				0,016	0,011	0,006	0,022	0,009	0,114	0,117
%DS				75,58	23,11	26,52	62,38	31,92	16,26	16,02
n	0	0	1	12	4	5	13	13	13	13

Tabla 2.5-77. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes Sector km 14. Nivel de Fondo

Estadístico	Cd	Cu	Fe	Mo	Pb	Zn	PO ₄	NK	NO ₃	N total
Mínimo	0,021	0,021	0,026	0,005	0,023	0,02	0,019	0,018	0,59	0,612
Máximo				0,042	0,032	0,027	0,116	0,048	0,882	0,922
Promedio				0,019	0,027	0,022	0,039	0,033	0,690	0,723
Desv. Estándar				0,011	0,004	0,003	0,025	0,011	0,099	0,102
%DS				53,96	13,86	14,39	64,67	32,66	14,40	14,05
n	1	1	1	13	4	4	13	13	13	13

- Análisis del pH y de la Transparencia (profundidad del disco Secchi)

Los valores de pH registrados indican que en el estrato superficial el rango fue de 8,20 a 8,23 (Tabla 2.5-78), con un promedio de $8,21 \pm 0,01$ ($n=13$), mientras que en el estrato de fondo el rango fue 8,17 a 8,20 (Tabla 2.5-78), con un promedio de $8,19 \pm 0,01$ ($n=13$). En ambos estratos,

el porcentaje de desviación respecto del promedio fue de 0,15 y 0,12%, respectivamente. Estos resultados indican que no se observaron diferencias importantes entre estratos ni entre las estaciones realizadas.

Desde el punto normativo y de acuerdo a la futura norma de calidad de aguas marinas anteriormente descrita (Clase 1), los valores de pH deberán encontrarse en el rango de 7,5 – 8,5. Por tanto, todos los registros de pH obtenidos en este estudio en el sector donde se emplazarán las obras marinas, campaña de verano, estarían en los rangos que serían permitidos, y clasificarían a las aguas de las estaciones analizadas como de muy buena calidad para el pH.

Al comparar los registros obtenidos del sector km 14 con el rango exigido en la Norma Chilena 1333 Of. 78. sobre requisitos de calidad de aguas para vida acuática – agua dulce (6,0 – 9,0) (Tabla 2.5-52) y lo sugerido como normal en el agua de mar de acuerdo a Lozano (1978): pH de 7,2 a 8,4; es posible apreciar que se está en los rangos considerados normales.

Tabla 2.5-78. Resultados de pH, Transparencia (Disco Secchi) y Cálculo de la Profundidad de la Capa Fótica en la Columna de Agua de las Estaciones muestreadas en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

Estación	Estrato	pH	Transparencia (m)	Profundidad capa fótica (m)
CV-1	Superficie	8,20	8,5	21,25
	Fondo	8,19		
CV-2	Superficie	8,20	10	25
	Fondo	8,18		
CV-3	Superficie	8,21	9	22,5
	Fondo	8,18		
CV-4	Superficie	8,22	5,5	13,75
	Fondo	8,19		
CV-5	Superficie	8,23	9	22,5
	Fondo	8,20		
CV-6	Superficie	8,20	9	22,5
	Fondo	8,17		
CV-7	Superficie	8,20	9	22,5
	Fondo	8,18		
CV-8	Superficie	8,21	11	27,5
	Fondo	8,19		
CV-9	Superficie	8,20	11	27,5
	Fondo	8,18		
CV-10	Superficie	8,22	11	27,5
	Fondo	8,19		
CV-11	Superficie	8,23	10	25
	Fondo	8,17		
CV-12	Superficie	8,21	11	27,5
	Fondo	8,19		

Estación	Estrato	pH	Transparencia (m)	Profundidad capa fótica (m)
CV-13	Superficie	8,23	10	25
	Fondo	8,20		

Lo anterior permite concluir que, a la luz de la evidencia, no habría alteración de la acidez de las aguas marinas de las estaciones estudiadas. Esta condición se explicaría por la alta constancia del pH en el mar como consecuencia del efecto tamponante del sistema carbonato-bicarbonato y del ácido bórico-borato, además de la formación del carbonato de calcio (CaCO_3), por lo que sólo un muy fuerte impacto antrópico o de origen natural puede llegar a hacer fluctuar de forma importante a este parámetro. Además de esto, otros factores, tales como la actividad fotosintética, la salinidad, temperatura y presión, también influyen en los cambios de pH, aparte de factores antrópicos (como contaminación por algún compuesto en específico).

En definitiva, en base a los resultados actuales de pH, es posible inferir la ausencia de aportes externos importantes de compuestos ácidos o alcalinos que generen un desequilibrio entre el CO_2 disuelto y el atmosférico y, por tanto, no existen problemas de alteración de la acidez del agua de mar en las estaciones estudiadas en el sector km 14, clasificando las aguas de acuerdo a la futura norma de aguas marinas como de muy buena calidad.

Los valores de la transparencia de la columna de agua o profundidad del disco Secchi medidos *in situ*, indican que la visibilidad de la columna general fue alta, con un rango de 5,5 a 11,0 m (Tabla 2.5-78), lo que indica una baja agregación de material particulado (materia inerte y fito y zooplancton) en la columna de agua o también baja concentración de materia orgánica disuelta visible al ojo desnudo.

Desde el punto de vista normativo debe ser indicado que, la Tabla N° 2 del anteproyecto de norma no considera la transparencia de la columna de agua. Sin embargo, la NCh. 1.333, indica un valor mínimo de transparencia de 1,2 metros. Si se toma como referencia este valor, todos los registrados en el sector del km 14 en este estudio serían superiores al indicado por la futura norma.

A partir de las mediciones de disco Secchi, es posible calcular el espesor de la zona eufótica (iluminada) en el área de estudio, utilizando la relación:

$$K \times Z_s = \text{constante}$$

donde:

K = coeficiente de extinción medio para la columna de agua

Z_s = profundidad en m de desaparición del disco de Secchi

La profundidad de la capa eufótica se puede estimar teóricamente en $2,5 \times Z_s$ (Cognetti *et al.*, 2001). A partir de esta fórmula, es posible indicar que esta variable en el área de estudio varió en el rango de 13,75 a 27,50 m (Tabla 2.5-79). Esto indica que en prácticamente todas las estaciones, la extensión total de la columna de agua correspondería a la capa eufótica.

- Análisis de la distribución de la temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y saturación de oxígeno disuelto en la columna de agua del sector km 14

La distribución espacial de las variables temperatura, salinidad, densidad (σ_t), oxígeno disuelto (OD) y porcentaje de saturación (OD%) en la columna de agua de las estaciones

realizadas en el sector donde se emplazarán las obras marinas, se presentan en las Figura 2.5-35 a Figura 2.5-40 para esta campaña de verano.

El análisis de la distribución de los tres campos indica que en el caso de la temperatura, ésta varió en forma monótonica con la profundidad, es decir, que se formó un gradiente suave de distribución de mayor a menor en todas las estaciones. Mientras el campo de salinidad no presentó variaciones de importancia en toda la columna, manteniéndose en un rango estrecho de distribución. La densidad, por su parte, presentó un comportamiento también estable en toda la columna y las pequeñas desviaciones observadas corresponden a las capas superficiales de la columna de agua y estuvo asociada fundamentalmente a las variaciones en el campo térmico.

El análisis cuantitativo de las variables antes descritas se presenta en la Tabla 2.5-79. En este análisis es importante indicar que en las capas más superficiales, es decir, entre 1 a 3 m, el equipo de perfilación CTD-DO presentó variaciones erráticas en su comportamiento electrónico en las estaciones CV-1 a CV-7, CV-9, CV-12 y CV-13, por lo que esta capa no fue considerada para el análisis ambiental. Las estaciones CV-8 y CV-10 no presentaron este problema.

En términos generales la temperatura superficial, (Figura 2.5-35) considerando los promedios a 1 y 5 m, estuvo entre $14,17 \pm 0,204$ °C (n=2) y $13,89 \pm 0,261$ °C (n=13), mientras que entre los 10 y 30 m fueron de $13,53 \pm 0,186$ (n=12) °C y $12,77 \pm 0,171$ (n=3) °C, con un gradiente térmico entre 1 y 30 m de $0,047$ °C/m. Esto confirma lo indicado anteriormente respecto de la disminución pausada (monótonica) del campo térmico con el aumento de profundidad.

Al mismo tiempo, la salinidad presentó entre 1 y 5 m, promedios de $34,63 \pm 0,000$ psu (n=2) y $34,65 \pm 0,018$ psu (n=13), respectivamente (ver Figura 2.5-36). Entre los 10 y 30 m de profundidad el promedio de salinidad fue de $34,66 \pm 0,019$ psu (n=12) y $34,73 \pm 0,031$ psu (n=3). El gradiente salino entre la superficie y 30 m fue de $0,003$ psu/m; este valor es la expresión cuantitativa de la alta homogeneidad de la distribución del campo halino en la columna de agua de todas las estaciones muestreadas en el sector km 14 en esta campaña de verano. La densidad, expresada en unidades de sigma-t (σ_t), al ser una función de la temperatura y salinidad, presentó el comportamiento que era esperable, es decir, sin variaciones de importancia en toda la columna de agua y con valores promedio, entre 1 y 5 m, de $25,86 \pm 0,015$ σ_t (n=2) y $25,94 \pm 0,053$ σ_t (n=13), respectivamente. Mientras que entre los 10 y 30 m fue de $26,02 \pm 0,073$ σ_t (n=12) y $26,22 \pm 0,061$ σ_t (n=3); el gradiente de densidad para toda la columna de agua fue de $0,012$ σ_t /m, valor esperado dada la alta homogeneidad de la columna de agua.

En el caso de las tensiones de oxígeno disuelto (OD) (ver Figura 2.5-38) y la saturación de este gas (%OD) (ver Figura 2.5-39) en la columna de agua, ésta presentó la distribución espacial esperada para este gas, es decir, valores cercanos a la saturación en las cercanías de la superficie y tendiendo a disminuir de manera homogénea en la medida que aumentó la profundidad. En términos cuantitativos el OD promedio entre 1 y 5 m de profundidad presentó promedios de $8,44 \pm 0,389$ mg/L (n=2) y $7,13 \pm 0,345$ mg/L (n=13), entre los 10 y 30 m los promedios fueron de $5,58 \pm 0,864$ mg/L (n=12) y $1,76 \pm 0,505$ mg/L (n=3). En el caso de esta variable en particular, y especialmente en sectores localizados en centros de surgencia o en las cercanías de éstos, los rangos de distribución por profundidad son muy importantes, toda vez que las aguas surgentes son pobres en OD y que, al acercarse a la superficie, son modificadas en forma importante por procesos de intercambio océano-atmósfera, principalmente oleaje y vientos, además de procesos de pequeña escala asociados a la topografía del sector. Estos procesos físicos no son homogéneos y, por lo tanto, cada estación presentará concentraciones de OD que responde a los efectos antes mencionados, a lo que se suma además la producción de OD in situ por los productores primarios (fitoplancton y macroalgas). El análisis de los resultados de la distribución cuantitativa de este gas por estrato de muestreo indica que el

rango fue de 8,17 a 8,72 y 6,44 a 7,67 mg/L, entre la superficie y los 5 m, respectivamente. Mientras que a 10 y 30 m estos fueron de 3,98 a 6,80 y 1,17 a 2,05 mg/L, respectivamente.

La saturación de OD, expresada en %, al ser una función básicamente de la concentración de OD, la temperatura y la salinidad (la profundidad es despreciable en este caso), presentó el mismo comportamiento espacial que la OD, con promedios de $101,91 \pm 4,56\%$ (n=2) y $85,78 \pm 4,12\%$ (n=13) con un porcentaje de variabilidad de los datos respecto del valor central (%DS) de 4,47 y 4,80, respectivamente. Entre los 10 y 30 m de profundidad, los promedios fueron de $66,79 \pm 10,76$ mg/L (n=12) y $21,15 \pm 6,49$ mg/L (n=3), respectivamente, con un %DS de 16,11 a 30,69%. Los rangos de distribución de esta variable en la superficie, es decir, entre 1 y 5 m, fueron de 98,69 a 105,13 y 77,19 a 92,13 %, respectivamente, mientras que entre 10 y 30 m fueron de 46,96 a 81,55 % y 13,72 a 25,73%, respectivamente.

Los resultados descritos para el OD y %OD indican que el comportamiento de este gas fue homogéneo entre la superficie y los 5 m, y que bajo este nivel esta situación cambió de manera importante, toda vez que entre 10 y 30 m fue posible observar diferencias en los valores extremos de los rangos de 1,70 a 2,16 veces, lo que está asociado a distintas etapas de oxigenación de la columna de agua provocadas por mecanismos de interacción físicas y biológicas locales y de pequeña escala.

En un contexto más general, es posible indicar que todas las estaciones analizadas en el sector km 14 en esta campaña de verano, estuvieron bajo la influencia de procesos intensos de surgencia de aguas profundas con una alta homogeneidad física de la columna de agua, especialmente en las estaciones más someras. Los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, indican que el tipo de agua que surge en el sector sería de origen Ecuatorial Subsuperficiales (AESS) que se caracterizan, en términos muy generales, por temperaturas inferiores a 14° C, salinidades menores de 34,8 psu y tensiones de OD, en profundidad, menores de 1 mL/L ó 1,429 mg/L. Esta última variable sufrió variaciones cuantitativas de importancia al llegar a las cercanías de la superficie de las estaciones costeras realizadas.

Figura 2.5-35. Distribución de la Temperatura (°C) en la Columna de Agua de las Estaciones CV1 a CV12 Sector km 14. Verano 2012

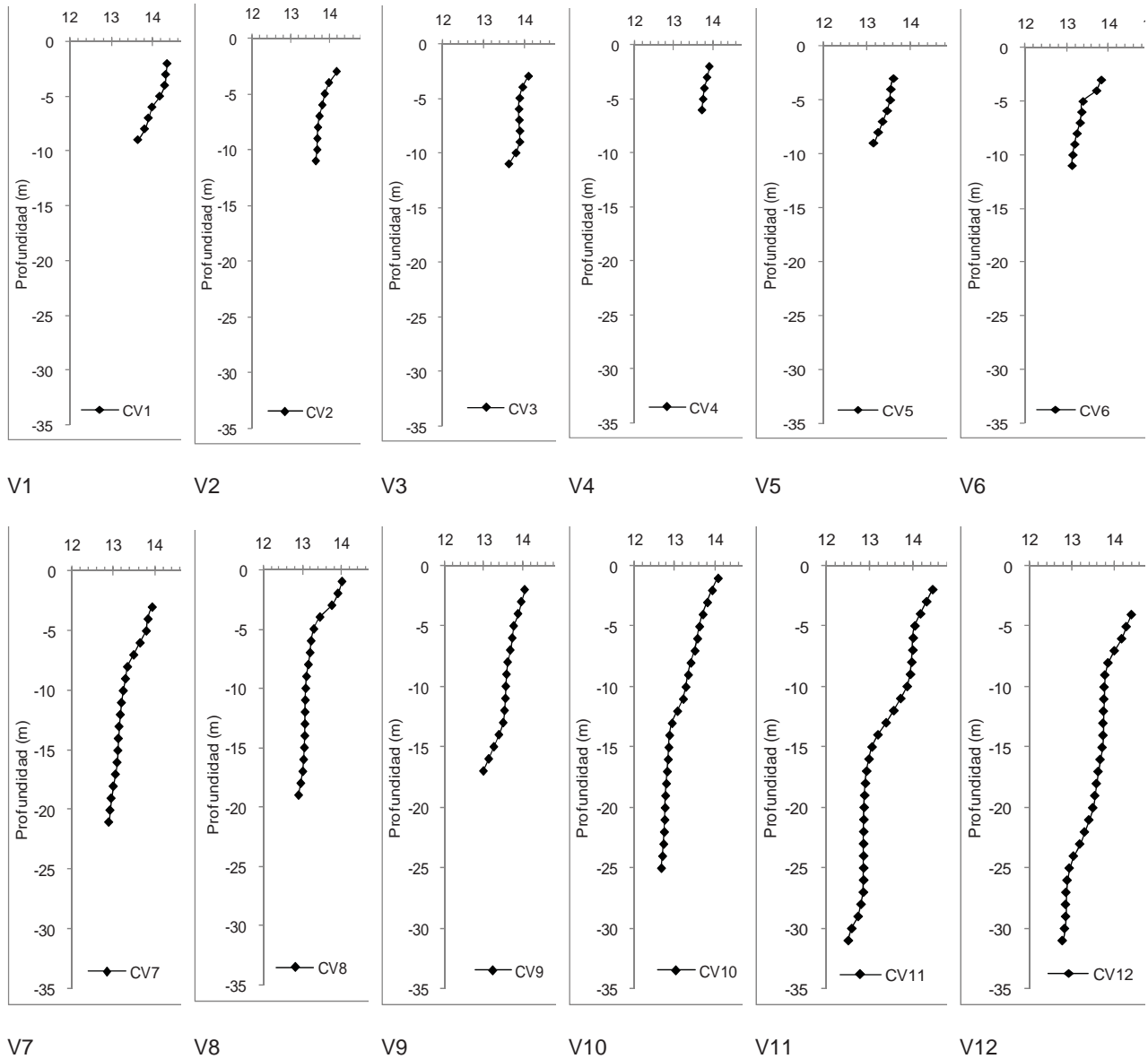


Figura 2.5-36. Distribución de la Salinidad (psu) en la Columna de Agua de las Estaciones C V1 a CV12 Sector km 14. Verano 2012

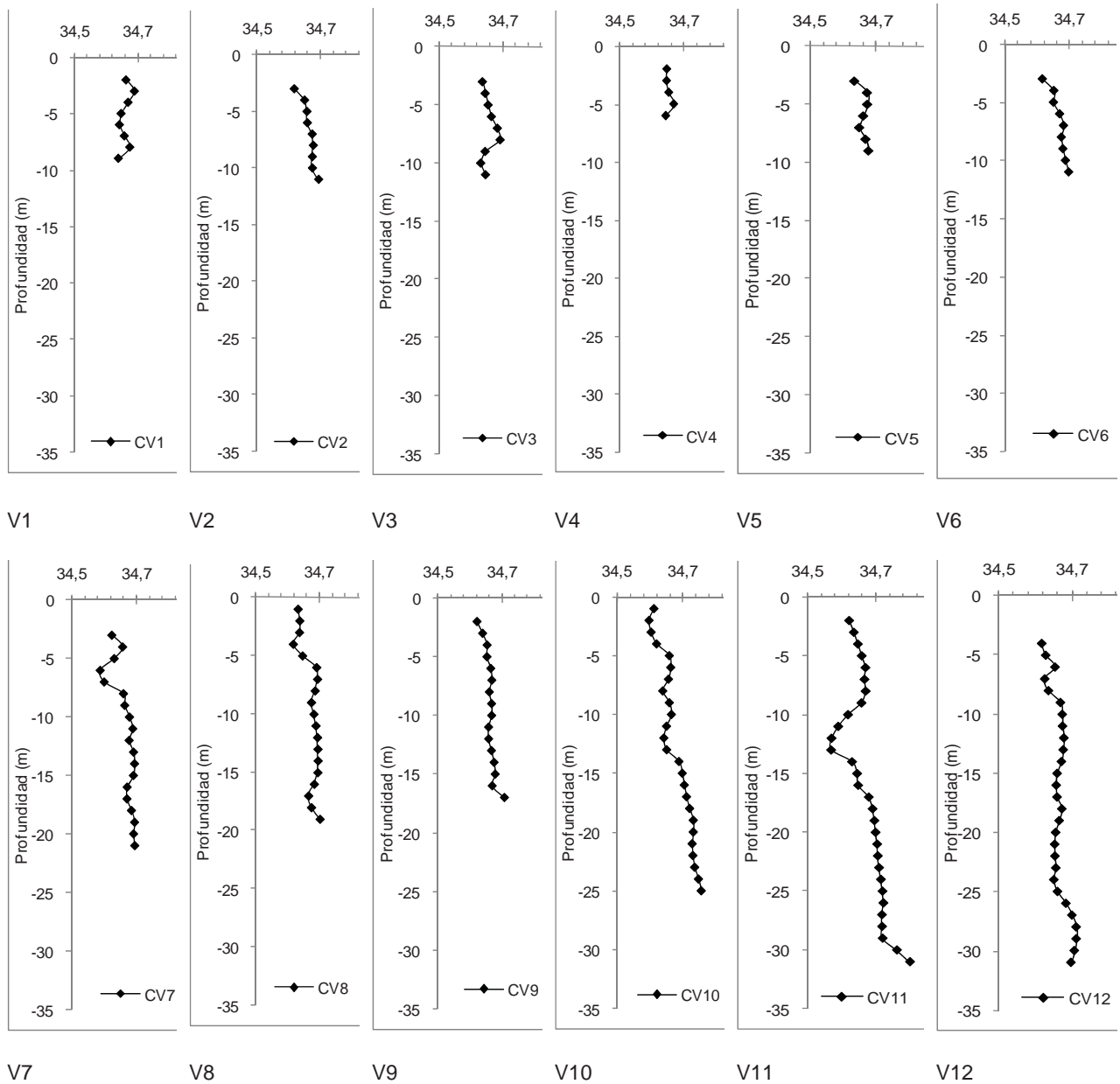
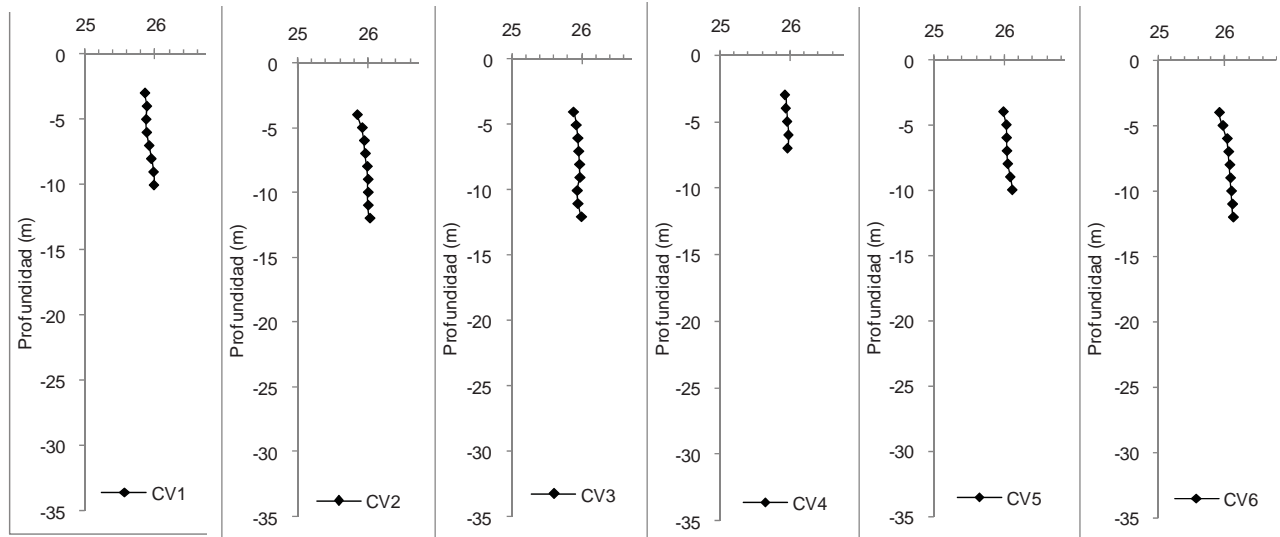


Figura 2.5-37. Distribución de la Densidad (Sigma-t) en la Columna de Agua de las Estaciones CV1 a CV12 Sector km 14. Verano 2012



V1

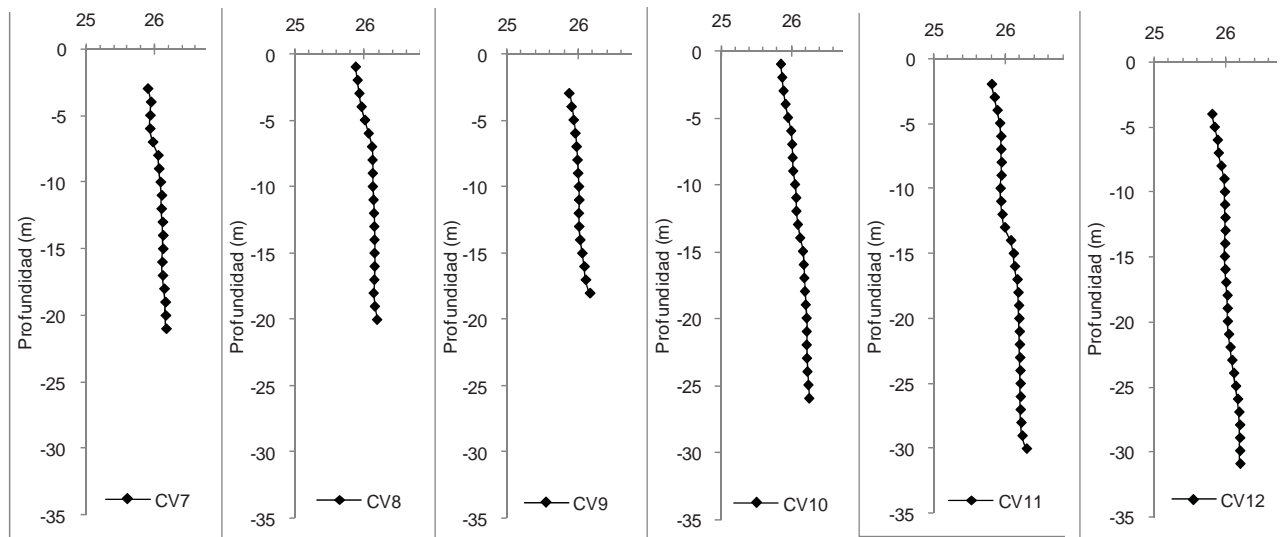
V2

V3

V4

V5

V6



V7

V8

V9

V10

V11

V12

Figura 2.5-38. Distribución el Oxígeno Disuelto (mg/l) en la Columna de Agua de las Estaciones CV1 a CV12 Sector km 14. Verano 2012

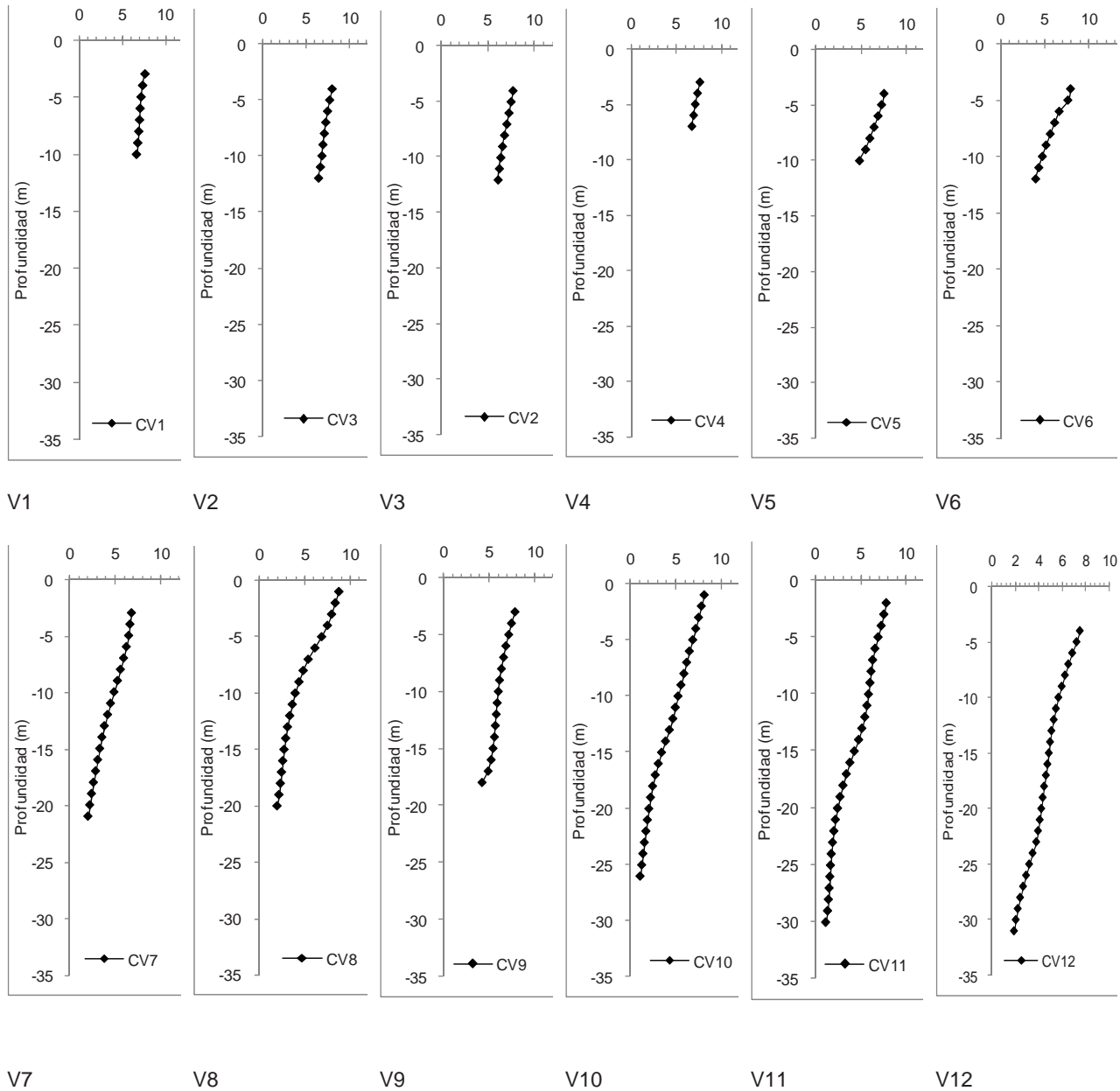


Figura 2.5-39. Distribución del % Saturación Oxígeno en la Columna de Agua de las Estaciones CV1 a CV12 Sector km 14. Verano 2012

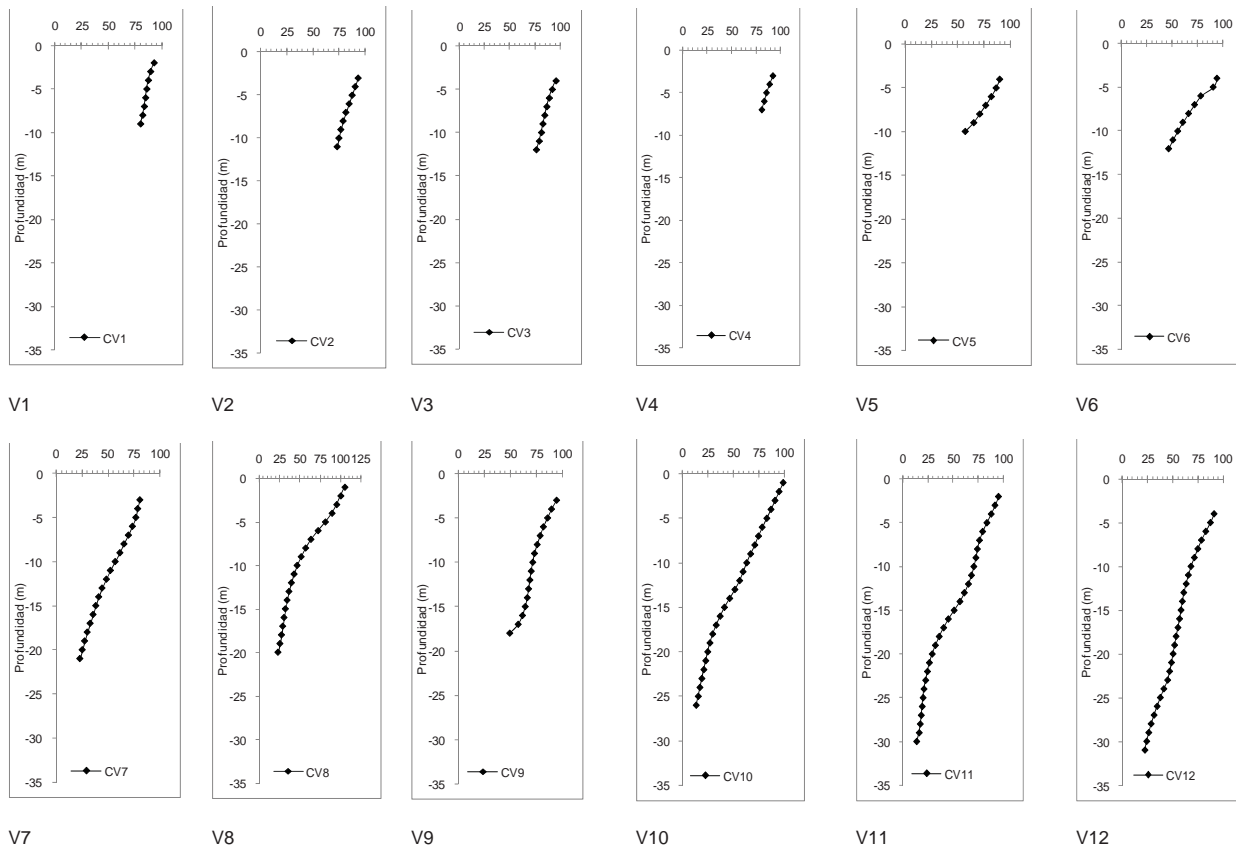


Figura 2.5-40. Distribución de la Temperatura, Salinidad, Densidad, Oxígeno Disuelto y Saturación de OD en la Columna de Agua de la Estación CV-13. Sector km 14

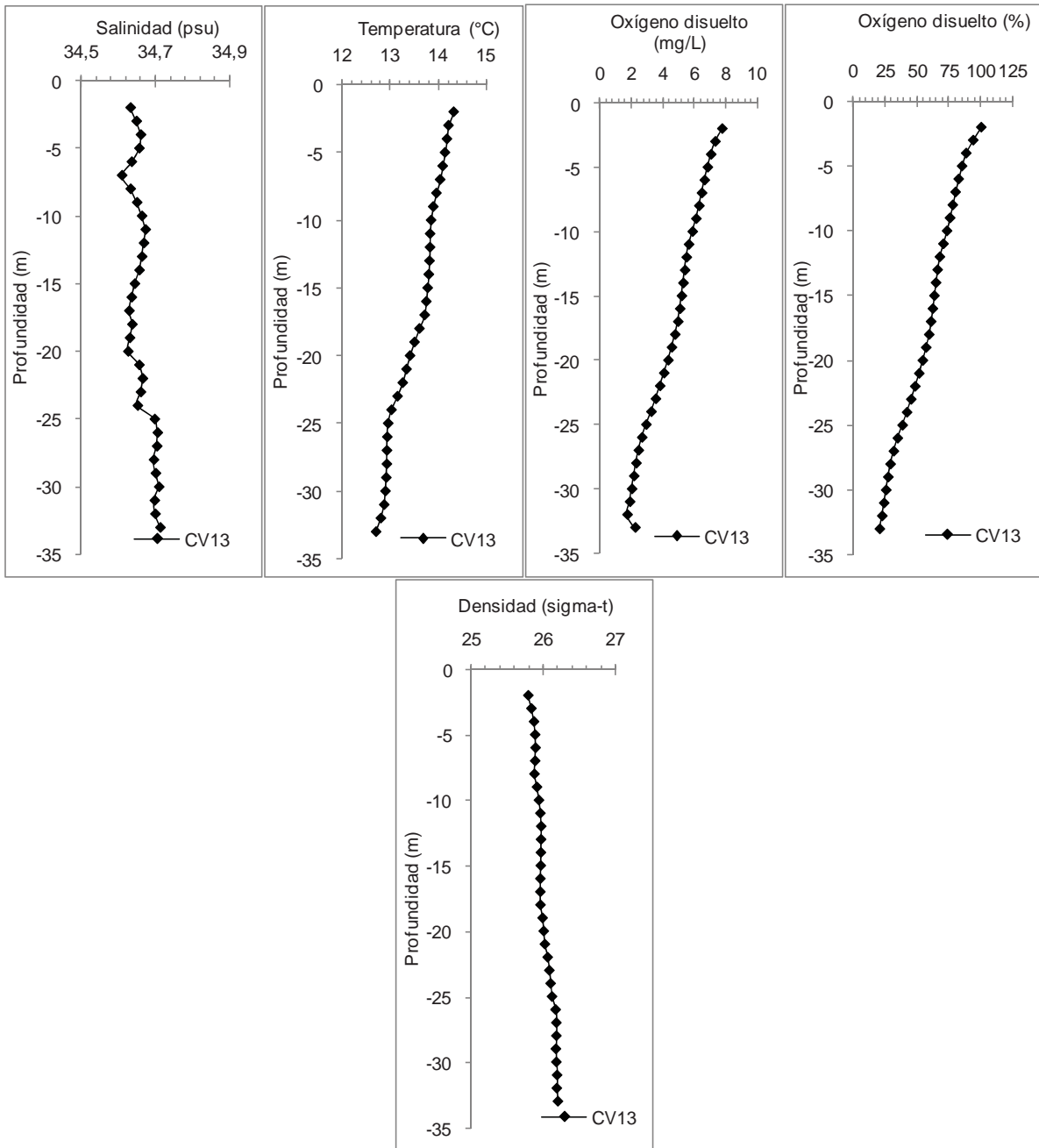


Tabla 2.5-79. Análisis Estadístico Básico de la Temperatura, Salinidad, Densidad, Oxígeno Disuelto (OD) y Saturación de OD a las Profundidades de 1, 5, 10, 15 y 30 m para las Estaciones realizadas en el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

Profundidad (m)	Temperatura (°C)					n
	Mínimo	Máximo	Promedio.	D.S.	%D.S.	
1	14,12	14,22	14,17	0,204	1,44	2
5	13,45	14,29	13,89	0,261	1,88	13
10	13,10	13,88	13,53	0,186	1,38	12
15	12,87	13,78	13,28	0,356	2,68	7
20	12,76	13,50	13,06	0,312	2,39	6
30	12,57	12,90	12,77	0,171	1,34	3
Profundidad (m)	Salinidad (psu)					n
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	
1	34,63	34,63	34,63	0,000	0,001	2
5	34,62	34,67	34,65	0,018	0,051	13
10	34,62	34,68	34,66	0,019	0,055	12
15	34,64	34,70	34,67	0,021	0,062	7
20	34,63	34,73	34,68	0,037	0,108	6
30	34,71	34,76	34,73	0,031	0,089	3
Profundidad (m)	Densidad (sigma-t)					n
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	
1	25,85	25,87	25,86	0,015	0,059	2
5	25,84	26,03	25,94	0,053	0,204	13
10	25,92	26,12	26,02	0,073	0,282	12
15	25,96	26,18	26,08	0,083	0,317	7
20	26,00	26,23	26,13	0,095	0,362	6
30	26,18	26,29	26,22	0,061	0,232	3
Profundidad (m)	Oxígeno disuelto (mg/L)					n
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	
1	8,17	8,72	8,44	0,389	4,61	2
5	6,44	7,67	7,13	0,345	4,84	13
10	3,98	6,80	5,58	0,864	15,49	12
15	2,76	5,39	4,19	0,358	8,54	7
20	2,00	4,35	2,89	1,091	37,77	6
30	1,17	2,05	1,76	0,505	28,72	3
Profundidad (m)	Oxígeno disuelto (%)					n
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	
1	98,69	105,13	101,91	4,555	4,47	2
5	77,19	92,13	85,78	4,119	4,80	13
10	46,96	81,55	66,79	10,756	16,11	12
15	32,62	64,09	49,86	12,620	25,31	7
20	23,58	54,45	34,63	13,909	40,16	6

Profundidad (m)	Temperatura (°C)					
	Mínimo	Máximo	Promedio.	D.S.	%D.S.	n
30	13,72	25,73	21,15	6,492	30,69	3

Campaña Otoño

- Análisis Microbiológico

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados a las muestras provenientes de la estaciones de muestreo presentaron concentraciones de coliformes totales menores al LD, es decir, <1,8 NMP/100 mL, mientras que todos los valores de concentración de los coliformes fecales fueron <1,8 NMP/100 mL (Tabla 2.5-80).

Tabla 2.5-80. Resultados de los Análisis Microbiológicos realizados a las Muestras de Agua provenientes del Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012. (S: Superficie; P: Fondo)

Analito	Unidad	A1		A2		A3		A4	
		S	F	S	F	S	F	S	F
Coliformes totales	NMP/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	NMP/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Analito	Unidad	A5		A6		A7		A8	
		S	F	S	F	S	F	S	F
Coliformes totales	NMP/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes fecales	NMP/100 mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Desde el punto de vista normativo, es posible indicar que de acuerdo con la tabla de los "Criterios de calidad contenidos en la Guía CONAMA propuesta para aguas marinas" (Tabla 2.5-54), el sector km 14 se hallaría en el rango de Clase 1 (muy buena calidad), mientras que si se considera el criterio indicado en el D.S. (MINSEGPRES) N° 144/2009 (Tabla 2.5-53), las aguas del sector donde se emplazarán las obras marinas, serían aptas para su uso recreacional.

- Análisis Químico

La información analítica para todo el conjunto de muestras realizadas en el área de estudio, se presenta en la Tabla 2.5-81 y Tabla 2.5-82. El análisis global de la información indica la existencia de dos grupos de muestras: aquellas que estuvieron bajo el límite de detección (LD) de los métodos de análisis empleados y aquellas que se cuantificaron sobre el LD del método empleado y que serán analizadas en forma separada.

Tabla 2.5-81. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, provenientes de los Estratos Superficial y Profundo, del Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012. (S: Superficie; P: Fondo). Estaciones A1 a A4

Analito	Unidad	A1		A2		A3		A4	
		S	F	S	F	S	F	S	F
Cadmio	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DBO	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fosforo total (PT)	mg/L	0,081	0,090	0,070	0,079	0,085	0,059	0,055	0,090
Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidrocarburos totales	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hierro	mg/L	<0,02	0,031	<0,02	0,043	0,020	0,020	<0,02	<0,02
HAP	mg/L	<0,0002	--	<0,0002	--	<0,0002	--	<0,0002	--
Molibdeno	mg/L	<0,02	0,062	0,180	0,120	0,105	0,074	0,088	0,025
Mercurio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrógeno Kjeldahl (NK)	mg/L	0,163	0,152	0,147	0,143	0,139	0,130	0,157	0,141
Níquel	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sólidos suspendidos	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Sólidos sedimentables en 1 h	mL/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zinc	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Tabla 2.5-82. Resultados de los Análisis Químicos realizados a las Muestras de Agua, provenientes de los Estratos Superficial y Profundo, del Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012. (S: Superficie; P: Fondo). Estaciones A5 a A8.

Analito	Unidad	A5		A6		A7		A8	
		S	F	S	F	S	F	S	F
Cadmio	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DBO	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fosforo total	mg/L	0,047	0,084	0,099	0,074	0,083	0,091	0,049	0,089
Grasas y Aceites	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidrocarburos totales	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hierro	mg/L	0,043	0,037	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
HAP	mg/L	<0,0002	--	<0,0002	--	<0,0002	--	<0,0002	--
Molibdeno	mg/L	0,157	0,083	0,111	0,174	0,123	0,081	0,144	0,178
Mercurio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrógeno Kjeldahl (NK)	mg/L	0,133	0,141	0,162	0,164	0,161	0,132	0,142	0,164
Níquel	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Analito	Unidad	A5		A6		A7		A8	
		S	F	S	F	S	F	S	F
Sólidos suspendidos	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Sólidos sedimentables en 1 h	mL/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zinc	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

- Grupo bajo el Límite de Detección del Método de Cuantificación Química

El primer grupo de analitos cuantificados, definidos como el grupo constituido por aquellos bajo el LD de los métodos de ensayo empleados, se presentan en la Tabla 2.5-83.

El análisis en detalle de los resultados, indica que en este grupo de muestras se encuentran los metales Cromo (Cr), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Plomo (Pb), Zinc (Zn) y Níquel (Ni), todos con un LD de <0,02 mg/L y el Mercurio (Hg) con un LD de <0,001 mg/L. Al comparar los LD de los ensayos utilizados con los niveles propuestos por la CONAMA y descritos en la Tabla 2.5-83, a excepción del Zn, los restantes quedan sobre los niveles de concentración considerados como típicos de cuerpos de agua de Clase 1 en la propuesta normativa indicada anteriormente. Dado que los LD de las metodologías utilizadas por el laboratorio de ensayo son superiores a los LD establecidos por CONAMA, no es posible clasificar el cuerpo de agua del sector en estudio, para estos parámetros, mientras que para el caso del Zn, el sector de km 14 se hallaría en el rango de Clase 1 (muy buena calidad).

El grupo de los compuestos orgánicos analizados y que estuvieron bajo el LD de los ensayos, está constituido por las grasas y aceites (LD <1 mg/L) y los hidrocarburos totales (LD <1 mg/L) y aromáticos polinucleares (LD <0,0002 mg/L). Normativamente los valores de LD para los ensayos son inferiores a la concentración de estos compuestos indicados por la CONAMA para categorizar cuerpos de agua marinos (Tabla 2.5-54) y que son de 5 mg/L para grasas y aceites, <0,02 mg/L para los hidrocarburos totales y < 0,0002 mg/L para los hidrocarburos aromáticos. En este sentido es posible indicar que las estaciones localizadas en la parte norte del sector km 14, están en la categoría Clase 1, muy buena.

Tabla 2.5-83. Resumen de los Analitos Bajo el Nivel de Detección del Ensayo aplicado para las Muestras provenientes del Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012

Analito	Unidad	LD
Cromo	mg/L	<0,02
Cadmio	mg/L	<0,02
Cobre	mg/L	<0,02
Mercurio	mg/L	<0,001
Níquel	mg/L	<0,02
DBO ₅	mg/L	<2,0
Grasas y Aceites	mg/L	<1,0
Hidrocarburos totales	mg/L	<1,0
Hidrocarburos aromáticos polinucleares	mg/L	<0,0002
Plomo	mg/L	<0,02
Sólidos suspendidos	mg/L	<5,0

Analito	Unidad	LD
Sólidos sedimentables en 1 hora	mL/L	<1,0
Zinc	mg/L	<0,02

En el caso de los sólidos suspendidos (SS) y los sólidos sedimentables en una hora, los valores de concentración de éstos fueron indetectables por el método de ensayo en todas las estaciones y niveles muestreados. En el caso de los SS, la Guía de los Criterios de Calidad de CONAMA indica que este parámetro debería ser inferior a 25 mg/L para la clase de calidad 1, por lo que las muestras analizadas para SS califican en este rango.

El conjunto de elementos y compuestos descritos anteriormente, al no ser detectables por los ensayos utilizados por el laboratorio de servicios que está acreditado para tales propósitos, pueden ser categorizados, en principio, como que no revisten peligro para la salud humana y biota marina y cumplen con los criterios normativos expuestos anteriormente.

- Grupo sobre el Límite de Detección del Método de Cuantificación Química

El segundo grupo de analitos considerados corresponden a aquellos que estuvieron sobre el LD del método de ensayo respectivo y el detalle de los resultados cuantitativos se presentan en la Tabla 2.5-83. Los resultados del análisis estadístico básico, es decir, valores mínimos, máximos, promedio, desviación estándar (D.S.), porcentaje de desviación respecto del valor central (%D.S.) y n muestral de este grupo de analitos y sin discriminar por el nivel de procedencia de la muestra, se presentan en la Tabla 2.5-84.

Tabla 2.5-84. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes Sector km 14. Todos los Niveles Medidos. Campaña Otoño 2012

Estadístico	PT	Fe	Mo	Nk
Mínimo	0,05	0,02	0,03	0,13
Máximo	0,10	0,04	0,18	0,16
Promedio	0,08	0,03	0,11	0,15
Desv. Estándar	0,02	0,01	0,05	0,01
%DS	21,00	32,59	40,70	8,25
n	16	6	15	16

- Análisis de Metales

En la serie de análisis realizados, los metales Fe fueron medidos en 6 muestras, estando los valores de concentración del Hierro entre 0,020 y 0,043 mg/L (Tabla 2.5-81 y Tabla 2.5-82), muy cercanos al LD del método (<0,020 mg/L).

En el caso del Mo la situación es semejante a la descrita anteriormente, aunque esta vez todas las muestras registran valores sobre el LD del método (<0,020 mg/L) (Tabla 2.5-81 y Tabla 2.5-82).

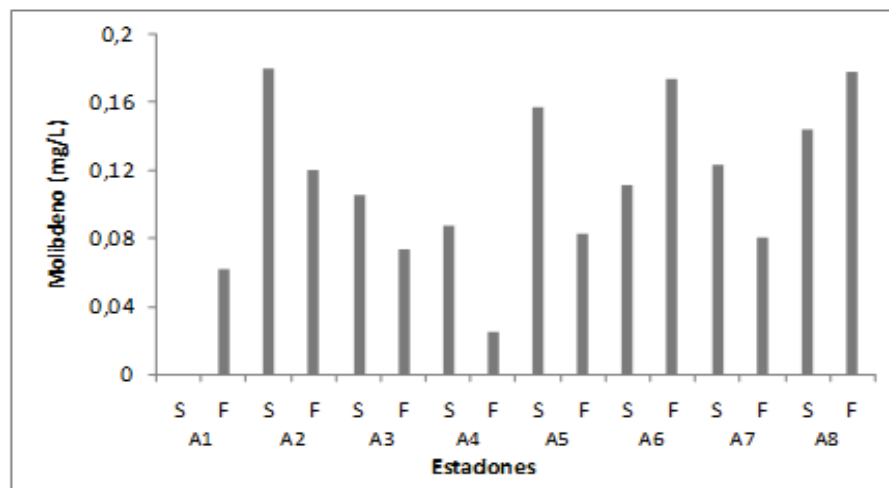
En el caso específico del Fe, éste fue determinado en 6 de un total de 16 muestras analizadas, lo que equivale al 38% el total. En este caso en específico, el rango de distribución cuantitativa

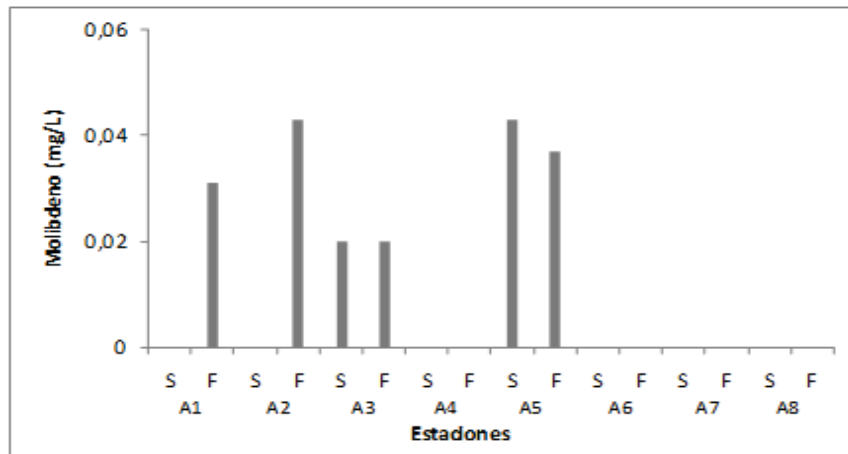
fue de 0,020 a 0,043 mg/l, promedio $0,03 \pm 0,01$ mg/L (n=6) y la variación porcentual respecto del promedio fue de 32,6% (Tabla 2.5-84). Respecto de la distribución de este metal por estaciones (Figura 2.5-41), los valores sobre el LD se localizaron entre las estaciones A1 a la A3 y A5 (Tabla 2.5-81 y Tabla 2.5-82).

El elemento Mo fue el único metal que fue detectado sobre el LD en gran parte de la serie analizada, al igual que en campañas anteriores; el rango de distribución de este analito fue de 0,025 a 0,180 mg/L, promedio $0,114 \pm 0,046$ mg/L (n=15). El valor del porcentaje de desviación respecto del valor promedio fue de 40,7%. Al analizar la distribución espacial de la información es posible observar una distribución espacial segregada de la información, con una mayor agregación de valores altos, es decir, mayores 0,20 mg/L, en las estaciones A1, A6 y A7.

Desde el punto de vista normativo y respecto del D.S. N° 144/2009 de MINSEGRES que tiene por objetivo general proteger la calidad de las aguas marinas y estuarinas de manera de salvaguardar la salud de las personas y especialmente para aguas destinada a uso recreativo con contacto directo (Tabla 2.5-53), de los metales analizados y que estuvieron sobre el LD del ensayo analítico, ninguno de los dos es mencionado en dicha tabla. La misma situación se presenta al compararla con los criterios de calidad contenidos en la Guía CONAMA propuesta para aguas marinas (Tabla 2.5-54), en la cual el Fe y Mo no son considerados en ninguna de las tablas antes citadas.

Figura 2.5-41. Distribución por Estación de los Metales Disueltos Mo y Fe en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña Otoño de 2012





- Análisis de Nitrógeno y Fósforo

El análisis de la información Nitrógeno total Kjeldahl (NK) se indica lo siguiente (Tabla 2.5-84):

El NK estuvo en el rango 0,13 a 0,16 mg/L, promedio $0,15 \pm 0,01$ mg/L (n=16) con un 8,2% de variabilidad porcentual entre los datos respecto del valor central.

El Fósforo total (PT) se presentó en el rango 0,05 a 0,1 mg/L, promedio $0,08 \pm 0,02$ mg/L (n=16) con un 21,0% de variabilidad porcentual entre los datos respecto del valor central.

- Análisis de la Distribución Espacial de los Metales, Nitrógeno y Fósforo en la columna de agua

El análisis de la distribución espacial de los metales y del nitrógeno y fósforo segregada por estación y estrato de muestreo superficial y de fondo se presenta en las Tabla 2.5-85 y Tabla 2.5-86 y en la Figura 2.5-42.

Los metales Mo y Fe presentaron valores sobre el LD, aunque en este caso sólo el elemento Mo fue cuantificado en un número de muestras que permite hacer un análisis certero de la distribución espacial de éste por estación y estrato. En este caso, el promedio superficial fue $0,071 \pm 0,019$ mg/L (n=8) y el nivel profundo fue de $0,082 \pm 0,011$ mg/L (n=8).

Los metales que le siguen en concentración fue el Fe con un promedio de $0,032 \pm 0,016$ mg/L (n=2) en la superficie y $0,029 \pm 0,009$ mg/L (n=3) en el fondo.

La información descrita para la distribución de los metales indica que, en el caso del Mo, éste se distribuye de manera prácticamente homogénea en la columna de agua. En términos generales es posible determinar que la concentración de metales Mo y Fe en los dos niveles muestreados fue relativamente homogénea.

El análisis de la distribución espacial de los nutrientes (Tabla 2.5-85 y Tabla 2.5-86, Figura 2.5-42) indica que para el NK un promedio de $0,151 \pm 0,012$ mg/L (n=8) en la superficie y $0,146 \pm 0,013$ mg/L (n=8) en el fondo. En el caso del PT, éste se presentó en el nivel superficial con $0,071 \pm 0,019$ mg/L (n=8) y en el profundo con $0,146 \pm 0,013$ mg/L (n=8),

Los resultados descritos indican que el NK y PT se presentaron con diferencias de concentración menores entre estratos de muestreo, por lo que su distribución espacial podría ser caracterizada como homogénea en la columna de agua.

Figura 2.5-42. Distribución por Fósforo Total, en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña Otoño de 2012

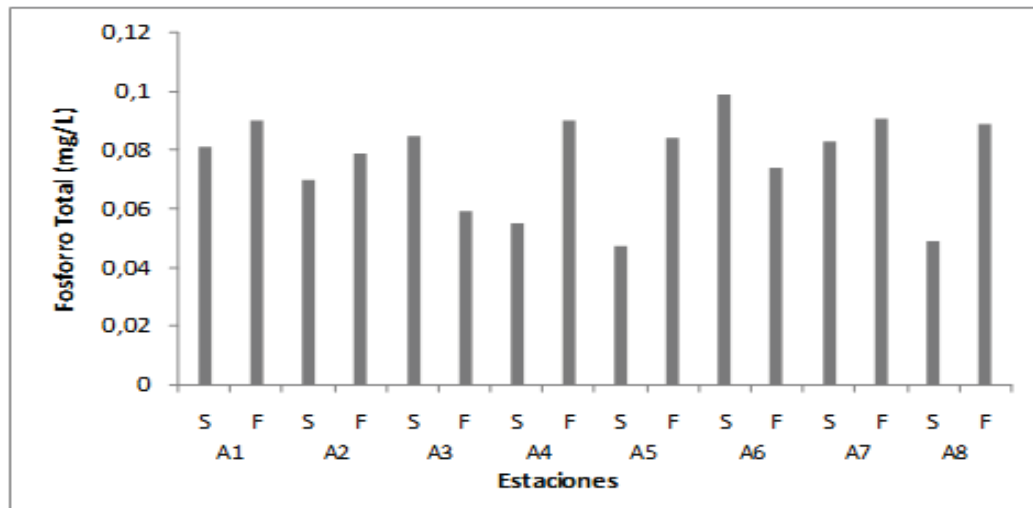


Figura 2.5-43. Distribución por Estación del Nitrógeno Total Kjeldahl en los Estratos Superficial y Profundo de la Columna de Agua en el Sector km 14. Campaña Otoño de 2012



Tabla 2.5-85. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Nivel Superficial

Estadístico	Fe	Mo	PT	NK
Mínimo	0,020	0,088	0,047	0,133
Máximo	0,043	0,180	0,099	0,163
Promedio	0,032	0,130	0,071	0,151
Desv. Estándar	0,016	0,032	0,019	0,012
%DS	50	24,83	26,79	7,80
n	2	7	8	8

Tabla 2.5-86. Estadística Básica para los Parámetros Químicos sobre el Nivel de Detección de los Métodos de Ensayo en Muestras provenientes del Sector km 14. Nivel de Fondo

Estadístico	Fe	Mo	PT	NK
Mínimo	0,020	0,025	0,059	0,130
Máximo	0,037	0,178	0,091	0,164
Promedio	0,029	0,100	0,082	0,146
Desv. Estándar	0,009	0,054	0,011	0,013
%DS	31,0	54,13	13,55	8,96
n	3	8	8	8

- Análisis del pH y de la Transparencia (profundidad del disco Secchi)

Los valores de pH registrados indican que en el estrato superficial el rango fue de 8,00 a 8,09 (Tabla 2.5-87), con un promedio de $8,06 \pm 0,03$ ($n=8$), mientras que en el estrato de fondo el rango fue 7,70 a 7,97 (Tabla 2.5-87), con un promedio de $7,84 \pm 0,10$ ($n=8$) en el estrato de fondo. En ambos estratos el porcentaje de desviación respecto del promedio fue de 0,33 y 1,27%, respectivamente. Estos resultados indican que no se observaron diferencias importantes entre estratos ni entre las estaciones realizadas.

Desde el punto normativo y de acuerdo a la futura norma de calidad de aguas marinas anteriormente descrita (Clase 1), los valores de pH deberán encontrarse en el rango de 7,5 – 8,5. Por tanto, todos los registros de pH obtenidos en el estudio realizado durante la campaña de otoño, estarían en los rangos que serían permitidos; y clasificarían a las aguas de las estaciones analizadas como de muy buena calidad para el pH.

Al comparar los registros obtenidos en el sector donde se emplazarán las obras marinas, con el rango exigido en la Norma Chilena 1333 Of. 78. sobre requisitos de calidad de aguas para vida acuática – agua dulce (6,0 – 9,0) (Tabla 2.5-52) y lo sugerido como normal en el agua de mar de acuerdo a Lozano (1978): pH de 7,2 a 8,4; es posible apreciar que se está en los rangos considerados normales.

Tabla 2.5-87. Resultados de pH, Transparencia (Disco Secchi) y Cálculo de la Profundidad de la Capa Fótica en la Columna de Agua de las Estaciones Muestreadas en el Sector km 14. Campaña Otoño de 2012

Estación	Estrato	pH	Transparencia (m)	Profundidad capa fótica (m)
A1	Superficie	8,09	8	20
	Fondo	7,82		
A2	Superficie	8,07	8	20
	Fondo	7,97		
A3	Superficie	8,06	6	15
	Fondo	7,92		
A4	Superficie	8,07	7	17,5
	Fondo	7,81		
A5	Superficie	8,07	11	27,5

Estación	Estrato	pH	Transparencia (m)	Profundidad capa fótica (m)
	Fondo	7,75		
A6	Superficie	8,06	6	15
	Fondo			
A7	Superficie	8,05	9	22,5
	Fondo	7,79		
A8	Superficie	8,00	11	27,5
	Fondo	7,70		

Al igual como ha sido descrito en las campañas anteriores, los resultados permiten concluir que, a la luz de la evidencia, no habría alteración de la acidez de las aguas marinas de las estaciones estudiadas. Esta condición se explicaría por la alta constancia del pH en el mar como consecuencia del efecto tamponante del sistema carbonato-bicarbonato y del ácido bórico-borato, además de la formación del carbonato de calcio (CaCO_3), por lo que sólo un muy fuerte impacto antrópico o de origen natural puede llegar a hacer fluctuar de forma importante a este parámetro. Además de esto, otros factores, tales como la actividad fotosintética, la salinidad, temperatura y presión, también influyen en los cambios de pH, aparte de factores antrópicos (como contaminación por algún compuesto en específico).

En definitiva, en base a los resultados actuales de pH, es posible inferir la ausencia de aportes externos importantes de compuestos ácidos o alcalinos que generen un desequilibrio entre el CO_2 disuelto y el atmosférico y, por tanto, no existen problemas de alteración de la acidez del agua de mar en las estaciones estudiadas en el sector km 14, clasificando las aguas de acuerdo a la futura norma de aguas marinas como de muy buena calidad.

Los valores de la transparencia de la columna de agua o profundidad del disco Secchi medidos *in situ*, indican que la visibilidad de la columna general fue alta, con un rango de 6,0 a 11,0 m (Tabla 2.5-87), lo que indica una baja agregación de material particulado (materia inerte y fito y zooplancton) en la columna de agua o también baja concentración de materia orgánica disuelta visible al ojo humano.

Desde el punto de vista normativo, debe ser indicado que la Tabla N° 2 del anteproyecto de norma no considera la transparencia de la columna de agua. Sin embargo, la NCh. 1.333, indica un valor mínimo de transparencia de 1,2 metros. Si se toma como referencia este valor, todos los registrados en el sector de estudio serían superiores al indicado por la futura norma.

A partir de las mediciones de disco Secchi, es posible calcular el espesor de la zona eufótica (iluminada) en el área de estudio, utilizando la relación:

$$K \times Z_s = \text{constante}$$

donde:

K = coeficiente de extinción medio para la columna de agua

Z_s = profundidad en m de desaparición del disco de Secchi

La profundidad de la capa eufótica se puede estimar teóricamente en $2,5 \times Z_s$ (Cognetti *et al.*, 2001), a partir de esta fórmula es posible indicar que esta variable en el área de estudio varió en el rango de 15,0 a 27,5 m (Tabla 2.5-87). Esto indica que, en prácticamente todas las estaciones, la extensión total de la columna de agua correspondería a la capa eufótica.

- Análisis de la distribución de la temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y saturación de oxígeno disuelto en la columna de agua del sector de estudio

La distribución espacial de las variables temperatura, salinidad, densidad (σ_t), oxígeno disuelto (OD) y porcentaje de saturación (OD%) en la columna de agua de las estaciones realizadas en el sector km 14, se presentan en la Figura 2.5-44 para esta campaña de otoño.

El análisis de la distribución de estos parámetros indica que en el caso de la temperatura, ésta varió en forma monotonía con la profundidad, es decir, que se formó un gradiente suave de distribución de mayor a menor en todas las estaciones. Mientras el campo de salinidad en un grupo de estaciones la salinidad aumenta rápidamente dentro del primer metro de profundidad bajo el cual no presentan variaciones de importancia en toda la columna, manteniéndose en un rango estrecho de distribución en torno a los 34,9 psu. La densidad por su parte presentó un comportamiento similar a la temperatura en cuanto a que se formó un gradiente suave de distribución de menor a mayor en todas las estaciones, sin observarse presencia de capas de discontinuidad (picnoclina).

En términos generales la temperatura superficial, considerando los promedios a 1 y 5 m, estuvo entre $16,74 \pm 0,15$ °C (n=8) y $17,20 \pm 0,10$ °C (n=8), mientras que entre los 10 y 30 m fueron de $13,97 \pm 0,08$ (n=2) °C y $16,03 \pm 0,171$ (n=8) °C, con un gradiente térmico entre 1 y 30 m de $0,108$ °C/m. Esto confirma lo indicado anteriormente respecto de la disminución pausada (monotónica) del campo térmico con el aumento de profundidad.

Al mismo tiempo, la salinidad presentó entre 1 y 5 m, promedios de $34,92 \pm 0,03$ psu (n=8) y $34,90 \pm 0,03$ psu (n=8), respectivamente. Entre los 10 y 30 m de profundidad el promedio de salinidad fue de $34,88 \pm 0,02$ psu (n=8) y $34,81 \pm 0,02$ psu (n=2). El gradiente salino entre la superficie y 30 m fue de $0,004$ psu/m; este valor es la expresión cuantitativa de la homogeneidad de la distribución del campo halino en la columna de agua de todas las estaciones muestreadas en sector km 14 en otoño. La densidad, expresada en unidades de sigma-t (σ_t), al ser una función de la temperatura y salinidad, presentó el comportamiento que era esperable, es decir, sin variaciones de importancia en toda la columna de agua y con valores promedio, entre 1 y 5 m, de $25,30 \pm 0,10$ σ_t (n=8) y $25,51 \pm 0,02$ σ_t (n=8), respectivamente. Mientras que entre los 10 y 30 m fue de $26,65 \pm 0,06$ σ_t (n=8) y $26,05 \pm 0,02$ σ_t (n=2); el gradiente de densidad para toda la columna de agua fue de $0,025$ σ_t /m, valor esperado dada la homogeneidad de la columna de agua.

En el caso de las tensiones de oxígeno disuelto (OD) y la saturación de este gas (%OD) en la columna de agua, ésta presentó la distribución espacial esperada para este gas, es decir, valores cercanos a la saturación en las cercanías de la superficie y tendiendo a disminuir de manera homogénea en la medida que aumentó la profundidad. En términos cuantitativos el OD promedio entre 1 y 5 m de profundidad presentó promedios de $7,21 \pm 0,37$ mg/L (n=8) y $5,99 \pm 0,58$ mg/L (n=8), entre los 10 y 30 m los promedios fueron de $4,79 \pm 0,61$ mg/L (n=8) y $1,68 \pm 0,22$ mg/L (n=2). El análisis de los resultados de la distribución cuantitativa de este gas por estrato de muestreo indica que el rango fue de 6,50 a 7,67 y 5,13 a 6,67 mg/L, entre la superficie y los 5 m, respectivamente. Mientras que a 10 y 30 m estos fueron de 3,68 a 5,55 y 1,52 a 1,83 mg/L, respectivamente.

La saturación de OD (en %), presentó el mismo comportamiento espacial que la OD (Figura 2.5-39), con promedios de $92,78 \pm 4,74\%$ (n=8) y $76,1\% \pm 7,56\%$ (n=8) a 1 y 5 m de profundidad con un porcentaje de variabilidad de los datos respecto del valor central (%DS) de 5,11 y 9,93, respectivamente. Entre los 10 y 30 m de profundidad, los promedios fueron de $60,05 \pm 7,93$ mg/L (n=8) y $20,15 \pm 2,76$ mg/L (n=2), respectivamente, con un %DS de 7,93 a 2,76%. Los rangos de distribución de esta variable en la superficie, es decir, entre 1 y 5 m, fueron de 83,5 a 98,40 y

65,20 a 85,00 %, respectivamente, mientras que entre 10 y 30 m fueron de 45,50 a 70,00 % y 18,20 a 22,10%, respectivamente.

Figura 2.5-44. Distribución de la Temperatura (°C), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), pH, Oxígeno Disuelto (mg/L) y Saturación de OD en la Columna de Agua de las Estaciones A1 a A8. Sector km 14

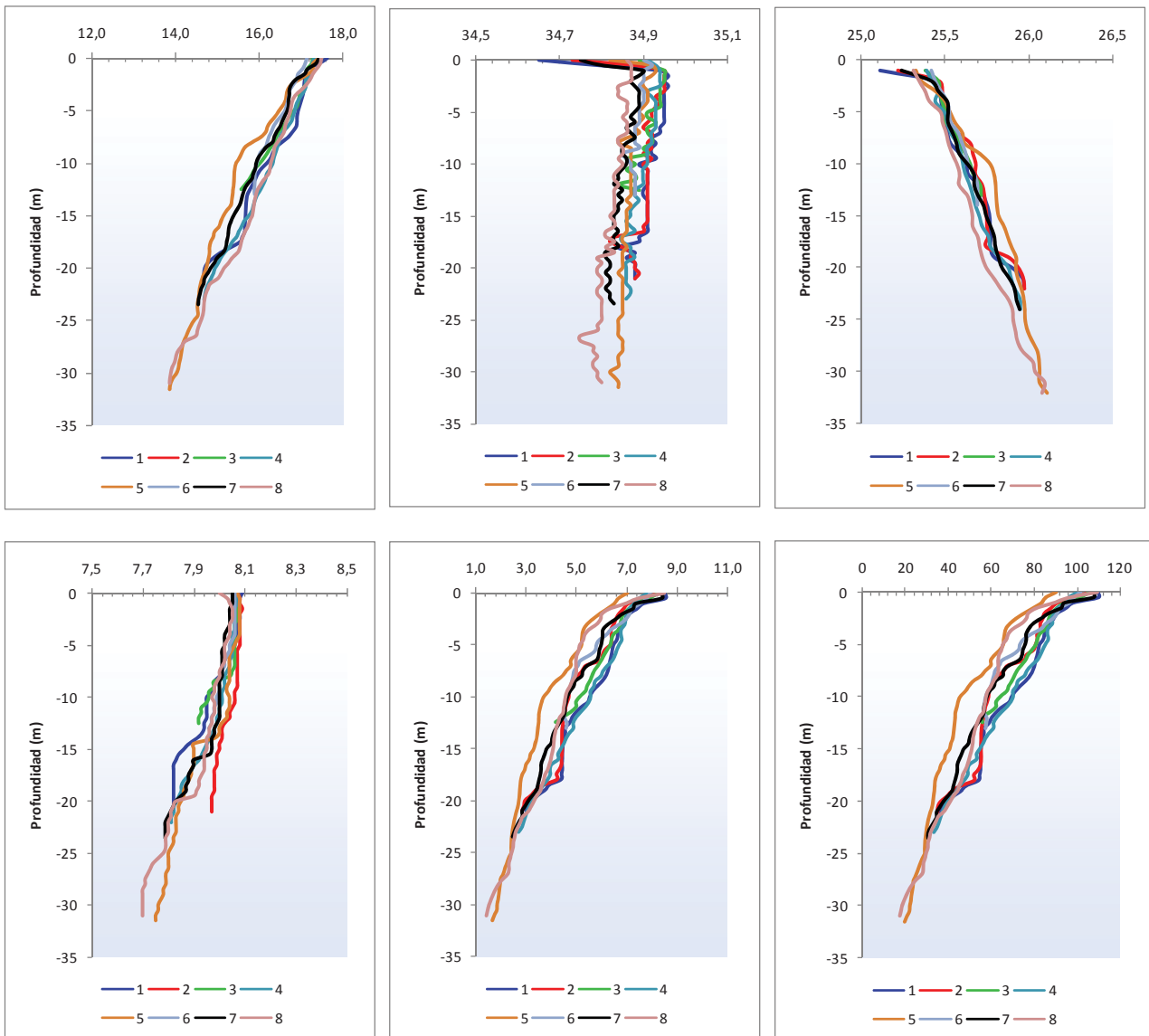


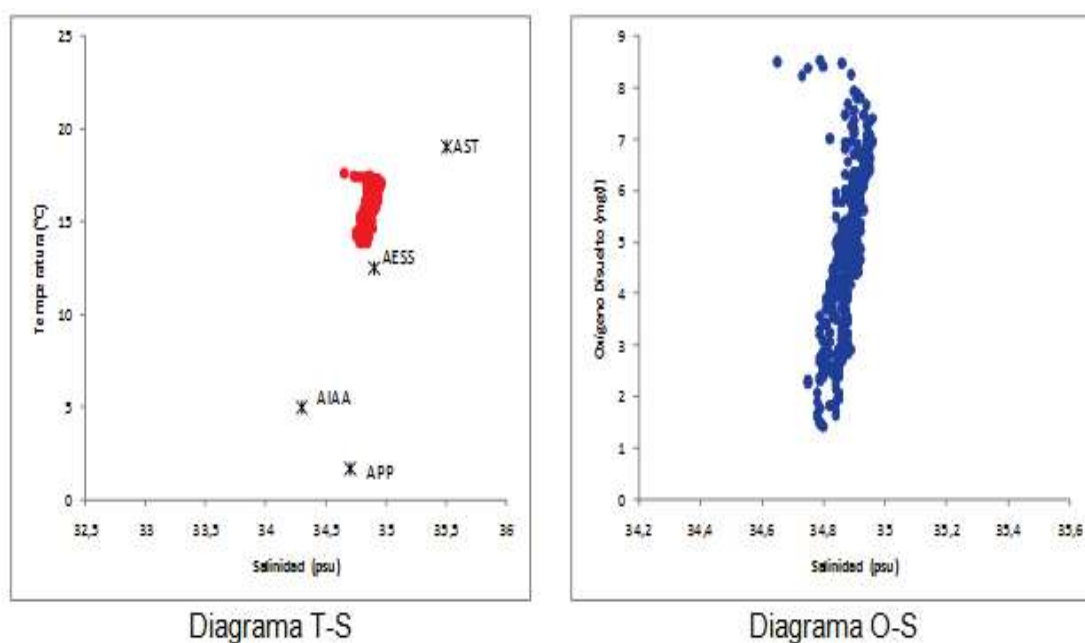
Tabla 2.5-88. Análisis Estadístico Básico de la Temperatura, Salinidad, Densidad, Oxígeno Disuelto (OD) y Saturación de OD para las Estaciones A1 a A8 realizadas en el Sector km 14. Campaña Otoño de 2012

Profundidad	Temperatura (°C)					
	Mínimo	Máximo	Promedio.	D.S.	%D.S.	n
1	17,05	17,38	17,20	0,10	0,60	8
5	16,47	16,95	16,74	0,15	0,89	8
10	15,45	16,32	16,03	0,27	1,71	8
15	15,15	15,85	15,60	0,27	1,76	6
20	14,70	15,18	14,86	0,19	1,25	6
25	14,44	14,63	14,54	0,13	0,92	2
30	13,91	14,03	13,97	0,08	0,61	2
Profundidad	Salinidad (psu)					
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	n
1	34,87	34,95	34,92	0,03	0,08	8
5	34,86	34,95	34,90	0,03	0,08	8
10	34,85	34,91	34,88	0,02	0,06	8
15	34,82	34,91	34,87	0,04	0,11	6
20	34,79	34,88	34,85	0,04	0,10	6
25	34,80	34,84	34,82	0,03	0,08	2
30	34,79	34,82	34,81	0,02	0,06	2
Profundidad	Densidad (sigma-t)					
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	n
1	25,11	25,42	25,30	0,10	0,41	8
5	25,47	25,53	25,51	0,02	0,08	8
10	25,57	25,77	25,65	0,06	0,23	8
15	25,66	25,82	25,74	0,05	0,21	6
20	25,75	25,94	25,87	0,07	0,27	6
25	25,91	25,98	25,94	0,05	0,19	2
30	26,04	26,06	26,05	0,02	0,07	2
Profundidad	Oxígeno disuelto(mg/L)					
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.	%D.S.	n
1	6,50	7,67	7,21	0,37	5,17	8
5	5,13	6,67	5,99	0,58	9,70	8
10	3,68	5,55	4,79	0,61	12,75	8
15	3,29	4,44	4,07	0,45	11,17	6
20	2,69	3,31	3,08	0,23	7,35	6
25	2,39	2,41	2,40	0,01	0,59	2
30	1,52	1,83	1,68	0,22	13,09	2

Profundidad			Oxígeno disuelto (%)		%D.S.	n
	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.		
1	83,5	98,4	92,78	4,74	5,11	8
5	65,2	85,0	76,1	7,56	9,93	8
10	45,5	70,0	60,05	7,93	13,21	8
15	40,60	55,0	50,5	5,76	11,42	6
20	32,90	40,80	37,7	2,84	7,54	6
25	29,0	29,4	29,2	0,28	0,97	2
30	18,2	22,10	20,15	2,76	13,69	2

En un contexto más general, es posible indicar que todas las estaciones analizadas en el sector del km 14, durante la campaña de otoño, estuvieron bajo la influencia de procesos intensos de surgencia de aguas profundas con una alta homogeneidad física de la columna de agua, especialmente en las estaciones más someras (costeras). Los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, indican que el tipo de agua que surge en el sector sería de origen Ecuatorial Subsuperficiales (AESS) (Figura 2.5-45) que se caracterizan, en términos muy generales, por valores de temperatura promedio de 12,5° C, salinidad de 34,9 psu y tensiones de OD, en profundidad.

Figura 2.5-45. Diagrama T-S y O-S obtenidos en la Campaña de Otoño 2012. Caleta Sector km 14



2.5.4.3.2. Discusión del Estudio de Parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos de la Comuna de Agua Marina

Campaña Invierno

En la columna de agua, de las 13 estaciones realizadas se detectó a los metales Zn, Fe y Mo en concentraciones sobre el LD de los métodos de ensayo aplicados y los promedios fueron de $0,027 \pm 0,004$ mg/L, $0,065 \pm 0,079$ mg/L y $0,099 \pm 0,093$ mg/L, respectivamente.

Respecto de la normativa ambiental, considerando los criterios de calidad contenidos en la Guía CONAMA propuesta para aguas marinas, los valores promedio de la concentración de Zn ($0,027$ mg/L) y Fe ($0,065$ mg/L), clasificarían a las aguas del sector en estudio, como cuerpo de agua Clase 1 (muy buena calidad). El elemento Mo no es considerado en esta Guía de calidad. En tanto, teniendo en cuenta el D.S. (MINSEGPRES) N° 144/2009, que tiene por objetivo general proteger la calidad de las aguas marinas y estuarinas de manera de salvaguardar la salud de las personas y especialmente para aguas destinada a uso recreativo con contacto directo, sólo los metales Hg, Cd, Cr y Pb son mencionados en dicha tabla, por lo que los metales Zn, Fe y Mo no pueden ser clasificados ambientalmente bajo esta norma.

En cuanto a los nutrientes, los promedios medidos para el fosfato, el nitrógeno total y el nitrato fueron de $0,200 \pm 0,115$ mg/L, $0,514 \pm 0,353$ mg/L y $0,451 \pm 0,321$ mg/L, respectivamente, sin que se observe una distribución diferencial asociada al estrato de origen de la muestra. Los valores netos de estos nutrientes son altos para el ambiente marino, lo que podría ser un elemento que explique la alta tasa de producción de OD entre la superficie y a los 10 de profundidad de la columna de agua, debido a la utilización de éstos por los productores primarios presentes en la columna de agua, es decir, por el fitoplancton, o en el sector costero asociado a las macroalgas.

Desde el punto de vista normativo, los nutrientes descritos anteriormente no son considerados como de importancia ambiental, no obstante su rol importante en la eutroficación de los cuerpos de agua costeros.

Los sólidos suspendidos totales promediaron $11,53 \pm 7,04$ mg/L, aunque fueron detectables en sólo 6 muestras analizadas, de un universo de 26 análisis realizados.

En cuanto a la distribución de la temperatura, la salinidad y la densidad, el sector en estudio no presentó estratificaciones de importancia, manteniendo el comportamiento a disminuir monótonicamente con la profundidad en el caso de la temperatura y a un aumento leve de la salinidad con la profundidad.

No obstante esta falta de estratificación física de la columna de agua, el oxígeno disuelto (OD) presentó gradientes importantes entre los 5 a 14 m de profundidad, con una capa bien oxigenada entre la superficie y los 9 m en que alcanzó en algunos casos el 100% de saturación, siendo lo general valores superiores al 80% es todas las estaciones en las que se presentó este tipo de estructuras.

En un contexto general, es posible indicar que en todas las estaciones realizadas, la distribución y magnitudes de las variables oceanográficas analizadas indican la presencia de masas de agua de origen Ecuatorial Subsuperficial (AESS) que se caracterizan, en términos muy generales, por temperaturas inferiores a 14° C, salinidades menores de 34,8 psu y tensiones de OD, en profundidad, menores de 1 mL/L.

Campaña Verano

Los análisis microbiológicos efectuados a la columna de agua del sector en estudio, durante la campaña de verano, indicaron que todas las muestras cumplirían con lo establecido por la Guía CONAMA para coliformes fecales y totales y por el D.S. 144/2009 para los coliformes fecales, siendo clasificadas, por tanto, como de muy buena calidad y aptas para su uso recreativo con contacto directo.

El grupo de analitos bajo el LD de sus ensayos respectivos fueron los metales Cromo, Mercurio y Níquel. Al comparar los LD de los ensayos utilizados con los niveles propuestos por la Guía CONAMA, en todos los casos estos superan la citada Guía. Por lo anterior, no es posible clasificar el cuerpo de agua en estudio para estos parámetros.

En la familia de los compuestos nitrogenados, el nitrito (NO_2) estuvo bajo el LD del método ($<0,1 \text{ mg/L}$). Al respecto debe recordarse que el nitrógeno aparece en el mar, básicamente, en forma de nitratos, nitritos y amoníaco ($\text{NO}_3\text{-NO}_2\text{-NH}_3$), aunque suelen aparecer en mayor cantidad los nitratos. En general, es posible hallar en el agua de mar rangos de nitratos de entre $1 - 600 \text{ } \mu\text{g/L}$; nitritos entre $0,1 - 50 \text{ } \mu\text{g/L}$ y amoníaco (amonios) entre $5 - 500 \text{ } \mu\text{g/L}$. Por lo anterior, no es de extrañar la ausencia de nitritos en las aguas marinas analizadas, dado que por procesos de nitrificación pueden transformarse los nitritos a nitratos, que sí están presentes en las muestras analizadas (Riley & Chester, 1989). Los nitratos son más abundantes en zonas superficiales, ocurriendo al revés en el caso de los nitritos, que aparecen en mayor cantidad cerca del fondo, pudiendo faltar en superficie en zonas poco profundas. La concentración de amoníaco en profundidad es escasa pero se presenta de modo uniforme a lo largo de toda la columna de agua.

En el grupo de los compuestos orgánicos que se utilizan para caracterizar niveles de contaminación por actividades antrópicas, fueron las grasas y aceites, los hidrocarburos totales, volátiles y aromáticos polinucleares los que se hallaron bajo el LD. La ausencia de estos compuestos permiten indicar que las estaciones localizadas en el sector donde se emplazarán las obras marinas pueden ser clasificadas como clase 1, o de muy buena calidad para estos parámetros, a excepción de los hidrocarburos totales cuyo LD ($<1,0 \text{ mg/L}$) es superior al de la Guía CONAMA ($<0,02 \text{ mg/L}$).

En relación a los metales en la columna de agua, de las 13 estaciones realizadas, sólo se cuantificó al metal molibdeno (Mo) en el 100% de las muestras obtenidas. El promedio calculado fue de $0,020 \pm 0,013 \text{ mg/L}$. Este valor no considera la concentración de $0,199 \text{ mg/L}$ medida en la estación CV-13(S), que es un orden de magnitud superior al resto de todos los análisis realizados. Desde el punto de vista ambiental, este metal no es considerado dentro de los elementos de importancia por la Guía de la CONAMA.

El metal Hierro (Fe) fue medido sobre el LD del método de ensayo, es decir, $<0,020 \text{ mg/L}$, en sólo 2 de las 26 muestras analizadas y el promedio fue de $0,025 \pm 0,002 \text{ mg/L}$. La semejanza de este promedio con el LD del método indica que no son concentraciones analíticamente relevantes. Ambientalmente, para este metal no existe normativa, por lo que desde este punto de vista en especial no es de importancia, dado que generalmente es considerado más bien un nutrientes limitante del crecimiento fitoplanctónica (productividad primaria).

El metal plomo (Pb) fue medido en 8 de las 26 muestras analizadas con un promedio de $0,037 \pm 0,013 \text{ mg/L}$, respecto del valor de referencia indicado en la Guía de la CONAMA para clases de calidad. El valor promedio indicaría que el área de estudio corresponde a un cuerpo de agua clase 2, es decir, que está en el rango $0,003 \text{ a } 0,050 \text{ mg/L}$ (aguas de buena calidad). Asimismo, serían aguas aptas para uso recreativo con contacto directo de acuerdo a lo establecido por el DS. 144/2009.

En el caso de los metales disueltos, es importante destacar la alta complejidad del comportamiento biogeoquímico de éstos, entre los que se cuentan la disponibilidad de ligandos orgánicos disueltos (González-Ávila, 1995), concentración de partículas inorgánicas o biogénicas (Li, 2011), disponibilidad de éstos para el fitoplancton (Sunda & Huntsman, 1998), entre otros muchos que afectarán no sólo la calidad ambiental del sector, sino que procesos biológicos fundamentales para el ecosistema, tales como el crecimiento del fitoplancton que requieren que los metales nutrientes estén en concentraciones y proporciones estequiométricas que se ajusten a sus requerimientos nutricionales. Por lo tanto, establecer programas de vigilancia ambiental con estrategias de muestreo de alta frecuencia y técnicas de muestreo y análisis de alta resolución, permitiría entender la dinámica de éstos y su relevancia para los distintos eslabones de la cadena trófica; y para tener un mejor manejo ambiental de la zona.

En cuanto a los nutrientes, los promedios medidos para aquellos sobre su LD fueron: fosfato $0,037 \pm 0,023$, el nitrógeno total Kjeldahl de $0,031 \pm 0,010$ mg/L, nitrato $0,696 \pm 0,105$ mg/L y nitrógeno total (sumatoria $NK + NO_3$) $0,727 \pm 0,107$ mg/L. No se observó una distribución espacial diferencial asociada al estrato de origen de la muestra. Los valores netos de estos nutrientes son altos para el ambiente marino, lo que estuvo asociado a la presencia de masas de agua hipóxicas en las cercanías de la superficie. Estos antecedentes permiten proponer que desde el punto de vista químico, las masas de agua presentes en el sector de estudio son del tipo AESS, que tiene como componente principal una alta carga de nutrientes preformados, como son el NO_3 y el fosfato y bajas tensiones de oxígeno disuelto.

Respecto de la diferencia de concentración entre el NK y NO_3 , indica que la especie nitrogenada dominante en la columna de agua fue el nitrato, lo que indica que la masa de agua aflorada aún no había sido modificada en la zona eufótica por la actividad metabólica de la columna de agua. Esto último es respaldado por el hecho que el NK es básicamente una medición cuantitativa, que da cuenta de todo el nitrógeno que está asociado a polipéptidos y material proteínico, materiales propios de la biomasa animal y vegetal presente en la columna de agua.

Desde el punto de vista normativo, los nutrientes descritos anteriormente no son considerados como de importancia ambiental, no obstante su rol importante en la eutroficación de los cuerpos de agua costeros.

La distribución de la temperatura, la salinidad y la densidad, en el sector en estudio, no presentó estratificaciones de importancia, manteniendo el comportamiento a disminuir monotónicamente con la profundidad en el caso de la temperatura. La salinidad, por el contrario, no presentó variaciones de importancia en toda la extensión de la columna de agua. La distribución del campo termo-halino descrito permite reforzar el hecho de que en el sector existió un proceso de surgencia importante y que las masas de agua que lo caracterizaron son del tipo Ecuatoriales subsuperficiales, que surgen de manera estacional en la zona costera del mar chileno.

Desde el punto de vista de los antecedentes históricos y en relación específica con la salinidad, las costas del norte de Chile se caracterizan por la ausencia de grandes desembocaduras de ríos, cuyos caudales podrían alterar, apreciablemente, la salinidad del mar. Los cambios de salinidad, aunque insignificantes, se producen solamente cuando ocurren invasiones de aguas septentrionales, por efecto del ENSO (El Niño Oscilación del Sur), con aumento de salinidad sobre las 35 psu, o al aumentar la intensidad de los sistemas de surgencia que pueden llevar a la superficie incluso aguas de origen subantártico con salinidades típicas menores de 34,6 psu. Mientras que respecto a la temperatura superficial del mar, el rango promedio histórico fluctúa entre $15,5^\circ C - 20,5^\circ C$ (para el sector de Antofagasta) y Escribano *et al.* (1995) indican que este rango puede de $13,13$ a $21,07^\circ C$ para el período 1991-1995. Esta zona se ve severamente afectada cuando existe un evento ENSO, pudiendo presentar una gran variabilidad interanual. De

acuerdo a la información *on line* del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), para Antofagasta, la temperatura máxima de las aguas superficiales entre los años 1999 y 2005 alcanzó los 21,67° C, mientras que la mínima fue de 14,87° C. Estos rangos incluirían el promedio superficial hallado en este estudio (la temperatura superficial entre 14,17 ±0,204 °C y 13,89±0,261 °C entre 1 y 5 metros, respectivamente).

No obstante, la ausencia de estratificación física de la columna de agua en todas las estaciones del sector donde se emplazarán las obras marinas, el oxígeno disuelto (OD) presentó gradientes, con una capa bien oxigenada entre la superficie y los 5 m que alcanzó en algunos casos el 100% de saturación en la superficie. Este aumento de la concentración de OD se debe a las modificaciones físicas y químicas que sufre la parcela de agua debido al intercambio océano-atmósfera y a la actividad metabólica de la columna de agua.

Desde el punto de vista del análisis histórico, los antecedentes del sector indican que las concentraciones de oxígeno disuelto variaron en superficie entre los 6,82 y 7,64 mg/L (Ecotecnos, 2006), lo que es coincidente en términos muy generales con los promedios medidos a 5 y 10 m de profundidad y que fueron de 8,44 y 7,13 mg/L.

La posición somera en la columna de agua, es decir, cerca de los 10 m de profundidad, con concentraciones de OD típicas de sistema hipóxicos, son caracterizadas por concentraciones de OD menores de 1 mL/L ó 1,43 mg/L, lo que es una característica química muy importante de las masas de agua tipo AESS y que permite indicar la alta intensidad de los procesos de afloramiento de este tipo de agua en la zona costera. Este proceso, en general, precede a los eventos de crecimiento exponencial del fitoplancton (*i.e.* producción primaria), que serían potenciados por la mayor oferta ambiental de nutrientes y estabilidad de la columna de agua. Los que a su vez iniciarían los procesos asociados a los flujos de energía y materiales a los eslabones posteriores de la cadena trófica (*e.g.* producción secundaria y terciaria) que mantienen importantes pesquerías pelágicas y bentónicas en la zona norte de Chile. Esta situación es la que es posible observar en la presente campaña de verano.

En tanto, los resultados de pH indican que los promedios fueron de 8,21 ± 0,01 en la superficie y 8,19±0,01 en el estrato de fondo; la baja variabilidad del pH es característica de un volumen de agua que se comporta como un sistema tampón, en el que la disolución de gases, como en CO₂, y la actividad metabólica de la columna de agua son los factores más importantes en ésta características esencial del agua de mar. Desde el punto normativo, los valores medidos en esta campaña para el sector en estudio, están dentro de los que la normativa considera como propios de aguas de muy buena calidad.

Respecto de la transparencia de la columna de agua, el rango medido fue de 5,5 a 11,0 m, lo que respalda el hecho que el sector estuvo bajo un proceso intenso de surgencia que aún no presentaba las características propias de sistemas biológicamente productivos, tales como agregaciones de material particulado y disuelto, los que disminuyen la visibilidad de la columna de agua. Por esta misma razón, los valores de profundidad de la zona eufótica correspondieron en general a la extensión total de la columna de agua.

En un contexto oceanográfico general, es posible indicar que en todas las estaciones analizadas la distribución y magnitudes de las variables oceanográficas indican la presencia de masas de agua de origen Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en el sector km 14 que se caracterizan, en términos muy generales, por temperaturas inferiores a 14° C, salinidades menores de 34,8 psu (IFOP, 2010, Escribano, 1998), además de altas concentraciones de nutrientes preformados que fertilizan la zona fótica en forma estacional. Este proceso de fertilización de la zona eufótica, además de la estabilización de la columna de agua, gatillan procesos de crecimiento exponencial del fitoplancton y su posterior agregación de biomasa

fitoplanctónica de hasta 15 µg/L de clorofila en el sector costero de la zona norte de Chile (Osses, 1996 y Braun *et al.* 2007 (a,b) al 2010) y que corresponden a concentraciones propias de ecosistemas altamente productivos. Esto es consistente con lo hallado en los estudios de comunidades fitoplanctónicas.

Campaña Otoño

En la columna de agua, de las 8 estaciones realizadas se detectó a los metales Fe y Mo en concentraciones sobre el LD de los métodos de ensayo aplicados y los promedios fueron de 0,03±0,01 mg/L y 0,11±0,05 mg/L, respectivamente.

Respecto de la normativa ambiental, considerando los criterios de calidad contenidos en la Guía CONAMA propuesta para aguas marinas, los elementos Fe y Mo no son considerados en esta Guía de calidad. En tanto, teniendo en cuenta el D.S. (SEGPRES) N° 144/2009, que tiene por objetivo general proteger la calidad de las aguas marinas y estuarinas de manera de salvaguardar la salud de las personas y especialmente para aguas destinada a uso recreativo con contacto directo, los referidos metales tampoco son considerados por lo que no pueden ser clasificados ambientalmente bajo esta norma.

En cuanto a los nutrientes, los promedios medidos para el fósforo y el nitrógeno total fueron de 0,07±0,02 mg/L y 0,15±0,01 mg/L, respectivamente, sin que se observe una distribución diferencial asociada al estrato de origen de la muestra. Los valores netos de estos nutrientes son altos para el ambiente marino, lo que podría ser un elemento que explique la alta tasa de producción de OD entre la superficie, debido a la utilización de éstos por los productores primarios presentes en la columna de agua, es decir, por el fitoplancton, o en el sector costero asociado a las macroalgas.

Desde el punto de vista normativo, los nutrientes descritos anteriormente no son considerados como de importancia ambiental, no obstante su rol relevante en la eutroficación de los cuerpos de agua costeros.

En todas las muestras analizadas, los sólidos suspendidos totales se mantuvieron bajo el LD (0,05 mg/l).

En cuanto a la distribución de la temperatura, la salinidad y la densidad, el sector km 14 no presentó estratificaciones de importancia, manteniendo el comportamiento a disminuir monotónicamente con la profundidad en el caso de la temperatura y a un aumento leve de la salinidad con la profundidad.

No obstante esta falta de estratificación física de la columna de agua, el oxígeno disuelto (OD) presentó una capa bien oxigenada entre la superficie y los 10 m, en que alcanzó y en algunos casos se superó el 100% de saturación.

En un contexto general, es posible indicar que en todas las estaciones realizadas, la distribución y magnitudes de las variables oceanográficas analizadas indican la presencia, en el sector en estudio, de masas de agua de origen Ecuatorial Subsuperficial (AESS) que se caracterizan, en términos muy generales, por temperaturas promedios del orden de 12,5° C, salinidades de 34,9 psu y tensiones de OD, en profundidad.

2.5.4.4. Estudio de Parámetros Físico-Químicos de Sedimentos Submareales

2.5.4.4.1. Análisis Físico

Los “Certificados de Análisis de Laboratorio” para las 3 campañas a terreno se entregan en el Anexo 2.5-2.

Campaña Invierno

Los gráficos correspondientes a los análisis físicos realizados a los sedimentos del sector en estudio son presentados en la Figura 2.5-46. En tanto, en la Tabla 2.5-89 se entrega un detalle de los porcentajes de la fracciones sedimentarias por estación; mientras que los antecedentes referidos al tamaño mediano de las partículas sedimentarias, tipo sedimentario dominante y la profundidad de cada una de las estaciones muestreadas, es resumida en la Tabla 2.5-90.

De las figuras y tablas mencionadas precedentemente, se puede desprender que no existe un tipo sedimentario ampliamente dominante en toda el área, oscilando los tipos sedimentarios medianos de los fondos marinos del área de estudio y sus alrededores entre *limo/arcilla* (<64 μm) y *guijarros* (4,0 – 8,0 mm; -2ϕ). Por lo anterior, no se aprecia un patrón claro de distribución de los sedimentos relacionado con la cercanía a la costa y/o con la profundidad de las estaciones. Si bien podría esperarse que las estaciones más costeras mostraran algún patrón de tipo sedimentario, se aprecia más bien un amplio abanico, el que fluctúa entre limo-arcilla, arena gruesa y gránulos. Notable es, sin embargo, que en 5 estaciones costeras predominan las limo/arcillas, fluctuando entre un 71,2% (Estación LV-5) a 80,46% (LV-1). Sin embargo, pese al predominio de estas fracciones en las estaciones mencionadas, como se verá en el estudio del análisis químico, los contenidos de materia orgánica son muy bajos, lo que da cuenta que este tipo de sedimento sería una mezcla de aportes biológicos y antropogénicos.

En tanto, los resultados de la Tabla 2.5-91 muestran los diferentes estadígrafos calculados en los sedimentos de las estaciones estudiadas en el sector donde se emplazarán las obras marinas. De acuerdo a la clasificación de Inmann (1952), los resultados de la Desviación Estándar Inclusiva (σ_1) denotan que las estaciones LV-2, LV-3, LV-8 y LV-13 se clasificarían como *Mal Clasificadas*, mientras que la estación LV-9 se hallarían en el rango de *Poco Clasificada*. Las estaciones LV-10, LV-11 y LV-12, en tanto, estarían en el rango de *Bien Clasificadas*, mientras que las estaciones LV-1, LV-4, LV-5, LV-6 y LV-7 se clasificarían como *Muy Bien Clasificadas*. Dado, como se dijo anteriormente, que la clasificación o grado de selección de los sedimentos se relaciona con la dispersión alrededor de la tendencia central y refleja el grado de variación entre los distintos tamaños de grano, es posible desprender que estos resultados son coherentes con el tamaño promedio de ellos en cada estación y el predominio de ciertas fracciones. Esto, especialmente, en el caso de las estaciones LV-1, LV-4, LV-5, LV-6 y LV-7 donde los sedimentos se ven dominados por la fracción de limo/arcilla. En cualquier caso, se aprecia una amplitud de clasificaciones de los sedimentos en cuanto a su grado de selección, lo que da cuenta de una variedad de grados de madurez textural de los sedimentos analizados.

Tabla 2.5-89. Composición Granulométrica (Porcentual) de los Sedimentos Submareales (LV-1 a LV-13). Sector km 14, Campaña de Invierno 2011

Fracción Sedimentaria	Mm	Phi (°)	LV-1	LV-2	LV-3	LV-4	LV-5	LV-6	LV-7	LV-8	LV-9	LV-10	LV-11	LV-12	LV-13
Gujarros	>4	-2	0,00	31,10	30,76	0,01	0,05	0,02	0,04	17,86	44,39	55,89	0,00	0,45	29,96
Gránulos	4-2	-1	0,86	5,13	26,45	2,14	2,16	1,61	0,88	24,74	17,09	0,09	0,79	1,80	8,42
Arena muy gruesa	2-1	0	1,31	4,35	19,86	1,78	1,87	1,75	1,54	22,52	18,45	3,78	2,75	2,80	5,29
Arena gruesa	1-0,5	1	1,32	12,48	7,70	1,46	2,39	2,23	1,45	8,54	8,71	6,88	7,21	7,12	9,84
Arena media	0,5-0,25	2	1,74	33,43	11,09	2,17	2,56	2,68	1,53	14,04	4,82	16,06	49,49	45,63	29,29
Arena fina	0,25-0,125	3	13,26	12,86	1,86	14,02	15,34	15,16	13,34	2,45	4,33	7,49	35,52	35,96	14,34
Arena muy fina	0,125-0,063	4	1,05	0,29	1,12	3,98	4,43	3,74	1,24	3,87	1,62	0,43	2,53	3,57	2,33
Limo y Arcillas	<0,063	5	80,46	0,36	1,16	74,44	71,20	72,81	79,98	5,98	0,59	0,38	1,71	2,67	1,23

Tabla 2.5-90. Tipos Sedimentarios Medianos Promedios de las Estaciones estudiadas. Sector km 14. Campaña de invierno 2011

Estaciones	Profundidad (m)	Tipo Sedimentario Mediano	Tipo Sedimentario Dominante
LV-1	12,0	Limo/Arcilla	Limo/Arcilla
LV-2	18,0	Arena Gruesa	Arena Media
LV-3	17,0	Gránulos	Guijarros
LV-4	10,0	Limo/Arcilla	Limo/Arcilla
LV-5	14,0	Limo/Arcilla	Limo/Arcilla
LV-6	11,0	Limo/Arcilla	Limo/Arcilla
LV-7	16,0	Limo/Arcilla	Limo/Arcilla
LV-8	16,0	Arena Muy Gruesa	Gránulos
LV-9	22,0	Gránulos	Guijarros
LV-10	21,0	Guijarros	Guijarros
LV-11	33,0	Arena Media	Arena Media
LV-12	34,0	Arena Media	Arena Media
LV-13	12,0	Arena Gruesa	Arena Media

Tabla 2.5-91. Resultados de los Diferentes Estadígrafos calculados en los Sedimentos de las Estaciones estudiadas. Sector km 14, Campaña de Invierno 2011

Estaciones	Tamaño Promedio (M2) μm	Desviación Estándar Inclusiva (σ_1)	Asimetría (SK1)	Kurtosis (Kg)
LV-1	56	0,214	+0,984	3,283
LV-2	632	3,102	-0,413	1,014
LV-3	3.243	3,217	-0,482	0,723
LV-4	54	0,206	+0,927	3,114
LV-5	57	0,198	+0,919	3,182
LV-6	56	0,213	+0,923	3,215
LV-7	56	0,202	+0,931	3,291
LV-8	1.246	3,815	0,041	0,815
LV-9	2.132	1,716	-0,223	0,711
LV-10	6.325	0,416	-0,417	1,316
LV-11	346	0,386	0,062	0,915
LV-12	382	0,372	0,064	0,931
LV-13	923	2,983	-0,211	0,702

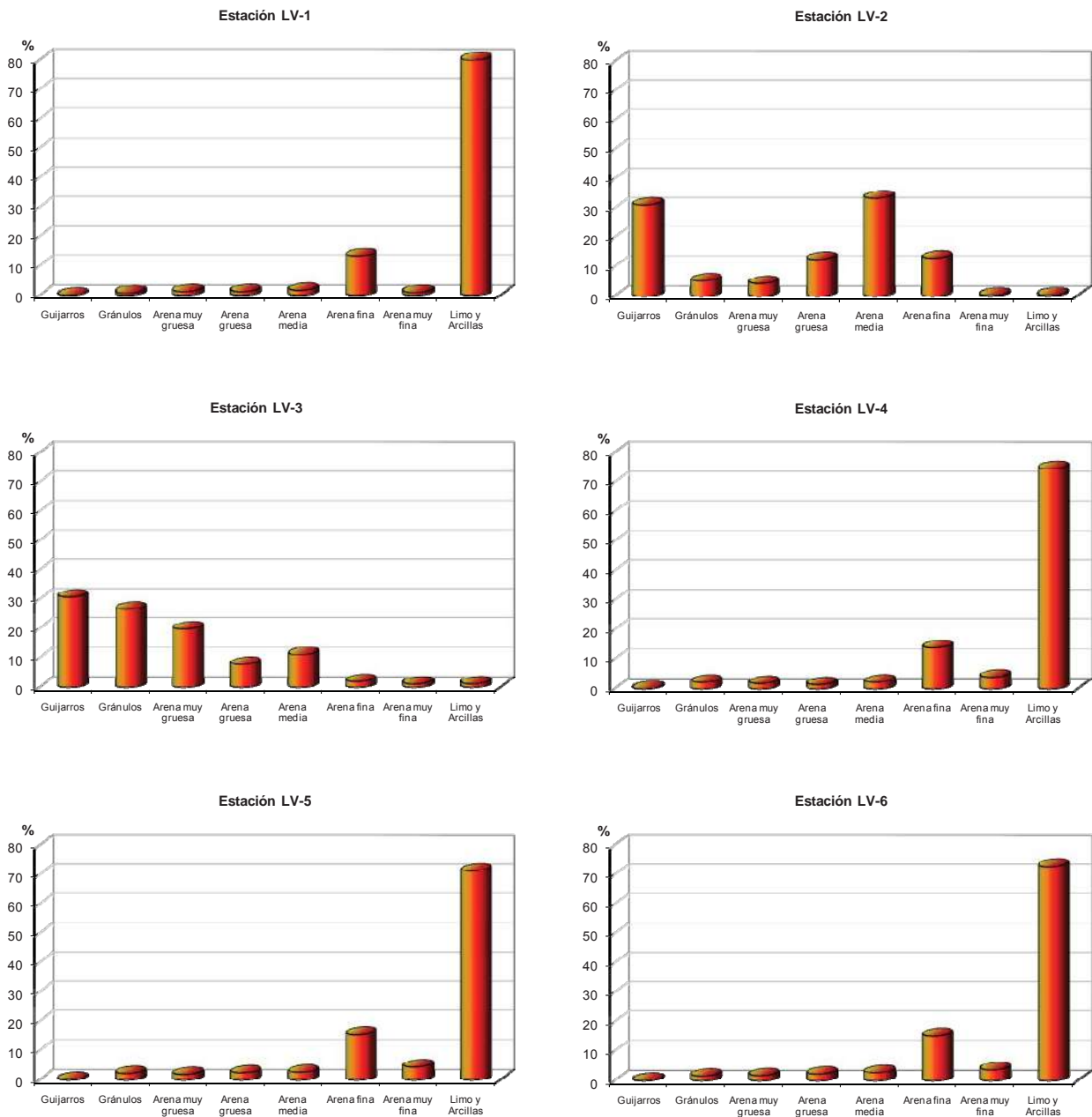
Por su parte, los resultados de la Asimetría (SK1) permiten clasificar descriptiva y cualitativamente a las estaciones LV-2, LV-3, y LV-8 como con *Alto Exceso de Gruesos*, las estaciones LV-1, LV-4, LV-5, LV-6 y LV-7 como con *Alto Exceso de Finos*, dando cuenta en estas estaciones del predominio de la fracción limo/arcilla. Las estaciones LV-8, LV-11 y LV-12 se hallarían en el rango de *Simétricas*, mientras que las estaciones LV-9 y LV-13 lo estarían en el de *Moderado Exceso de Gruesos*. La mayor frecuencia de fracciones más bien gruesas en las estaciones LV-2, LV-3 y LV-10, se reflejarían en su clasificación como con *Alto Exceso de Gruesos*. Estos resultados, en

definitiva, coincidirían con los gráficos de la granulometría por fracción sedimentaria (Figura 2.5-46).

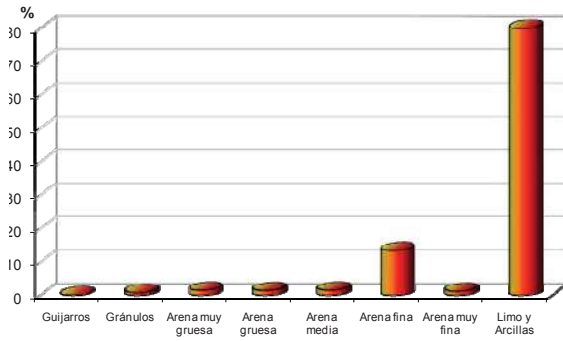
En tanto, la escala cualitativa para la Curtosis (Kg) permite clasificar a las estaciones LV-1, LV-4, LV-5, LV-6 y LV-7 en la jerarquía de *Extremadamente Leptocúrticas*, la estación LV-10 como *Leptocúrtica*, las estaciones LV-2, LV-11 y LV-12 como *Mesocúrticas* y las estaciones LV-3, LV-8, LV-9 y LV-13 como *Platicúrticas*. Estas clasificaciones de los sedimentos se relacionan con el acercamiento de cada curva a la “distribución normal” de las diferentes fracciones sedimentarias, con predominio en cada una de ellas de una fracción sedimentaria en desmedro de las restantes. Debe hacerse mención, nuevamente, que la Curtosis es una medida de la altura del punto más alto (*peak*) de la distribución; si la distribución es más plana que una distribución normal se denomina *platicúrtica*; en cambio, si el *peak* es más acentuado se le llama *leptocúrtica*. La curtosis de una distribución normal se denomina *mesocúrtica*.

Estos resultados, en su conjunto, permiten concluir que el fondo marino del sector en estudio, presenta características sedimentarias dispersas, poco claras, sin fracciones predominantes en todas las estaciones o relacionadas con la cercanía a la costa o la profundidad de las estaciones. Existe una amplia variedad de tipos sedimentarios medianos promedio, oscilando entre limo/arcillas hasta sedimentos de grano de mayor tamaño, como los guijarros. Estos resultados indicarían que probablemente los sedimentos de las estaciones estudiadas han sido transportados por agentes selectivos (olas y corrientes) y por agentes no selectivos (biológicos y químicos), los que interactúan tanto con la sedimentación misma en la columna de agua como con las corrientes reinantes en el área estudiada. No debe descartarse tampoco, dada la cercanía del sector al centro urbano de Tocopilla, los aportes de sedimentos a partir de actividades antropogénicas aledañas.

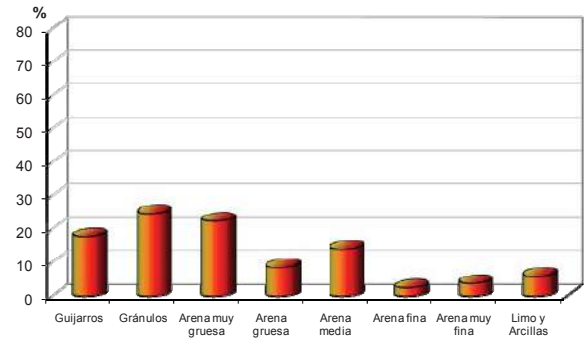
Figura 2.5-46. Distribución Granulométrica Porcentual de los Sedimentos Submareales. Sector km 14, Campaña Invierno 2011



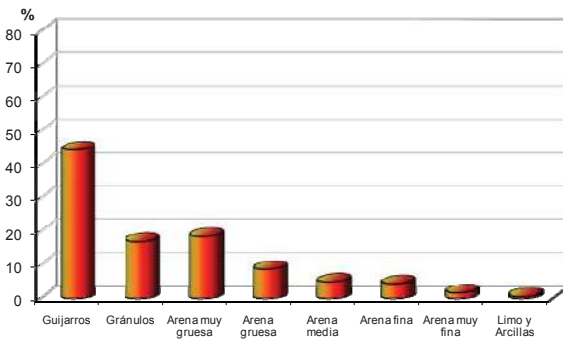
Estación LV-7



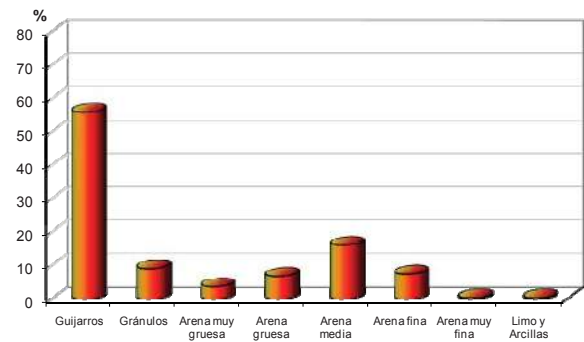
Estación LV-8



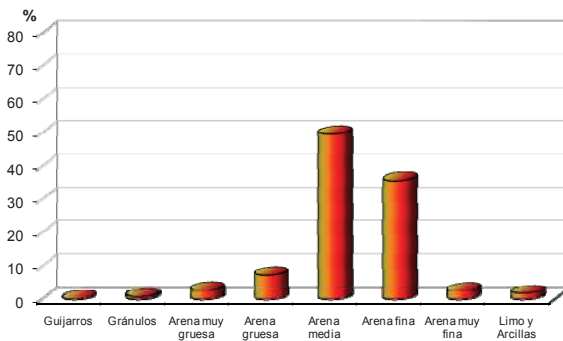
Estación LV-9



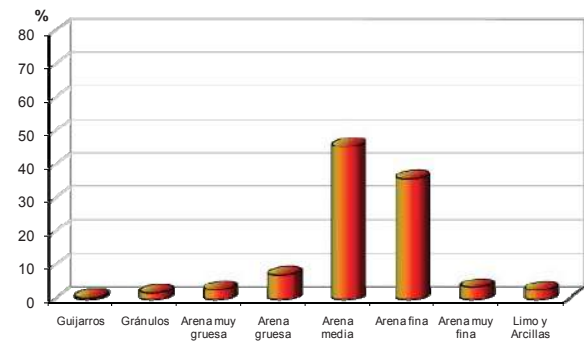
Estación LV-10

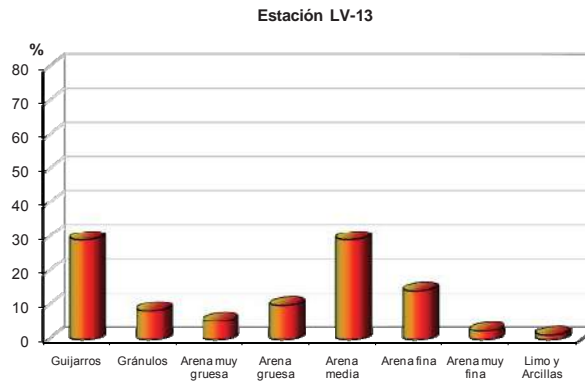


Estación LV-11



Estación LV-12





Campaña Verano

Los gráficos correspondientes a los análisis físicos realizados a los sedimentos del sector en estudio son presentados en la Figura 2.5-47. En tanto, en la Tabla 2.5-92 se entrega un detalle de los porcentajes de la fracciones sedimentarias por estación; mientras que los antecedentes referidos al tamaño mediano de las partículas sedimentarias, fracción sedimentaria dominante y la profundidad de cada una de las estaciones muestreadas, es resumida en la Tabla 2.5-93.

De la figura y tablas mencionadas precedentemente, se puede desprender que no existe una fracción sedimentaria ampliamente dominante en toda el área, dado que la fracción de gránulos predomina en 3 de las estaciones, mientras que en 4 el guijarro. Otras fracciones como la arena gruesa, arena mediana y arena fina aportan porcentajes importantes en algunas de las estaciones. En tanto, el tipo sedimentario mediano osciló entre *arena fina* (125 – 250 μm , 32 ϕ) y *gránulos* (2.000 – 4.000 μm ; -1 ϕ). En este caso, en el 50% de las estaciones, el granulo y guijarro es el tipo sedimentario mediano promedio predominante. A diferencia de la campaña de invierno en que en las 5 estaciones costeras predominaron las limo/arcillas (CV-1 a CV-6), en este caso fueron las fracciones más bien gruesas del sedimento las predominantes en estas estaciones. Debe hacerse notar que los sedimentos costeros se encuentran sometidos a procesos turbulentos y de corrientes de fondo, que generan alto dinamismo en los fondos marinos, que dan cuenta de las modificaciones sedimentarias del mismo. Vale la pena mencionar que sólo en el caso de las estaciones CV-12 y CV-13 las fracciones y tipos sedimentarios dominantes fueron *arena fina*, disminuyendo por tanto el tamaño sedimentario hacia el norte del área de estudio.

En cualquier caso, el dominio general de las fracciones gruesas del sedimento (guijarro, granulo, arena muy gruesa y arena gruesa), se refleja en los porcentajes aportados en conjunto por éstas, las que representan hasta un 98,16% en la estación CV-4. Su menor representación se aprecia en la estación CV-13, con un 1,83%, en conjunto. En esta estación, el conjunto de las fracciones de arena fina, arena muy fina y limo/arcilla representan el 80,51% del total.

En tanto, los resultados de la Tabla 2.5-94 muestran los diferentes estadígrafos calculados en los sedimentos de las estaciones estudiadas. De acuerdo a la clasificación de Inmann (1952), los resultados de la Desviación Estándar Inclusiva (σ_1) para esta campaña de verano denotan una amplia dispersión en su clasificación, con las estaciones CV-2 y CV-13 en el rango de *Muy Bien Clasificadas*; las estaciones CV-1, CV-4, CV-6, CV-11 y CV-12 clasificadas como *Bien Clasificadas*, mientras que la estación CV-3 y CV-8 como *Poco Clasificadas*; las estaciones CV-7 y CV-10 en el rango de *Moderadamente Clasificadas*, y la estación CV-9 como *Mal Clasificada*. Dado que la clasificación o grado de selección de los sedimentos se relaciona con la dispersión

alrededor de la tendencia central y refleja el grado de variación entre los distintos tamaños de grano, es posible desprender que estos resultados son coherentes con el tamaño promedio de ellos en cada estación y el predominio de ciertas fracciones. Esto es especialmente relevante en el caso de las estaciones CV-2 y CV-13, donde los sedimentos se ven dominados ampliamente por la fracción de arena mediana (CV-2) y por arena fina (CV-13). En cualquier caso, se aprecia una amplitud de clasificaciones de los sedimentos en cuanto a su grado de selección, lo que da cuenta de una variedad de grados de madurez textural de los sedimentos analizados.

Tabla 2.5-92. Composición Granulométrica (Porcentual) de los Sedimentos Submareales (LV-1 a LV-13). Sector km 14, Campaña de verano 2012

Fracción Sedimentaria	Mm	Phi (°)	LV-1	LV-2	LV-3	LV-4	LV-6	LV-7	LV-8	LV-9	LV-10	LV-11	LV-12	LV-13
Guijarros	>4	-2	31,34	0,00	16,65	44,04	49,74	0,41	28,49	30,24	49,63	0,00	0,00	0,00
Gránulos	4-2	-1	35,32	0,21	30,83	27,41	35,91	1,50	35,31	29,87	19,04	0,31	0,00	0,00
Arena muy gruesa	2-1	0	18,63	1,35	25,62	20,52	8,57	5,30	19,22	18,08	13,77	0,86	0,62	0,48
Arena gruesa	1-0,5	1	5,59	12,36	9,89	6,19	1,84	41,81	6,46	6,95	5,12	8,12	2,86	1,35
Arena media	0,5-0,25	2	5,88	77,80	13,76	1,69	3,07	36,03	7,48	9,59	7,88	55,87	26,91	17,66
Arena fina	0,25-0,125	3	2,91	7,84	2,68	0,12	0,74	12,80	1,47	3,90	2,16	31,28	62,46	77,10
Arena muy fina	0,125-0,063	4	0,21	0,32	0,43	0,01	0,09	1,95	1,27	1,03	1,62	1,76	5,05	1,98
Limo y Arcillas	<0,063	5	0,12	0,12	0,24	0,02	0,04	0,20	0,30	0,34	0,78	1,80	2,10	1,43

Tabla 2.5-93. Tipos Sedimentarios Medianos promedios de las Estaciones estudiadas. Sector km 14, Campaña de Verano 2012

Estaciones	Profundidad (m)	Tipo Sedimentario Mediano	Fracción Sedimentaria Dominante
CV-1	12,0	Gránulos	Gránulos
CV-2	18,0	Arena Media	Arena Media
CV-3	17,0	Gránulos	Gránulos
CV-4	10,0	Guijarros	Guijarros
CV-6	11,0	Guijarros	Guijarros
CV-7	16,0	Arena Gruesa	Arena Gruesa
CV-8	16,0	Gránulos	Gránulos
CV-9	22,0	Guijarros	Guijarros
CV-10	21,0	Guijarros	Guijarros
CV-11	33,0	Arena Media	Arena Media
CV-12	34,0	Arena Fina	Arena Fina
CV-13	12,0	Arena Media	Arena Fina

Tabla 2.5-94. Resultados de los Diferentes Estadígrafos calculados en los Sedimentos de las Estaciones estudiadas. Sector km 14, Campaña de Verano 2012

Estaciones	Tamaño Promedio μm	Desviación Estándar Inclusiva (σ_1)	Asimetría (SK1)	Kurtosis (Kg)
CV-1	2.706	0,421	-0,411	0,703
CV-2	444	0,219	+0,052	2,714
CV-3	2.617	1,178	-0,387	0,805
CV-4	5.762	0,424	-0,461	0,692
CV-6	5.989	0,419	-0,483	0,697
CV-7	709	0,706	+0,087	0,720
CV-8	2.706	1,326	-0,379	0,674
CV-9	5.209	3,252	-0,382	0,683
CV-10	5.985	0,712	-0,409	0,676
CV-11	389	0,468	-0,092	0,904
CV-12	203	0,472	+0,323	0,927
CV-13	317	0,293	+0,415	1,414

Por su parte, los resultados de la Asimetría (SK1) permiten clasificar descriptiva y cualitativamente al 58,3% de las estaciones (CV-1, CV-3, CV-4, CV-6, CV-8, CV-9 y CV-10) como con Alto Exceso de Gruesos, las estaciones CV-12 y CV-13 como con Alto Exceso de Finos, y las restantes estaciones (CV-2, CV-7 y CV-11) en el rango de Simétricas. La mayor frecuencia de fracciones más bien gruesas en las estaciones CV-1, CV-3, CV-4, CV-6, CV-8, CV-9 y CV-10, se reflejarían en su clasificación como con Alto Exceso de Gruesos. Estos resultados, en definitiva, coincidirían con los gráficos de la granulometría por fracción sedimentaria (Figura 2.5-47).

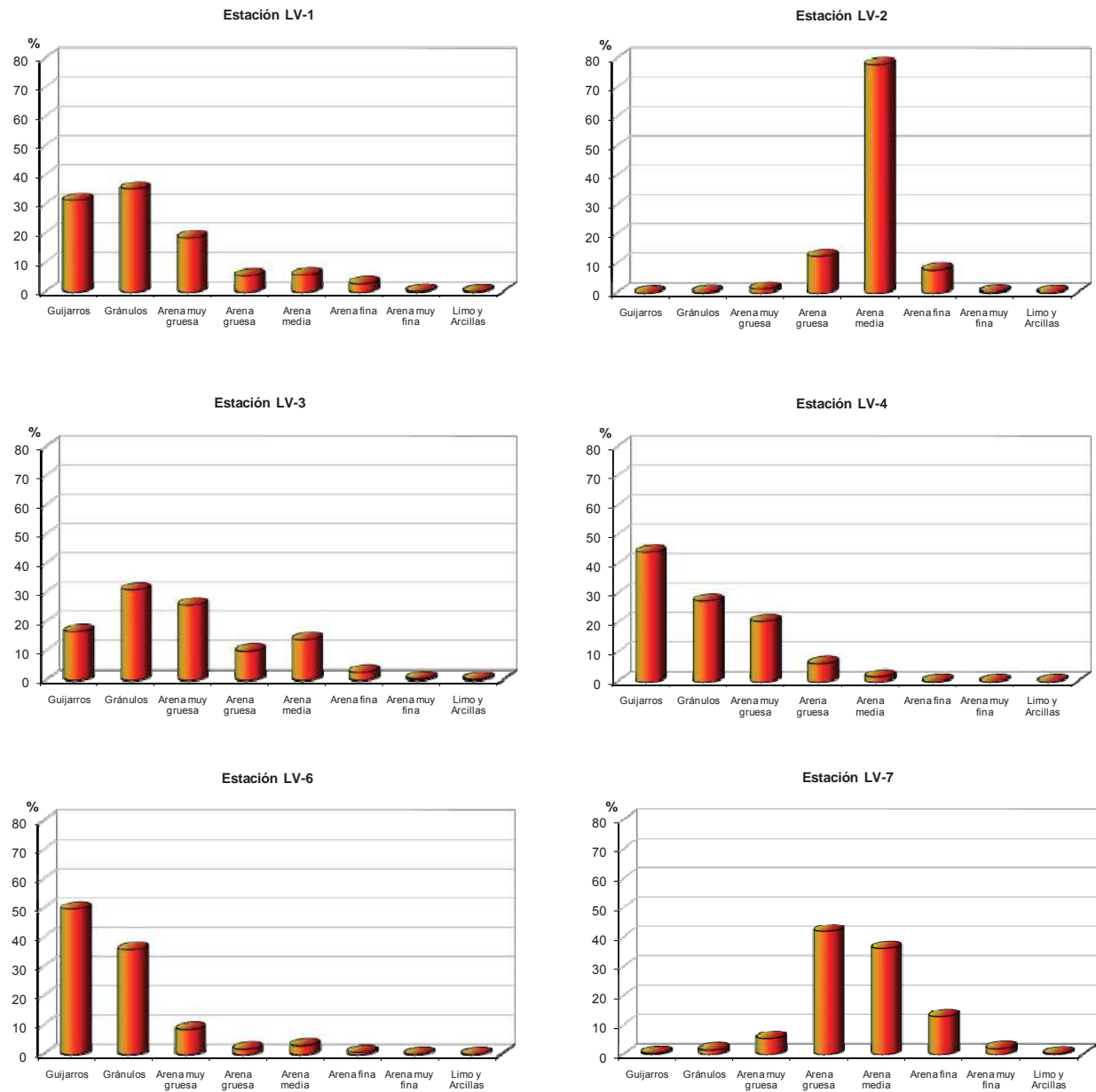
En tanto, la escala cualitativa para la Curtosis (Kg) permite clasificar en esta campaña de verano a las estaciones CV-11 y CV-12 como Mesocúrticas, la estación CV-13 como Leptocúrtica, la

estación CV-2 como Muy Leptocúrtica, y las restantes estaciones como Platicúrticas. Estas clasificaciones de los sedimentos se relacionan con el acercamiento de cada curva a la “distribución normal” de las diferentes fracciones sedimentarias, con predominio en cada una de ellas de una fracciones sedimentaria en desmedro de las restantes. Debe hacerse mención nuevamente que la Curtosis es una medida de la altura del punto más alto (peak) de la distribución; si la distribución es más plana que una distribución normal se denomina platicúrtica; en cambio, si el peak es más acentuado se le llama leptocúrtica. La curtosis de una distribución normal se denomina mesocúrtica. En el caso de las estaciones CV-13 (Leptocúrtica) y la estación CV-2 (Muy Leptocúrticas), el dominio de la fracción arena fina y arena mediana, respectivamente, generan el peak en la curva que llevan a la clasificación antes mencionada.

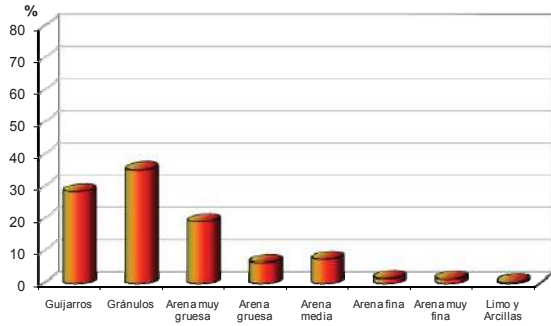
Estos resultados, en su conjunto, permiten concluir que el fondo marino del sector en estudio, en esta campaña de verano, presenta características sedimentarias dispersas, con una amplia variedad de fracciones sedimentarias predominantes (desde arena fina a guijarros), pero con tipos sedimentarios dominantes promedio más definidos, siendo las más importantes la de granulo y guijarros. Este tipo sedimentario predominaría en el 50% de las muestras, pudiéndose determinar, además, una disminución en el tamaño sedimentario en el sector norte del área estudiada (CV-12 y CV-13, en donde predominarían las arenas finas).

Estos resultados indicarían que, probablemente, los sedimentos de las estaciones estudiadas han sido transportados tanto por agentes selectivos (olas y corrientes) y por agentes no selectivos (biológicos y químicos), los que interactúan tanto con la sedimentación misma en la columna de agua, como con las corrientes reinantes en el área estudiada, situación similar a la registrada en la campaña de invierno.

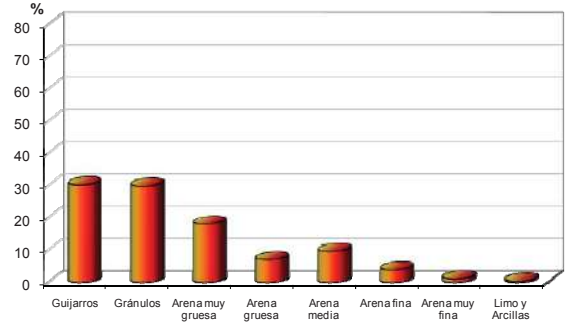
Figura 2.5-47. Distribución Granulométrica Porcentual de los Sedimentos Submareales. Sector km 14, Campaña Verano 2012



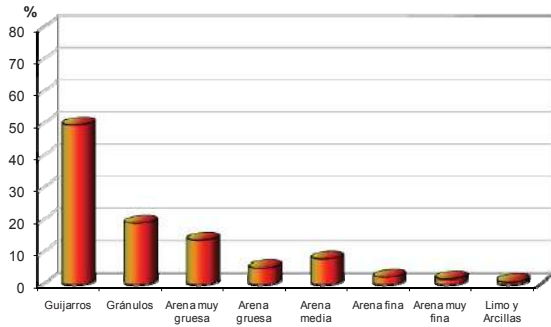
Estación LV-8



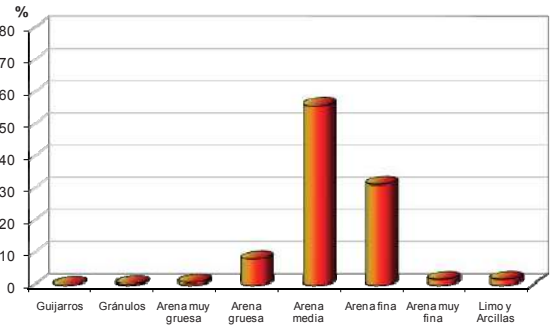
Estación LV-9



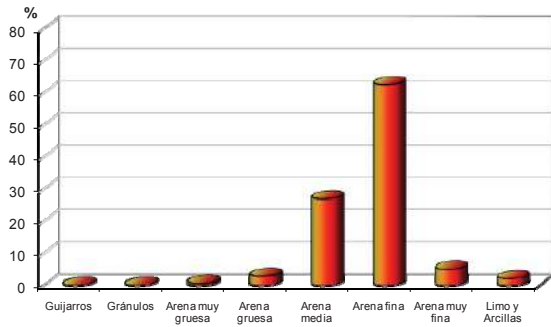
Estación LV-10



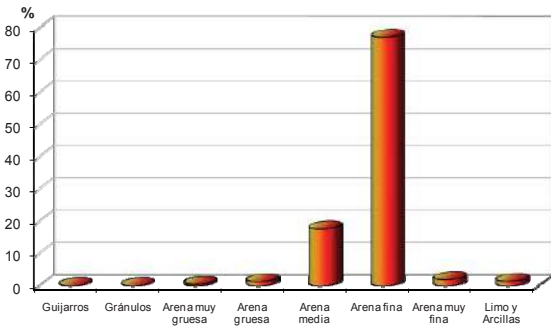
Estación LV-11



Estación LV-12



Estación LV-13



Campaña Otoño

Los gráficos correspondientes a los análisis físicos realizados a los sedimentos del sector km 14, son presentados en las Figura 2.5-48. En tanto, en la Tabla 2.5-95 se entrega un detalle de los porcentajes de las fracciones sedimentarias evaluadas por estación; mientras que los antecedentes referidos al tamaño mediano de las partículas sedimentarias, fracción sedimentaria dominante y la profundidad de cada una de las estaciones muestreadas, es resumida en la Tabla 2.5-96.

De las figuras y tablas mencionadas precedentemente, se puede desprender que no existe una fracción sedimentaria ampliamente dominante en toda el área, dado que la fracción de arena fina predomina en el 38% de las estaciones, mismo porcentaje de las fracciones de arena gruesa y muy gruesa. En tanto, el tipo sedimentario mediano osciló entre arena fina (125 – 250 μm , 32 ϕ) y gránulos (2.000 – 4.000 μm ; -1 ϕ). En este caso, en el 50% de las estaciones, es de arena gruesa y muy gruesa el tipo sedimentario mediano promedio predominante. Debe hacerse notar que los sedimentos costeros se encuentran sometidos a procesos turbulentos y de corrientes de fondo, que generan alto dinamismo en los fondos marinos, los que dan cuenta de las modificaciones sedimentarias del mismo. Vale la pena mencionar que sólo en el caso de la estación M5 las fracciones de arena muy fina superaron el 30% de la muestra.

El dominio de las fracciones gruesas del sedimento (arena gruesa, muy gruesa, gránulos y guijarro), se refleja en los porcentajes aportados en conjunto por éstas, las que representan hasta un 97,92% en las estaciones M6, M7 y M8. Su menor representación se aprecia en la estación A5, con un 3,12% en conjunto. En esta estación, el conjunto de las fracciones de arena fina, arena muy fina y limo/arcilla representan el 89,54% del total. Por su parte, las estaciones M1 a M4 representan un dominio de las fracciones intermedias del sedimento (arena fina, media y gruesa), se refleja en los porcentajes aportados en conjunto por éstas, las que representan hasta un 94,59%.

En tanto, los resultados de la Tabla 2.5-97 muestran los diferentes estadígrafos calculados en los sedimentos de las estaciones estudiadas en el sector km 14. De acuerdo a la clasificación de Inmann (1952), los resultados de la Desviación Estándar Inclusiva (σ_1) para esta campaña de otoño denotan una amplia dispersión en su clasificación, con la estación M2 en el rango de Bien Clasificadas; las estaciones M5 y M6 clasificadas como Moderadamente Bien Clasificadas, mientras que las estaciones M1, M3, M7 y M8 como Moderadamente Clasificadas y la estación M4 como Pobremente Clasificada. Dado que la clasificación o grado de selección de los sedimentos se relaciona con la dispersión alrededor de la tendencia central y refleja el grado de variación entre los distintos tamaños de grano, es posible desprender que estos resultados son coherentes con el tamaño promedio de ellos en cada estación y el predominio de ciertas fracciones. En cualquier caso, se aprecia una amplitud de clasificaciones de los sedimentos en cuanto a su grado de selección, lo que da cuenta de una variedad de grados de madurez textural de los sedimentos analizados.

Tabla 2.5-95. Composición Granulométrica (Porcentual) de los Sedimentos Submareales (M1 a M8). Sector km 14, Campaña de Otoño 2012

Fracción Sedimentaria	Mm	Phi ()	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Guijarros	>4	-2	2,35	0,46	0,45	9,87	0,00	0,82	25,30	6,73
Gránulos	4-2	-1	10,97	1,48	2,80	19,01	0,43	24,01	30,56	18,09
Arena muy gruesa	2-1	0	13,45	3,18	8,18	12,60	0,83	57,72	21,05	21,84
Arena gruesa	1-0,5	1	43,69	28,63	16,22	12,97	1,86	15,37	17,56	29,60
Arena media	0,5-0,25	2	26,11	55,93	26,67	13,97	7,34	1,10	4,61	15,99
Arena fina	0,25-0,125	3	3,35	10,03	42,04	27,60	69,18	0,72	0,70	6,23
Arena muy fina	0,125-0,063	4	0,08	0,24	3,60	3,90	20,24	0,18	0,22	1,36
Limo y Arcillas	<0,063	5	0,00	0,05	0,04	0,08	0,12	0,08	0,00	0,16

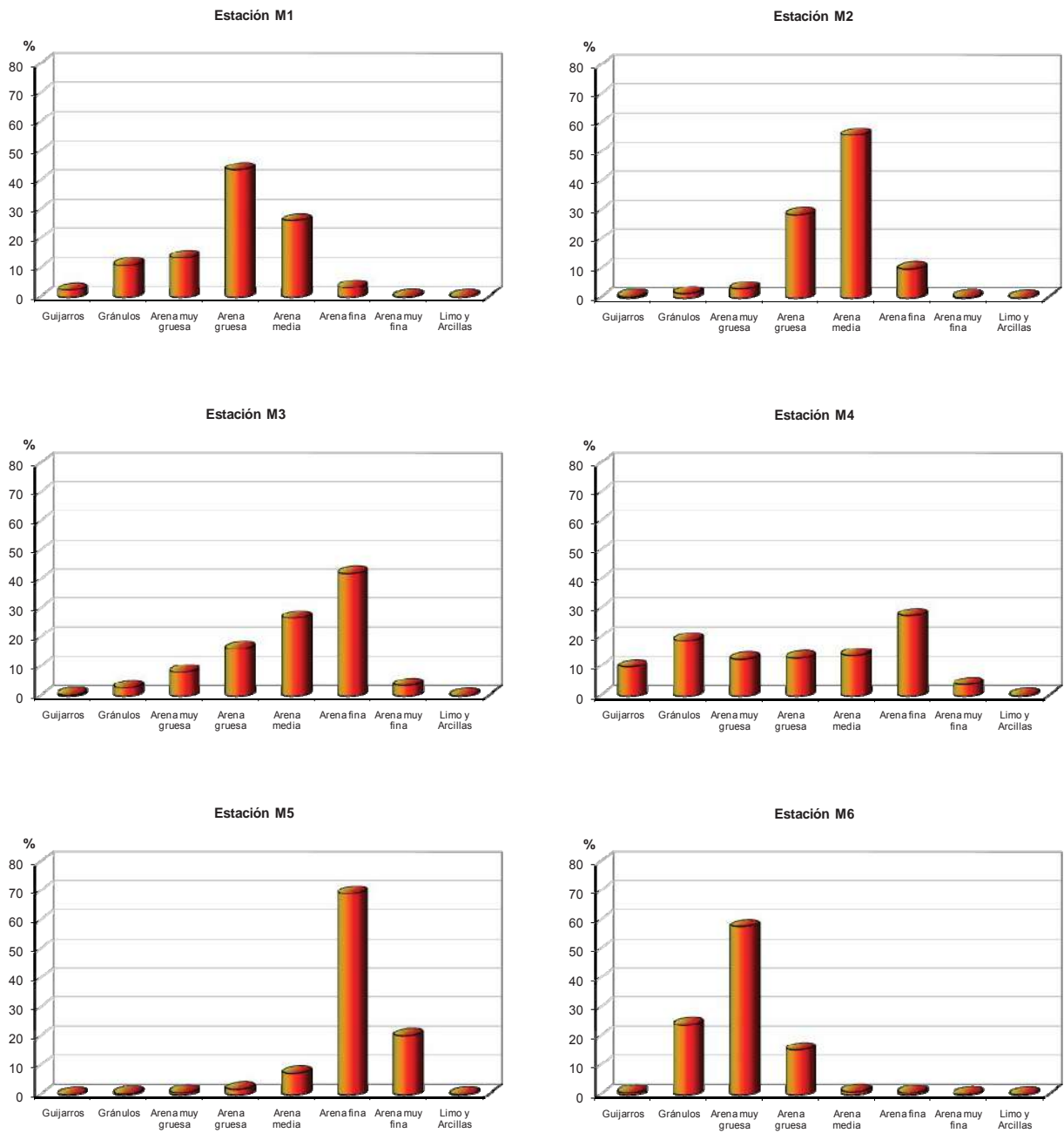
Tabla 2.5-96. Tipos Sedimentarios Medianos Promedios de las Estaciones Estudiadas. Sector km 14, Campaña de Otoño 2012

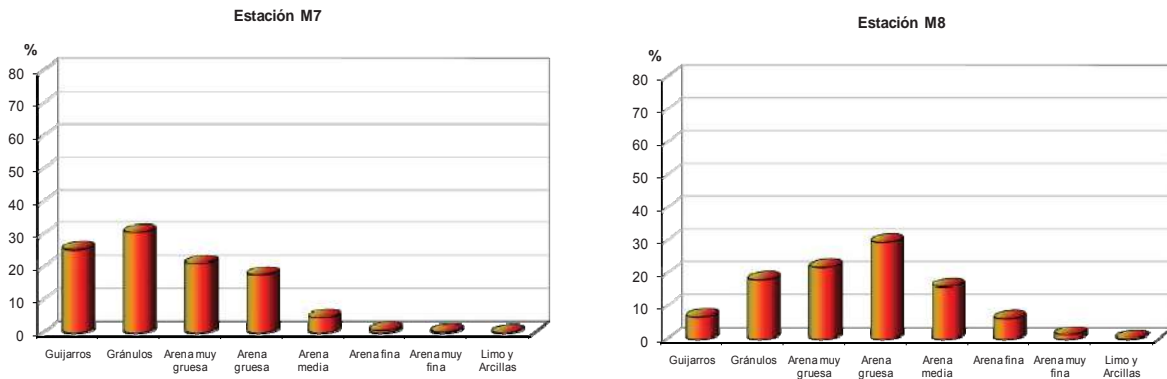
Estaciones	Profundidad (m)	Tipo Sedimentario Mediano	Fracción Sedimentaria Dominante
M1	21	Arena Gruesa	Arena Gruesa
M2	21	Arena Media	Arena Media
M3	12	Arena Media	Arena Fina
M4	23	Arena Gruesa	Arena Fina
M5	31	Arena Fina	Arena Fina
M6	13	Arena muy Gruesa	Arena Muy Gruesa
M7	24	Gránulos	Gránulos
M8	31	Arena Gruesa	Arena Gruesa

Tabla 2.5-97. Resultados de los Diferentes Estadígrafos calculados en los Sedimentos de las Estaciones Estudiadas. Sector km 14, Campaña de Otoño 2012

Estaciones	Tamaño Promedio Phi	Desviación Estándar Inclusiva (σ_1)	Asimetría (SK1)	Kurtosis (Kg)
M1	0,43	1,06	-0,25	1,20
M2	1,53	0,43	1,20	1,00
M3	1,63	1,02	-0,30	0,98
M4	0,47	1,84	-0,18	0,65
M5	2,60	0,70	-0,23	2,05
M6	-0,53	0,68	0,12	1,13
M7	-1,13	1,34	-0,02	1,20
M8	0,03	1,40	-0,04	0,99

Figura 2.5-48. Distribución Granulométrica Porcentual de los Sedimentos Submareales. Sector km 14, Campaña Otoño 2012





Por su parte, los resultados de la Asimetría (SK1) permiten clasificar descriptiva y cualitativamente al 50,0% de las estaciones (M1, M3, M4 y M5) como con Exceso de Gruesos, la estación M2 como con Alto Exceso de Finos, la estación M6 con Exceso de Finos y las estaciones (M7 y M8) en el rango de Simétricas. La mayor frecuencia de fracciones más bien gruesas en las estaciones M1, M3, M4 y M5, se reflejarían en su clasificación como con Exceso de Gruesos. Estos resultados, en definitiva, coincidirían con los gráficos de la granulometría por fracción sedimentaria (Figura 2.5-48).

En tanto, la escala cualitativa para la Curtosis (Kg) permite clasificar en esta campaña de otoño a las estaciones M2, M3 y M7 como *Mesocúrticas*, las estaciones M1, M6 y M7 como *Leptocúrtica*, la estación M5 como *Muy Leptocúrtica*, y la estación M5 como *Muy Platicúrticas*. Estas clasificaciones de los sedimentos se relacionan con el acercamiento de cada curva a la “distribución normal” de las diferentes fracciones sedimentarias, con predominio en cada una de ellas de una fracciones sedimentaria en desmedro de las restantes. Debe hacerse mención nuevamente que la Curtosis es una medida de la altura del punto más alto (*peak*) de la distribución; si la distribución es más plana que una distribución normal se denomina *platicúrtica*; en cambio, si el *peak* es más acentuado se le llama *leptocúrtica*. La curtosis de una distribución normal se denomina *mesocúrtica*. En el caso de las estaciones M1, M6 y M7 (*Leptocúrtica*) y la estación M5 (*Muy Leptocúrticas*), el dominio de la fracción arena gruesa y arena fina, respectivamente, generan el *peak* en la curva que llevan a la clasificación antes mencionada.

Estos resultados, en su conjunto, permiten concluir que el fondo marino del sector en estudio, en esta campaña de otoño, presenta características sedimentarias dispersas, donde se presenta una amplia variedad de fracciones sedimentarias predominantes (desde arena fina a gránulos), pero con tipos sedimentarios dominante promedio más definidos, siendo las más importantes la de arena fina y arena gruesa. Este tipo sedimentario predominaría en el 62% de las muestras, pudiéndose determinar además un aumento en el tamaño sedimentario en el sector norte del área estudiada (M6, M7 y M8, en donde predominarían las fracciones gruesas).

Estos resultados indicarían que probablemente los sedimentos de las estaciones estudiadas han sido transportados por agentes selectivos (olas y corrientes) y por agentes no selectivos (biológicos y químicos), los que interactúan tanto con la sedimentación misma en la columna de agua como con las corrientes reinantes en el área estudiada, situación similar a la registrada en las campañas anteriores (invierno 2011 y verano 2012).

2.5.4.4.1.1. Aspectos Normativos

Antes de efectuar el análisis de los resultados analíticos, debe ser indicado que de acuerdo a la Tabla Pública del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), de fecha 20 de junio de 2011, la cual establece el “Estado de Avance de los Procedimientos de Dictación y Revisión de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión Correspondientes a los Programas Priorizados de Normas”, sólo se encuentra en trámite la “Norma Secundaria de Calidad Ambiental para Sedimentos Marinos en la Región de Aysén” y que mediante Resolución Exenta N° 1152 del 11 de mayo del 2006, se amplió el plazo para la elaboración del Anteproyecto de Norma en 5 años. Por lo que, como resultado de esta tramitación formal, actualmente nuestro país no posee una regulación que establezca límites máximos permitidos de metales pesados u otros elementos o compuestos contaminantes en los sedimentos marinos.

En consecuencia, con el propósito de colaborar en la definición de condiciones ambientales marinas, que sirvan de base comparativa para evaluar las variables consideradas en este estudio, se ha considerado pertinente contrastar la información recogida desde el sector de estudio con aquellos antecedentes aportados por estudios similares en otros cuerpos de agua marinos.

Sin perjuicio de lo expuesto precedentemente, habida consideración de lo preceptuado en el artículo 2º, letra c, de Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, la que define como contaminación a “*la presencia en el medio ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente*”; atendiendo que nuestra regulación vigente no posee norma que regule dicha matriz ambiental, no es posible entonces de hablar de “contaminación del sedimento marino”, en su sentido jurídico, sino solamente indicar que puede existir una “*probable alteración*” por la presencia de altas condiciones de algún parámetro químico del sedimento.

2.5.4.4.1.2. Aspectos Ambientales

Además de lo mencionado precedentemente, se debe resaltar que el análisis de los resultados de concentración de metales en los sedimentos marinos del sector estudiado y sus probables efectos ambientales, requieren además establecer *a priori* algunos conceptos básicos, los cuales son de uso frecuente en los estudios ecotoxicológicos. De esta forma, a través de lo expuesto en la Tabla 2.5-98, se describen los conceptos de uso más frecuente, para definir el nivel de toxicidad de los elementos y compuestos químicos, y que son utilizados por las agencias de regulación ambiental de USA y Canadá. La información respectiva fue obtenida de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA, <http://response.restoration.noaa.gov>).

Tabla 2.5-98. Descripción de Conceptos Utilizados frecuentemente en Estudios Ecotoxicológicos de Sedimentos Marinos

Concepto	Acronimio	Definición
Threshold effect level	TEL	Concentración bajo la cual se espera que efectos biológicos adversos ocurran raramente
Probable effect concentration	PEP	Nivel de concentración sobre el cual efectos dañinos podrían ser observados
Probable effect level	PEL	Efectos adversos ocurren frecuentemente
Severe effect level	SEF	Perturbación pronunciada de la comunidad que habita el sedimento
Lowest effect level	LEL	Nivel de contaminación del sedimento que puede ser tolerado por la mayoría de los organismos bentónicos
Apparent effect threshold	AET	La concentración más alta asociada con una muestra no tóxica, de tal manera que los efectos tóxicos se observan solo sobre ese nivel
	ERL y ERM	De una base de datos toxicológicos y ambientales se elige aquellos datos que son solamente tóxicos y se definen los percentiles 10 ^a y 50 ^a
	T50	Nivel de concentración al que, en un bioensayo, muere el 20 por ciento de los organismo

Fuente: <http://response.restoration.noaa.gov>

Por su parte, de acuerdo con la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, <http://goldbook.iupac.org/AT06800.html>), los efectos de compuestos y/o elementos pueden ser crónicos o agudos, siendo la “toxicidad crónica” aquella de efectos adversos de repetidas exposiciones, frecuentemente a niveles reducidos, de una sustancia sobre un periodo de tiempo extendido que puede ser de meses a años. Mientras que la “toxicidad aguda”, corresponde al efecto adverso, que resulta tanto de una única exposición, como de múltiples exposiciones, en un período de tiempo reducido, usualmente menos de 24 horas. Para ser descrito como tal, los efectos adversos deben ocurrir dentro de 14 días de la administración de la sustancia (<http://www.ilpi.com/msds/ref/acutetoxicity.html>).

Atendiendo lo señalado anteriormente y con el objeto de poder establecer algunos patrones que permitan orientar sobre si los resultados de los analitos obtenidos de los sectores estudiados pudieran ser considerados peligrosos para la comunidad biológica marina, se tuvo presente los límites máximos establecidos por la regulación norteamericana y canadiense (Tabla 2.5-99), debido a la inexistencia de parámetros regulados en la normativa ambiental nacional.

Tabla 2.5-99. Clasificación de los Niveles de Toxicidad del Cu, Cr, Fe, Ni, Pb y Zn (el Elemento Mo no es Considerado en estas Normativas) de Acuerdo con la Información Obtenida de <http://response.restoration.noaa.gov>

Elemento	Unidad	T ₂₀	TEL	ERL	AET	Nivel Basal
Cobre	mg/kg (peso seco)	32	18,7	34		10-25
Cromo	mg/kg (peso seco)	49	52,3	81		7-13
Hierro	% (peso seco)				22	0,99-1,8
Mercurio	mg/kg (peso seco)		0,13	0,15		
Níquel	mg/kg (peso seco)	15	15,9	20,9		9,9
Plomo	mg/kg (peso seco)	30	30,24	46,7		4-17
Zinc	mg/kg (peso seco)	94	12,4	150		7-38

2.5.4.4.2. Resultados del Análisis Químico

El análisis global de la información indica que, y al igual que para la matriz de agua de mar, el conjunto de la información es posible dividirla en dos grandes grupos: aquellas especies químicas que estuvieron bajo el límite de detección (LD) del ensayo respectivo y las que pudieron ser cuantificadas ya que la concentración era superior al LD del método analítico.

Campaña Invierno

- **Análisis de las Especies Químicas bajo el Límite de Detección (LD)**

Metales en Sedimentos

Los resultados analíticos obtenidos para la matriz de sedimento submareal en el sector km 14, se presentan en la Tabla 2.5-100. A continuación, se presenta el análisis detallado de cada grupo de muestras se presenta a continuación.

Los metales que estuvieron bajo el LD del método de ensayo químico se detallan en la Tabla 2.5-101 y correspondieron a: Cadmio (Cd) (LD <0,2 mg/kg), Cromo hexavalente (Cr VI) (LD <5 mg/kg), Mercurio (Hg) (LD <0,01 mg/kg), Níquel (LD <0,2 mg/kg) y Plomo (Pb) (LD <0,2 mg/kg).

En el caso de los Hidrocarburos Totales, éstos no fueron detectados en la matriz de sedimentos y su LD es de <1 mg/kg.

Las magnitudes de los respectivos LD de los ensayos analíticos descritas anteriormente, indican que desde el punto de vista ambiental las concentraciones de estos metales no deberían ser consideradas como importantes desde el punto de vista de su efecto sobre la salud humana y la biota marina.

Tabla 2.5-100. Resultados Analíticos de la Concentración de los Metales Cd, Cu, Cr Total y Hexavalente, Fe, Mo, Ni, Pb, Zn, Hg, además de los Hidrocarburos Totales, HAP, Sulfuros (mg/kg, base seca), Potencial Redox (mV) y MOT (%).Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Análito	Unidad (base seca)	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
Cadmio	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cobre	mg/kg	69,3	45,1	75,3	66,6	80,7	96,25	88,63	10,8	43,3	28,5	49,2	44,7	7,62
Cromo total	mg/kg	31,1	14,7	38	31,3	17,9	18,9	29	13	28	21	26	26	31,8
Cromo hexavalente	mg/kg	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Hierro	%	7,18	2,7	5,63	4,96	4,59	6,21	5,93	4,16	4,42	3,79	4,58	4,89	4,98
Hidrocarburos totales	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	mg/kg	0,018	<0,01	<0,01	<0,01	0,015	<0,01	0,012	<0,01	0,01	<0,0010	<0,0010	0,012	0,012
Materia Orgánica Total	%	2,01	2,59	2,1	2,02	2,28	1,84	1,77	3,36	1,54	1,65	1,38	1,24	2
Mercurio	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdeno	mg/kg	5,37	9,04	6,56	35,3	15,9	35,3	32,1	53,6	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	37,8
Níquel	mg/kg	8,57	4,28	15,6	10,1	3,55	5,76	5,62	2,97	10,11	7,73	7,91	6,23	6,53
Plomo	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Potencial Redox	mV	196	159	210	134	185	191	209	193	146	179	218	141	179
Sulfuro	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	39	2	<1	<1	<1
Zinc	mg/kg	113	678	145	107	108	127	126	12	175	111	327	102	18

Tabla 2.5-101. Resultados para los Analitos Bajo el Nivel de Detección (LD) del Ensayo de Laboratorio. Sector km 14

Analito	Unidad (base seca)	LD
Cadmio	mg/kg	<0,2
Cromo hexavalente	mg/kg	<5
Hidrocarburos totales	mg/kg	<1
Mercurio	mg/kg	<0,01
Plomo	mg/kg	<0,2

- **Análisis de las Especies Químicas sobre el Límite de Detección**

Metales en Sedimentos

El segundo grupo de muestras incluyo a los metales Cobre (Cu), Cromo total (Cr), Hierro (Fe), Plomo (Pb) y Zinc (Zn). Las concentraciones para cada uno de ellos y por estación de muestreo se presentan en la Tabla 2.5-102 y los resultados estadísticos básicos de los valores mínimos, máximos, promedios, desviación estándar (D.S.), porcentaje de desviación respecto de la D.S. y el *n* muestral se presentan en la Tabla 2.5-103.

El análisis por metal indica que en el caso del elemento Cu, el rango de distribución para todo el conjunto de datos fue de 7,62 a 96,3 mg/kg, promedio 54 ± 28 mg/kg (*n*=13), con una dispersión en los datos respecto del valor central de 51,85%. La concentración de este metal de acuerdo con las directrices de EE.UU. y Canadá sobrepasó el nivel considerado basal (25 mg/kg) y serían de riesgo para la biota marina, con la sola excepción de las estaciones V8 (10,8 mg/kg) y V13 (7,62 mg/kg), y levemente sobre este valor en la estación V10 (28,5 mg/kg).

Desde el punto de vista ecotoxicológico y de acuerdo con los valores indicados en la Tabla 2.5-99 para el T_{20} de este metal (32 mg/kg), desde las estaciones V1 a la V7, V9, V11 y V12, los valores de concentración tendrían efectos tóxicos para la biota marina, debido a que, en general, los contenidos fueron superiores a los 40 mg/kg.

El elemento Cromo total presentó un rango de concentración de 13 a 38 mg/kg, promedio $25,13 \pm 7,49$ mg/kg (*n*=13), con una variabilidad del 29,79%. Respecto de los valores basales indicados por la NOAA (*i.e.* 7 a 13 mg/kg) la concentración de este metal estuvo sobre los niveles referenciales, es decir, 7 a 13 mg/kg (Tabla 2.5-99). Desde el punto de vista ecotoxicológico se considera que el nivel crítico para la biota marina o T_{20} es de 49 mg/kg, este nivel de referencia indica que el sector no presentó concentraciones de Cr ecológicamente importantes, aunque si más altas que los niveles basales a nivel mundial.

Tabla 2.5-102. Resultados Analíticos para las Especies Químicas sobre el LD del Método de Ensayo. Sector km 14

Estación	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Fe (%)	Mo (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Redox (mV)	Sulfuro (mg/kg)	HAP (mg/kg)	MOT (%)
V1	69,3	31,1	7,18	5,37	8,57	113	196	<1	0,02	2,01
V2	45,1	14,7	2,7	9,04	4,28	678	159	<1	<0,01	2,59
V3	75,3	38	5,63	6,56	15,6	145	210	<1	<0,01	2,10
V4	66,6	31,3	4,96	35,3	10,1	107	134	<1	<0,01	2,02
V5	80,7	17,9	4,59	15,9	3,55	108	185	<1	0,02	2,28
V6	96,3	18,9	6,21	35,3	5,76	127	191	<1	<0,01	1,84
V7	88,6	29	5,93	32,1	5,62	126	209	<1	0,01	1,77
V8	10,8	13	4,16	53,6	2,97	12	193	<1	<0,01	3,36
V9	43,3	28	4,42	<0,2	10,1	175	146	39	0,01	1,54
V10	28,5	21	3,79	<0,2	7,73	111	179	2	<0,01	1,65
V11	49,2	26	4,58	<0,2	7,91	327	218	<1	<0,01	1,38
V12	44,7	26	4,89	<0,2	6,23	102	141	<1	0,01	1,24
V13	7,62	31,8	4,98	37,8	6,53	18	179	<1	0,01	2,00

Tabla 2.5-103. Análisis Estadístico Básico de la Información Analítica de la Concentración de Metales en los Sedimentos del Sector km 14

Estadístico	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Fe (%)	Mo (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Mínimo	7,62	13	2,7	5,37	2,97	12
Máximo	96,3	38	7,18	53,6	15,6	678
Promedio	54,31	25,13	4,92	25,66	7,30	165
D.S.	28,16	7,49	1,14	16,97	3,36	172
%D.S.	51,85	29,79	23,12	66,12	46,02	103,91
n	13	13	13	9	13	13

El metal Hierro (Fe), expresado en % de materia seca, estuvo en el rango 2,7 a 7,18%, con un promedio de $4,92 \pm 1,14$ % (n=13). El porcentaje de variación respecto del valor promedio fue de 23,79%. La NOAA indica que los niveles basales de este metal deberían estar en el rango 0,99 a 1,8% (Tabla 2.5-99), por lo que el valor promedio medido para este sector es aproximadamente 2,7 veces el valor basal máximo. No obstante esto, la misma agencia ambiental indica que los valores considerados de importancia ambiental deberían ser mayores de 22%, por lo que aún es posible indicar que los medidos en el sector km 14 no tienen una gran relevancia ecotoxicológica.

El elemento Mo osciló entre 5,37 a 53,6 mg/kg, promedio $25,66 \pm 16,97$ mg/kg (n=8), con una variabilidad del 66,12% para todo el conjunto de datos. Respecto del ambiente marino, este metal no es considerado como relevante para efectos ecotoxicológicos.

Por su parte, el elemento Ni presentó un rango de concentración de 2,97 a 15,6 mg/kg, promedio $7,30 \pm 3,36$ mg/kg (n=13) (Tabla 2.5-103) y un porcentaje de dispersión respecto del

valor central de 46,02 %. Respecto del nivel basal indicado por la NOAA (Tabla 2.5-99), es decir, 9,9 mg/kg, el valor promedio medido en la zona estuvo por sobre éste. Desde el punto de vista ecotoxicológico, el T_{20} de este elemento es 15 mg/kg, por lo que los niveles de concentración de Cr en el sistema estuvieron muy cercanos a este valor; siendo sobrepasado levemente sólo en la estación V3 con 15,6 mg/kg. En el resto de las estaciones los valores de concentración fueron prácticamente todos menores de 10 mg/kg (Tabla 2.5-102).

El elemento Zn presentó la mayor variabilidad entre estaciones (Tabla 2.5-102 y Tabla 2.5-103) con un rango de 12 a 678 mg/kg, promedio 165 ± 172 mg/kg ($n=13$) y con la variabilidad más alta medida para este conjunto de datos ambientales y que fue de 103,91%. Este rango de distribución cuantitativa presenta una diferencia de 56,5 mg/kg entre ambos extremos de la distribución.

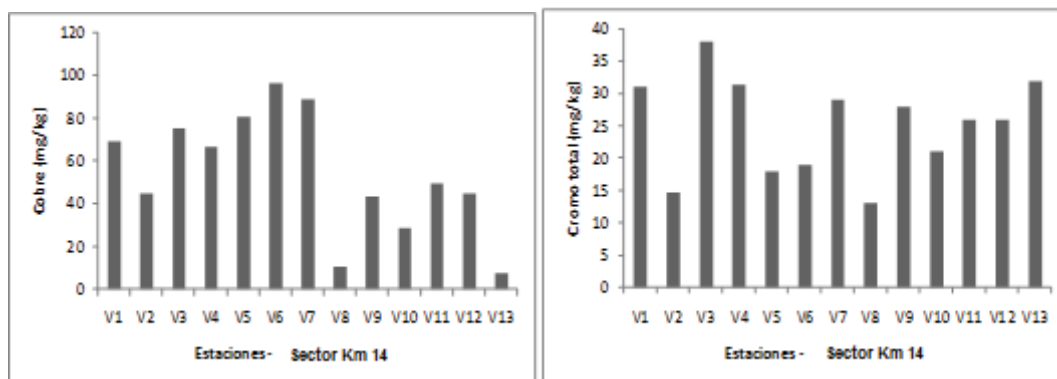
En el contexto ecotoxicológico y si se asume un valor de T_{20} de 94 mg/kg (Tabla 2.5-99), es posible indicar que el promedio de concentración del Zn estuvo sobre el valor ambientalmente relevante para el ecosistema y el detalle por estación indica que las estaciones V1 a V7 y V9 a V12 presentaron concentraciones superiores a 100 mg/kg, muy por sobre este valor de referencia.

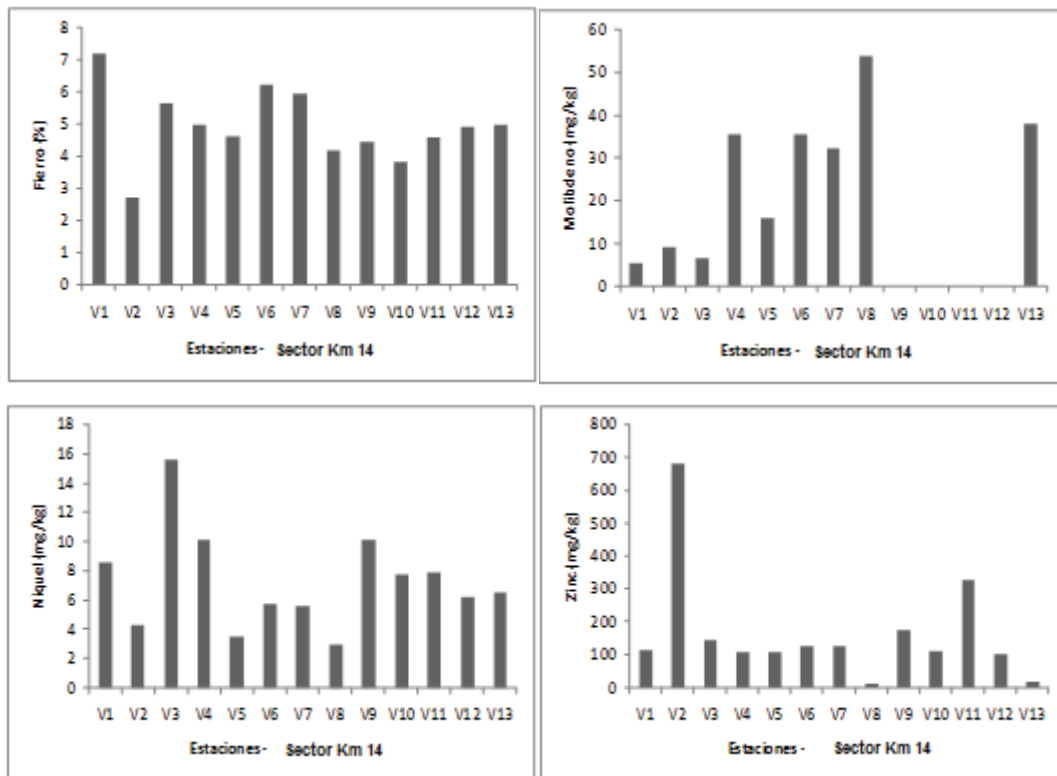
La distribución espacial de la concentración de los metales analizados (Figura 2.5-49), indica que en el caso del Cu éste presentó la tendencia a disminuir en las estaciones V8 a la V13, con valores de concentración inferiores a 50 mg/kg, mientras que en las estaciones V1 a V7 éstas fueron mayores a 50 mg/kg. En el caso del Cr y Fe, estos no presentaron una distribución diferenciada en el sector.

El elemento Mo presentó una distribución segregada, localizándose las concentraciones más altas en las estaciones V4 a la V8 y V13, con valores mayores de 10 mg/kg y hasta menores de 60 mg/kg. En las estaciones V1 a la V3 este metal estuvo en concentraciones menores de 10 mg/kg, y desapareció del registro, es decir, concentraciones menores a 0,2 mg/kg, en las estaciones V9 a V12.

En el caso del Ni, éste presentó concentraciones cercanas a 16 mg/kg sólo en la estación V3, mientras que la tendencia general fue de valores inferiores a 10 mg/kg en el resto de las estaciones, con las menores agregaciones en las estaciones V2 y V5 a V8.

Figura 2.5-49. Distribución por Estación de la Concentración de Cu, Cr, Fe, Mo Ni y Zn en los Sedimentos del Sector km 14





Análisis de Otras Variables Químicas

Además del análisis de los metales señalados en la sección anterior, se cuantificó la magnitud y concentración de otras variables que incluyeron: potencial redox (redox) (mV), sulfuro (mg/kg), hidrocarburos aromáticos policíclicos (o polinucleares) (HAP) (mg/kg) y la materia orgánica total (MOT) (%), resultados que se presentan en la Tabla 2.5-104 y Figura 2.5-50.

Los registros del potencial de óxido-reducción indican que el rango de esta variable estuvo entre 134 a 218 mV, promedio 180 ± 27 mV (n=13), con una variación respecto del valor promedio del 15,21 %. Se observa que en todos los casos el Eh es positivo y de magnitud media. Si se consideran los rangos de potencial redox para la utilización de aceptores alternos de electrones (+600 a +350 mV para el oxígeno y -300 a +150 mV para el NO_3^- , de acuerdo a Atlas & Bartha, 1993) y el promedio de 180 ± 27 mV para los sedimentos estudiados, se estaría utilizando parcialmente como último aceptor de electrones el oxígeno.

En tanto, la concentración de sulfuro en las muestras sólo se detectó en dos estaciones, en las estaciones V9 y V10, en las que la concentración de este analito varió entre 39 y 2 mg/kg, respectivamente. El promedio para este rango fue de 21 mg/kg y las otras variables estadísticas no fueron calculadas debido al bajo número de muestras.

En cuanto a los hidrocarburos aromáticos policíclicos, los valores de concentración informados por el laboratorio certificado indican que el rango de éstos fue de 0,01 a 0,020 mg/kg, promedio $0,013 \pm 0,005$, con un 38,73% de variabilidad respecto del valor central. La cercanía del valor promedio y del LD (<0,010 mg/kg) del método de ensayo indican que la incertidumbre sobre la calidad de los datos es muy alta, por lo que en general podría decirse que los HAP no exhibieron valores de concentración analíticamente confiables.

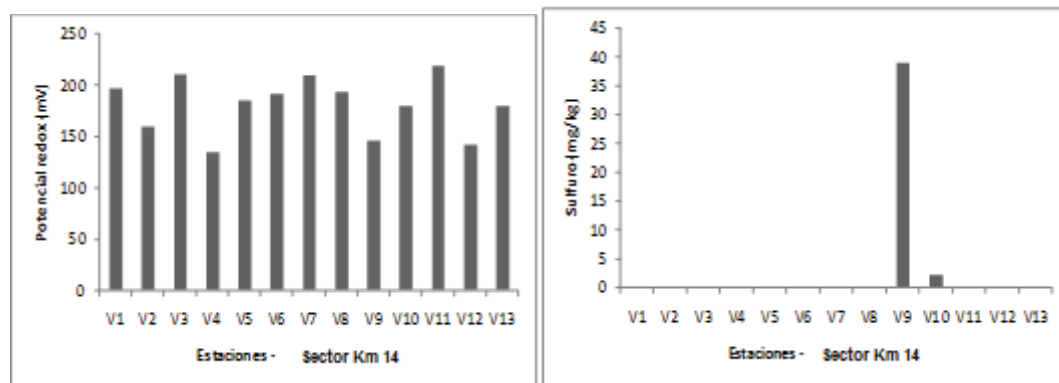
La MOT en todas las estaciones estuvo en el rango 1,24 a 3,36 %, promedio $1,98 \pm 0,55$ % (n=13), con una variabilidad respecto del nivel promedio de 27,84%. De este conjunto de datos, en la estación V8 se localizó la concentración más alta de este analito con 3,36%, mientras que en el resto de las estaciones los valores fueron levemente superiores a 2%. De cualquier modo, los valores hallados se encuentran lejos de zonas altamente alteradas por MOT, como Bahía San Vicente, donde se han informado contenidos promedios de 16,82% (Ahumada, 1992), o en el rango de 3,36 a 19,11% (Ahumada, 1994).

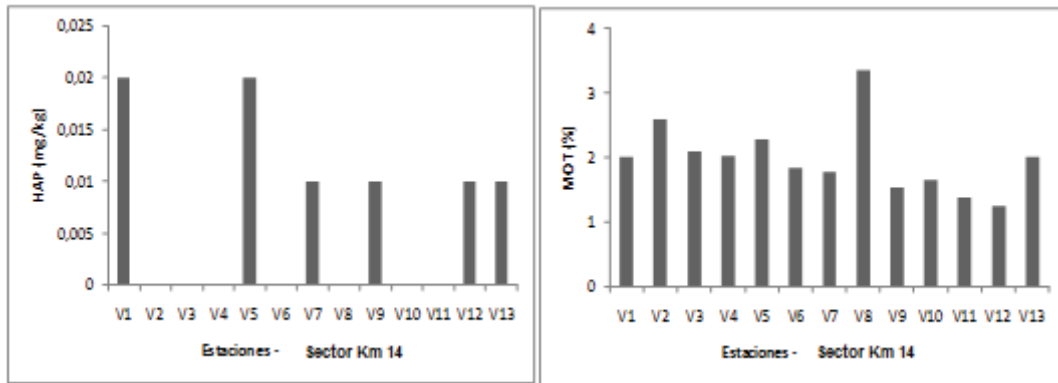
El análisis cualitativo de la distribución de las variables por estación (Figura 2.5-50) indica que los registros del potencial redox tuvieron un comportamiento aleatorio en todas las estaciones muestreadas. La única otra variable de importancia en este conjunto de datos es la MOT que, al igual que el redox, no tuvo una distribución espacial con algún tipo de segregación característica.

Tabla 2.5-104. Magnitud y Concentración del Potencial edox (mV), Sulfuro (mg/kg), HAP y MOT en Sedimentos Sector km 14

Estadístico	Redox (mV)	Sulfuro (mg/kg)	HAP (mg/kg)	MOT(%)
Mínimo	134	2	0,01	1,24
Máximo	218	39	0,02	3,36
Promedio	180	21	0,013	1,98
D.S	27		0,005	0,55
%D.S	15,21		38,73	27,84
n	13	2	6	13

Figura 2.5-50. Distribución por Estación de la Concentración del Potencial Redox (mV), Sulfuro, HAP y MOT (mg/Kg) en los Sedimentos del Sector km 14





Campaña Verano

Los resultados analíticos obtenidos para la matriz de sedimento submareal en el sector donde se emplazarán las obras marinas, obtenidos durante la campaña de verano, se presentan en la Tabla 2.5-105. El análisis global de la información indica que, y al igual que para la matriz de agua de mar, el conjunto de la información es posible dividirla en dos grandes grupos: aquellas especies químicas que estuvieron bajo el límite detección (LD) del ensayo respectivo y las que pudieron ser cuantificadas ya que la concentración era superior al LD del método analítico.

Debe ser indicado que en la estación CV-5 no se obtuvo muestra de sedimento debido a la presencia de sustrato rocoso.

Tabla 2.5-105. Resultados Analíticos de la Concentración de los Metales Cd, Cu, Cr total y VI, Fe, Mo, Ni, Pb, Zn, Hg, además de los Hidrocarburos Totales, HAP, Sulfuros (mg/kg, base seca), Potencial Redox (mV), Fe y MOT (%).Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Analito	Unidad (peso seco)	Estación												
		CV-1	CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CV-6	CV-7	CV-8	CV-9	CV-10	CV-11	CV-12	CV-13
Cadmio	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	ND	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cobre	mg/kg	23,7	42,8	30,8	31,9	ND	56,1	47,4	18,9	37,2	32,5	40,5	34,5	38,1
Cromo total	mg/kg	16	50	32	26	ND	41	24	13	38	45	41	65	50
Cromo VI	mg/kg	<5	<5	<5	<5	ND	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Hierro	%	2,06	2,17	1,99	1,43	ND	1,56	1,65	1,06	1,15	1,53	1,64	2,05	2,2
Hidrocarburos totales	mg/kg	<1	<1	<1	<1	ND	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HAP	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	ND	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Materia orgánica total	%	2,22	2,75	2,12	1,83	ND	1,28	1,68	2,6	3,59	2,37	1,45	1,83	1,52
Mercurio	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	ND	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Molibdeno	mg/kg	11,8	14,6	9,67	6,13	ND	5,99	2,85	3,83	3,57	4,57	3,78	8,19	7,78
Níquel	mg/kg	2,315	5,43	5,44	3,92	ND	2,83	3,1	2,79	6,89	3,16	5,35	4,35	5,41
Plomo	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	ND	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Redox	mV	115	141	110	70	ND	110	132	116	104	73	126	127	135
Sulfuro	mg/kg	<1	<1	<1	<1	ND	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zinc	mg/kg	35,6	72,8	59,6	63,2	ND	66,8	86,2	78,1	78,4	52,1	75,6	62,7	74,1

ND= No determinado (sustrato rocoso).

El análisis detallado de cada grupo de muestras se presenta a continuación:

- **Análisis de las Especies Químicas bajo el Límite de Detección (LD)**

Metales en Sedimentos

Los metales que estuvieron bajo el LD del método de ensayo químico se detallan en la Tabla 2.5-106 y correspondieron a los metales cadmio (Cd) (LD <0,2 mg/kg), cromo hexavalente (Cr VI) (LD <5 mg/kg), mercurio (Hg) (LD <0,01 mg/kg) y plomo (Pb) (LD <0,2 mg/kg), el ión inorgánico sulfuro (LD <1 mg/kg) y los compuestos orgánicos hidrocarburos totales (LD <1 mg/kg) e hidrocarburos aromáticos polinucleares (LD <0,01 mg/kg).

Las magnitudes de los respectivos LD de los ensayos analíticos descritas anteriormente, indican que desde el punto de vista ambiental las concentraciones de estos metales, junto a los sulfuros e hidrocarburos totales y aromáticos polinucleares, no deberían ser consideradas como importantes desde el punto de vista de su efecto sobre la salud humana y la biota marina. Esto queda refrendado, en el caso de los metales pesados, al comparar los LD del cadmio, el mercurio y el plomo, los cuales estarían en los rangos o bajo los niveles basales (Cd y Pb) o en el rango del T₂₀ (Hg).

Tabla 2.5-106. Resultados para los Analitos Bajo el Nivel de Detección (LD) del Ensayo de Laboratorio. Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

Analito	Unidad	LD
Cadmio	mg/kg	<0,2
Cromo VI	mg/kg	<5
Hidrocarburos totales	mg/kg	<1
HAP	mg/kg	<0,01
Mercurio	mg/kg	<0,2
Plomo	mg/kg	<0,2
Sulfuro	mg/kg	<1

- **Análisis de las Especies Químicas sobre el Límite de Detección**

Metales en Sedimentos

En el segundo grupo de muestras que corresponde a los metales que estuvieron sobre el LD de los métodos, se hallarían el cobre (Cu), cromo total (Cr), hierro (Fe), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y zinc (Zn). Las concentraciones para cada uno de ellos y por estación de muestreo se presentan en la Tabla 2.5-107 y Figura 2.5-51 y los resultados estadísticos básicos de los valores mínimos, máximos, promedios, desviación estándar (D.S.), porcentaje de desviación respecto de la D.S. y el *n* muestral se presentan en la Tabla 2.5-108.

El análisis por metal indica que en el caso del elemento Cu, el rango de distribución para todo el conjunto de datos fue de 18,9 a 56,1 mg/kg, promedio 36,2 ± 10,04 mg/kg (n=12), con una dispersión en los datos respecto del valor central de 27,72% (Tabla 2.5-108, Figura 2.5-51). La concentración de este metal de acuerdo con las directrices de EE.UU. y Canadá sobrepasó el nivel considerado basal por la NOAA (10-25 mg/kg). Desde el punto de vista ecotoxicológico y de acuerdo con los valores indicados en la Tabla 2.5-108 para el T₂₀ de este metal (*i.e.* 32

mg/kg), el promedio global medido para este metal es superior al nivel considerado tóxico para algunos organismos de los sedimentos marinos.

El elemento Cromo total presentó un rango de concentración de 13 a 65 mg/kg, promedio $37 \pm 15,23$ mg/kg (n=12), con una variabilidad del 41,43% (Tabla 2.5-108, Figura 2.5-51). Respecto de los valores basales indicados por la NOAA (*i.e.* 7 a 13 mg/kg) la concentración de este metal estuvo sobre los niveles referenciales (Tabla 2.5-108). Desde el punto de vista ecotoxicológico, se considera que el nivel crítico para la biota marina, o T_{20} , es de 49 mg/kg, por lo tanto el promedio general medido para el sector no representa concentraciones de Cr ecológicamente importantes, aunque si más altas que los niveles basales a nivel mundial.

El metal Hierro (Fe), expresado en % de materia seca, estuvo en el rango 1,06 a 2,2%, con un promedio de $1,71 \pm 0,39$ % (n=12) (Tabla 2.5-108, Figura 2.5-51). El porcentaje de variación respecto del valor promedio fue de 22,65%. La NOAA indica que los niveles basales de este metal deberían estar en el rango 0,99 a 1,8% (Tabla 2.5-99), por lo que el promedio medido estaría dentro del rango mencionado. Desde el punto de vista la misma agencia ambiental indica que los valores considerados de importancia ambiental deberían ser mayores de 22%, por lo que es posible indicar que los valores medidos en el sector de estudio no tienen relevancia ecotoxicológica en esta campaña de verano.

El elemento Zn presentó valores de concentración en el rango 18,4 a 86,2 mg/kg, promedio $62,1 \pm 19,12$ mg/kg (n=12) y la variabilidad de los datos respecto del valor promedio fue de 30,78% (Tabla 2.5-108, Figura 2.5-51). En el contexto ecotoxicológico y si se asume un valor de T_{20} de 94 mg/kg (Tabla 2.5-99), es posible indicar que el promedio de concentración del Zn estuvo bajo este valor ambientalmente relevante para el ecosistema.

El elemento Mo osciló entre 2,85 a 14,6 mg/kg, promedio $6,90 \pm 3,65$ mg/kg (n=12), con una variabilidad del 52,99% para todo el conjunto de datos (Tabla 2.5-108, Figura 2.5-51). Respecto del ambiente marino, este metal no es considerado como relevante para efectos ecotoxicológicos y la NOAA tampoco indica valores referenciales.

Por su parte, el elemento Ni presentó un rango de concentración de 2,31 a 6,89 mg/kg, promedio $4,25 \pm 1,44$ mg/kg (n=12) (Tabla 2.5-108, Figura 2.5-51) y un porcentaje de dispersión respecto del valor central de 33,94 %. Respecto del nivel basal indicado por la NOAA (Tabla 2.5-99), es decir, 9,9 mg/kg, el valor promedio medido en la zona estuvo bajo este nivel. Desde el punto de vista ecotoxicológico el T_{20} de este elemento es 15 mg/kg, por lo que la concentración de este analito estuvo bajo el nivel considerado peligroso para la biota marina.

Tabla 2.5-107. Resultados Analíticos para las Especies Químicas sobre el LD del Método de Ensayo. Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

Estación	Cu	Cr total	Fe	Zn	Mo	Ni	MOT	Redox
CV1	23,7	16	2,06	35,6	11,8	2,31	2,22	115
CV2	42,8	50	2,17	72,8	14,6	5,43	2,75	141
CV3	30,8	32	1,99	59,6	9,67	5,44	2,12	110
CV4	31,9	26	1,43	63,2	6,13	3,92	1,83	70
CV5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CV6	56,1	41	1,56	66,8	5,99	2,83	1,28	110
CV7	47,4	24	1,65	86,2	2,85	3,1	1,68	132
CV8	18,9	13	1,06	78,1	3,83	2,79	2,6	116

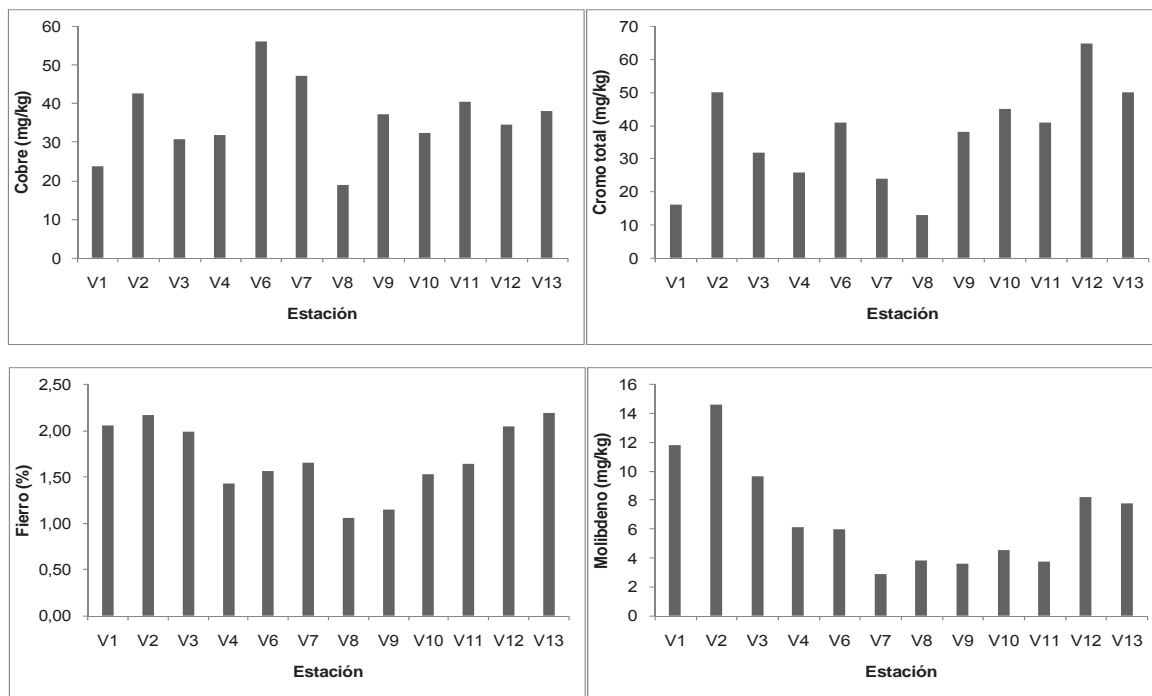
Estación	Cu	Cr total	Fe	Zn	Mo	Ni	MOT	Redox
CV9	37,2	38	1,15	18,4	3,57	6,89	3,59	104
CV10	32,5	45	1,53	52,1	4,57	3,16	2,37	73
CV11	40,5	41	1,64	75,6	3,78	5,35	1,45	126
CV12	34,5	65	2,05	62,7	8,19	4,35	1,83	127
CV13	38,1	50	2,2	74,1	7,78	5,41	1,52	135

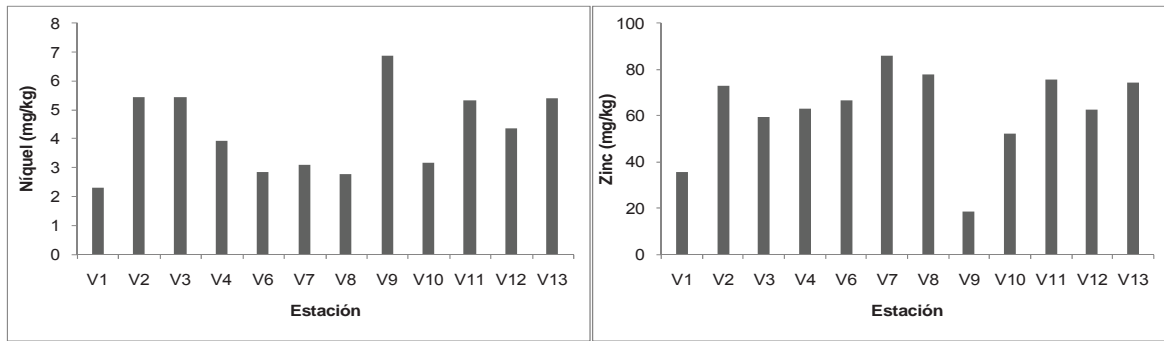
ND= No determinado (sustrato rocoso).

Tabla 2.5-108. Análisis Estadístico Básico de la Información Analítica de la Concentración de Metales en los Sedimentos el Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

Estadístico	Cu	Cr total	Fe	Zn	Mo	Ni
Mínimo	18,9	13	1,06	18,4	2,85	2,31
Máximo	56,1	65	2,2	86,2	14,6	6,89
Promedio	36,2	37	1,71	62,1	6,90	4,25
Desv. Estándar	10,04	15,23	0,39	19,12	3,65	1,44
% D.S.	27,72	41,43	22,65	30,78	52,99	33,94
N	12	12	12	12	12	12

Figura 2.5-51. Distribución por Estación de la Concentración de Cu, Cr, Fe, Mo Ni y Zn en los Sedimentos del Sector km 14. Campaña de Verano 2012





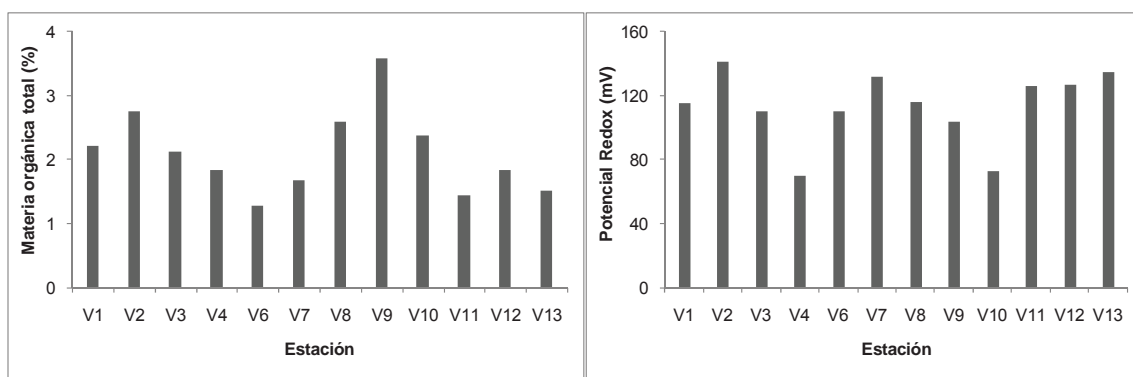
Análisis de Otras Variables Químicas

Además del análisis de los metales señalados en la sección anterior, se cuantificó la magnitud y concentración de otras variables que incluyeron: potencial redox (redox) (mV) y la materia orgánica total (MOT) (%) y los resultados se presentan en la Tabla 2.5-109 y Figura 2.5-52.

Tabla 2.5-109. Análisis Estadístico Básico de la Concentración de Materia Orgánica Total (MOT) (%) y Potencial Redox (mV). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Estadístico	MOT	Redox
Mínimo	1,28	70
Máximo	3,59	141
Promedio	2,10	113,25
Desv. Estándar	0,66	22,47
% D.S.	31,19	19,84
n	12	12

Figura 2.5-52. Distribución por Estación de la Materia Orgánica Total (%) y el Potencial Redox (mV) en los Sedimentos del Sector km 14. Campaña de Verano de 2012



La MOT en todas las estaciones estuvo en el rango 1,28 a 3,59 %, promedio $2,10 \pm 0,66$ % (n=12), con una variabilidad respecto del nivel promedio de 31,19%. El rango de concentración cuantificado para el sector en estudio, se encuentran lejos de zonas altamente alteradas por

MOT, como Bahía San Vicente, donde se han informado contenidos promedios de 16,82% (Ahumada, 1992), y bajo en el rango de 3,36 a 19,11% (Ahumada, 1994). Vale la pena mencionar que la “Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario”, Canadá, indica que el valor LEL (Nivel de Efecto Menor) para COT (Carbono Total Activo) en sedimentos sería de 1% y para el valor SEL (Nivel de Efecto Severo) de 10%. Si se considera la conversión sugerida por Hernández *et al.* (2008) entre COT y MOT, estas concentraciones serían de 1,72 y 17,2% de MOT para LEL y SEL, respectivamente. En este contexto, las concentraciones halladas en los sedimentos del sector en estudio, serían inferiores al valor LEL, descartando alteración de los mismos por MOT.

Los registros del potencial de óxido-reducción indican, en tanto, que el rango de esta variable estuvo entre 70 a 141 mV, promedio $113,25 \pm 22,47$ mV (n=12), con una variación porcentual respecto del valor promedio del 22,47 %. Se observa que en todos los casos el Eh es positivo y de magnitud media. Si se consideran los rangos de potencial redox para la utilización de aceptores alternos de electrones (+600 a +350 mV para el oxígeno y -300 a +150 mV para el NO_3^- (Atlas & Bartha, 1993)), el promedio de redox medido en los sedimentos del sector donde se emplazarán las obras marinas, indicarían que se estaría utilizando como último aceptor de electrones el oxígeno, teniendo por tanto sedimentos bien aerobios (Gray & Elliott, 2009).

El análisis cualitativo de la distribución de las variables por estación (Figura 2.5-52) indica que los registros del potencial redox y la MOT tuvieron un comportamiento aleatorio en todas las estaciones muestreadas, sin hallarse un patrón relacionado, por ejemplo, con los tipos sedimentarios o con la distancia a la costa (profundidades).

Campaña Otoño

Los resultados analíticos obtenidos para la matriz de sedimento submareal en el sector donde se emplazarán las obras marinas, durante la campaña de otoño, se presentan en la Tabla 2.5-110. El análisis global de la información indica que, y al igual que para la matriz de agua de mar, el conjunto de la información es posible dividirla en dos grandes grupos: aquellas especies químicas que estuvieron bajo el límite de detección (LD) del ensayo respectivo y las que pudieron ser cuantificadas ya que la concentración era superior al LD del método analítico.

Tabla 2.5-110. Resultados Analíticos de la Concentración de los Metales Cd, Cu, Cr Total y VI, Fe, Mo, Ni, Pb, Zn, Hg, además de los Hidrocarburos Totales, HAP, Sulfuros (mg/kg, Base Seca), Potencial Redox (mV) y MOT (%). Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Analito	Unidad (peso seco)	Estación							
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Cadmio	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cobre	mg/kg	17,8	16,9	14,4	12,6	16,6	10,3	154	22,5
Cromo total	mg/kg	36	27	48	54	38	56	42	42
Cromo VI	mg/kg	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Hierro	%	4,25	7,25	5,32	4,42	7,60	1,10	4,75	1,77
Hidrocarburos totales	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HAP	mg/kg	<0,01	--	<0,01	--	<0,01	--	<0,01	--
Materia orgánica total	%	1,46	1,39	1,61	1,94	1,63	2,29	1,86	2,84
Mercurio	mg/kg	0,649	1,09	1,16	1,47	0,924	0,236	0,466	< 0,2

Analito	Unidad (peso seco)	Estación							
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Molibdeno	mg/kg	1,85	< 0,2	< 0,2	0,843	< 0,2	4,18	0,518	2,53
Níquel	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Plomo	mg/kg	0,722	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,868	< 0,2	< 0,2	0,836
Redox	mg/kg	90	120	135	110	105	130	105	110
Sulfuro	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zinc	mg/kg	9,71	14,4	8,34	8,01	14,7	7,01	20,8	9,67

El análisis detallado de cada grupo de muestras se presenta a continuación:

- **Análisis de las Especies Químicas bajo el Límite de Detección (LD)**

Metales en Sedimentos

Los metales que estuvieron bajo el LD del método de ensayo químico se detallan en la Tabla 2.5-111 y correspondieron a los metales cadmio (Cd) (LD <0,2 mg/kg), cromo hexavalente (Cr VI) (LD <5 mg/kg) y níquel (Ni) (LD <0,2 mg/kg), el ión inorgánico sulfuro (LD <1 mg/kg) y los compuestos orgánicos hidrocarburos totales (LD <1 mg/kg) e hidrocarburos aromáticos polinucleares (LD <0,01 mg/kg).

Las magnitudes de los respectivos LD de los ensayos analíticos descritas anteriormente, indican que, desde el punto de vista ambiental, las concentraciones de estos metales, junto a los sulfuros e hidrocarburos totales y aromáticos polinucleares, no deberían ser consideradas como importantes desde el punto de vista de su efecto sobre la salud humana y la biota marina. Esto queda refrendado, en el caso de los metales pesados, al comparar los LD del cadmio y el níquel, los cuales estarían en los rangos o bajo los niveles basales Cadmio y Níquel (Cd y Ni) o en el rango del T₂₀ (Ni).

Tabla 2.5-111. Resultados para los Analitos Bajo el Nivel de Detección (LD) del Ensayo de Laboratorio. Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012

Analito	Unidad	LD
Cadmio	mg/kg	<0,2
Cromo VI	mg/kg	<5
Hidrocarburos totales	mg/kg	<1
HAP	mg/kg	<0,01
Níquel	mg/kg	<0,2
Sulfuro	mg/kg	<1

- **Análisis de las Especies Químicas sobre el Límite de Detección**

Metales en Sedimentos

En el segundo grupo de muestras que corresponde a los metales que estuvieron sobre el LD de los métodos, se hallarían el cobre (Cu), cromo total (Cr), mercurio (Hg), hierro (Fe), molibdeno (Mo), plomo (Pb) y zinc (Zn). Las concentraciones para cada uno de ellos, para Otoño, se presentan en la Tabla 2.5-112 y Figura 2.5-53 y los resultados estadísticos básicos de los valores mínimos, máximos, promedios, desviación estándar (D.S.), porcentaje de desviación respecto de la D.S. y el n muestral se presentan en la Tabla 2.5-113.

El análisis por metal indica que en el caso del elemento Cu, el rango de distribución para todo el conjunto de datos fue de 10,3 a 154,0 mg/kg, promedio $33,1 \pm 49,0$ mg/kg ($n=8$), con una dispersión en los datos respecto del valor central de 147,8% (Tabla 2.5-113, Figura 2.5-53). La concentración de este metal de acuerdo con las directrices de EE.UU. y Canadá sobrepasó el nivel considerado basal por la NOAA (10-25 mg/kg). Desde el punto de vista ecotoxicológico y de acuerdo con los valores indicados en la Tabla 2.5-99 para el T_{20} de este metal (*i.e.* 32 mg/kg), el promedio global medido para este metal en el sector km 14 es superior al nivel considerado tóxico para algunos organismos de los sedimentos marinos.

El elemento Cromo total presentó un rango de concentración de 27 a 56 mg/kg, promedio $43 \pm 10,0$ mg/kg ($n=8$), con una variabilidad del 22,4% (Tabla 2.5-113, Figura 2.5-53). Respecto de los valores basales indicados por la NOAA (*i.e.* 7 a 13 mg/kg) la concentración de este metal estuvo sobre los niveles referenciales (Tabla 2.5-99). Desde el punto de vista ecotoxicológico se considera que el nivel crítico para la biota marina, o T_{20} , es de 49 mg/kg, por lo tanto el promedio general medido para el sector no representa concentraciones de Cr ecológicamente importantes, aunque si más altas que los niveles basales a nivel mundial.

El metal Hierro (Fe), expresado en % de materia seca, estuvo en el rango 1,10 a 7,2%, con un promedio de $4,56 \pm 2,30$ % ($n=8$) (Tabla 2.5-113, Figura 2.5-53). El porcentaje de variación respecto del valor promedio fue de 50,42%. La NOAA indica que los niveles basales de este metal deberían estar en el rango 0,99 a 1,8% (Tabla 2.5-99), por lo que el promedio medido estaría por sobre el rango mencionado. Desde el punto de vista la misma agencia ambiental indica que los valores considerados de importancia ambiental deberían ser mayores de 22%, por lo que es posible indicar que los valores medidos en el sector de estudio no tienen relevancia ecotoxicológica en esta campaña de otoño.

El elemento Zn presentó valores de concentración en el rango 7,01 a 20,8 mg/kg, promedio $11,6 \pm 4,7$ mg/kg ($n=8$) y la variabilidad de los datos respecto del valor promedio fue de 40,5% (Tabla 2.5-113, Figura 2.5-53). En el contexto ecotoxicológico y si se asume un valor de T_{20} de 94 mg/kg (Tabla 2.5-99), es posible indicar que el promedio de concentración del Zn estuvo bajo este valor ambientalmente relevante para el ecosistema.

El elemento Mo osciló entre <0,2 a 4,18 mg/kg, promedio $1,31 \pm 1,44$ mg/kg ($n=8$), con una variabilidad del 109,6% para todo el conjunto de datos (Tabla 2.5-113, Figura 2.5-53). Respecto del ambiente marino, este metal no es considerado como relevante para efectos ecotoxicológicos y la NOAA tampoco indica valores referenciales.

Por su parte, el elemento Pb presentó un rango de concentración de <0,2 a 0,868 mg/kg, promedio $0,428 \pm 0,318$ mg/kg ($n=8$) (Tabla 2.5-113, Figura 2.5-53) y un porcentaje de dispersión respecto del valor central de 74,2 %. Respecto del nivel basal indicado por la NOAA (Tabla 2.5-99), es decir, 4 - 17 mg/kg, el valor promedio medido en la zona estuvo bajo este

nivel. Desde el punto de vista ecotoxicológico el T_{20} de este elemento es 30 mg/kg, por lo que la concentración de este analito estuvo bajo el nivel considerado peligroso para la biota marina.

Por último, el elemento Hg presentó un rango de concentración de <0,2 a 1,47 mg/kg, promedio $0,77 \pm 0,46$ mg/kg ($n=8$), con una variabilidad del 59,5% (Tabla 2.5-113, Figura 2.5-53). Respecto de los valores de TEL y ERL indicados (*i.e.* 0,13 y 0,15 mg/kg, respectivamente) la concentración de este metal estuvo sobre los niveles referenciales (Tabla 2.5-99). Desde el punto de vista de efectos ambientales, las concentraciones establecen una condición bajo la cual se espera que efectos biológicos adversos ocurran raramente sobre la biota marina.

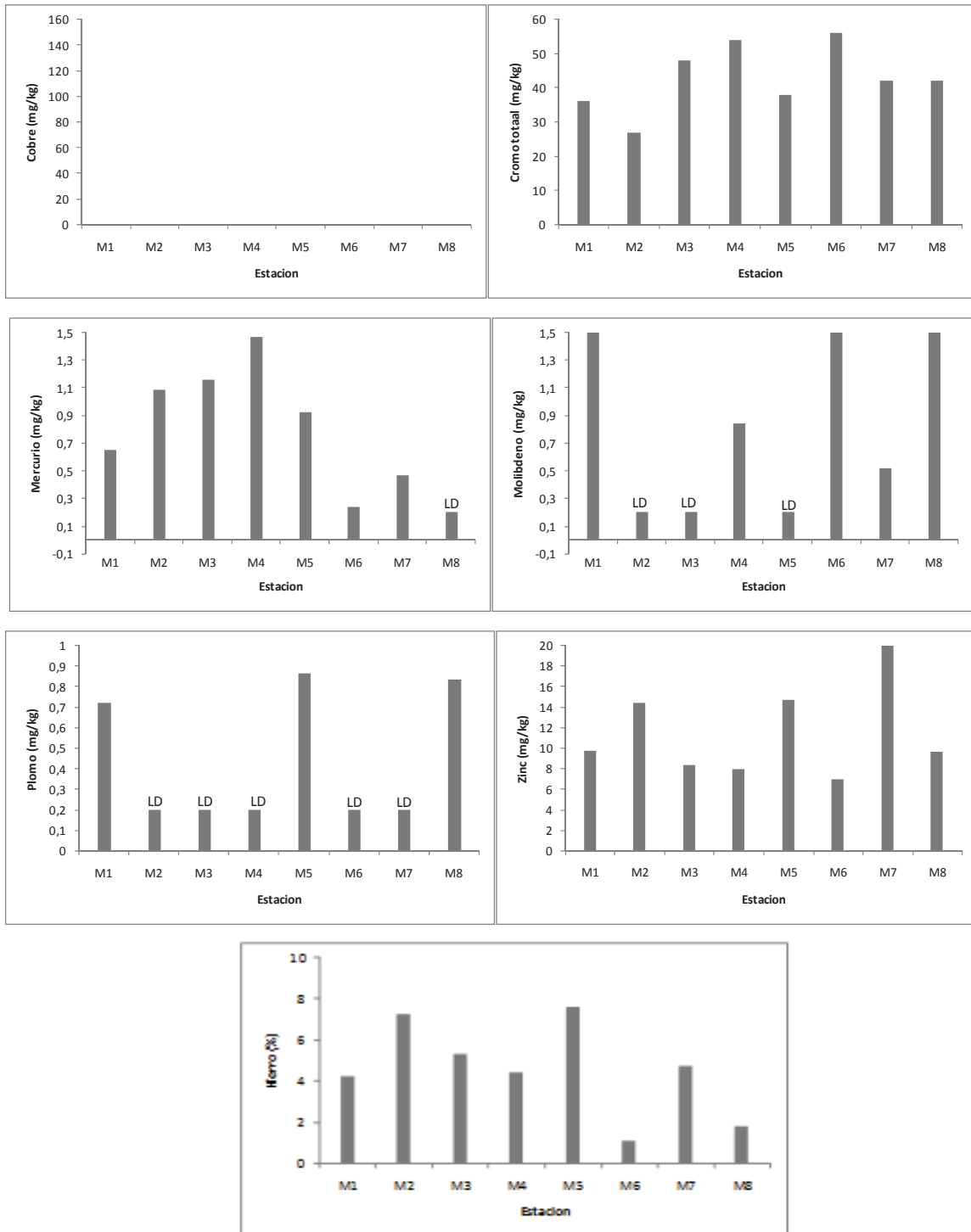
Tabla 2.5-112. Resultados Analíticos para las Especies Químicas sobre el LD del Método de Ensayo. Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012

Estación	Cu	Cr total	Fe	Hg	Mo	Pb	MOT	Zn	Redox
M1	17,8	36	4,25	0,649	1,85	0,722	1,46	9,71	90
M2	16,9	27	7,25	1,09	< 0,2	< 0,2	1,39	14,4	120
M3	14,4	48	5,32	1,16	< 0,2	< 0,2	1,61	8,34	135
M4	12,6	54	4,42	1,47	0,843	< 0,2	1,94	8,01	110
M5	16,6	38	7,60	0,924	< 0,2	0,868	1,63	14,7	105
M6	10,3	56	1,10	0,236	4,18	< 0,2	2,29	7,01	130
M7	154	42	4,75	0,466	0,518	< 0,2	1,86	20,8	105
M8	22,5	42	1,77	< 0,2	2,53	0,836	2,84	9,67	110

Tabla 2.5-113. Análisis Estadístico Básico de la Información Analítica de la Concentración de Metales en los Sedimentos el Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012

Estadístico	Cu	Cr total	Fe	Hg	Mo	Pb	Zn
Mínimo	10,3	27	1,10	<0,2	<0,2	<0,2	7,01
Máximo	22,5	56	7,60	1,47	4,18	0,868	20,8
Promedio	33,1	43	4,56	0,77	1,31	0,428	11,6
Desv. Estándar	49,0	10	2,30	0,46	1,44	0,318	4,7
% D.S.	147,8	22,4	50,4	59,5	109,6	74,2	40,5
n	8	8	8	8	8	8	8

Figura 2.5-53. Distribución por Estación de la Concentración de Cu, Cr, Fe, Hg, Mo, Pb y Zn en los Sedimentos del Sector km 14. Campaña de Otoño 2012



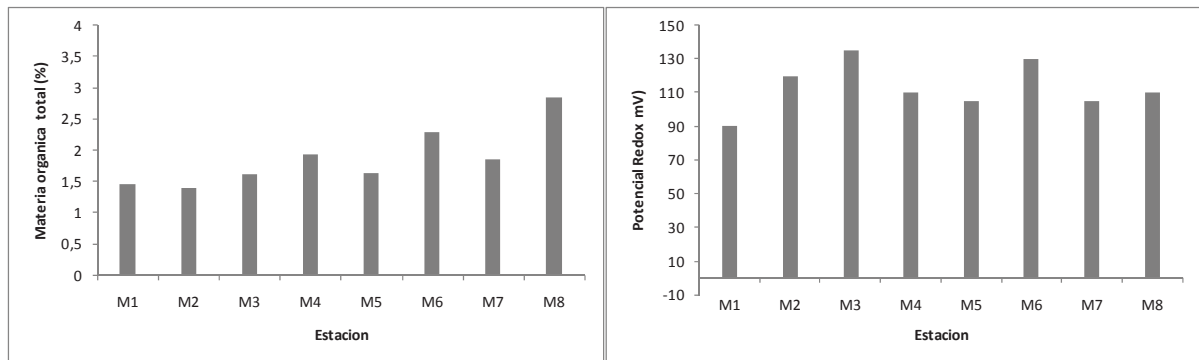
Análisis de Otras Variables Químicas

Manteniendo los análisis efectuados en las campañas anteriores, se cuantificó la magnitud y concentración de otras variables que incluyeron: potencial redox (redox) (mV) y la materia orgánica total (MOT) (%), cuyos resultados se presentan en la Tabla 2.5-114 y Figura 2.5-54.

Tabla 2.5-114. Análisis Estadístico Básico de la Concentración de Materia Orgánica Total (MOT) (%) y Potencial Redox (mV). Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Estadístico	MOT	Redox
Mínimo	1,39	90
Máximo	2,84	135
Promedio	1,88	113
Desv. Estándar	0,48	15
% D.S.	25,8	12,9
n	8	8

Figura 2.5-54. Distribución por Estación de la Materia Orgánica Total (%) y el Potencial Redox (mV) en los Sedimentos del Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012



La MOT en todas las estaciones estuvo en el rango 1,39 a 2,84 %, promedio $1,88 \pm 0,48$ % (n=8), con una variabilidad respecto del nivel promedio de 25,8%. El rango de concentración cuantificado para el sector norte del área de estudio y al igual que para las campañas anteriores, se encuentran lejos de zonas altamente alteradas por MOT, como Bahía San Vicente, donde se han informado contenidos promedios de 16,82% (Ahumada, 1992), y bajo en el rango de 3,36 a 19,11% (Ahumada, 1994). Otro antecedente otorgado por la "Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario", Canadá, indica que el valor LEL (Nivel de Efecto Menor) para COT en sedimentos sería de 1% y para el valor SEL (Nivel de Efecto Severo) de 10%. Si se considera la conversión sugerida por Hernández *et al.* (2008) entre COT y MOT, estas concentraciones serían de 1,72 y 17,2% de MOT para LEL y SEL, respectivamente. En este contexto, las concentraciones halladas en los sedimentos se mantendrían inferiores y cercanas al valor LEL, descartando alteración de los mismos por MOT.

Los registros del potencial de óxido-reducción indican, en tanto, que el rango de esta variable estuvo entre 90 a 135 mV, promedio 113 ± 15 mV (n=8), con una variación porcentual respecto del valor promedio del 12,9%. Se observa que en todos los casos el Eh es positivo y de

magnitud media. Si se consideran los rangos de potencial redox para la utilización de aceptores alternos de electrones (+600 a +350 mV para el oxígeno y -300 a +150 mV para el NO_3^- (Atlas & Bartha, 1993)), el promedio de redox medido en los sedimentos del área de estudio, indicarían que se estaría utilizando como último aceptor de electrones el oxígeno, teniendo por tanto sedimentos bien aerobios (Gray & Elliott, 2009).

El análisis cualitativo de la distribución de las variables por estación (Figura 2.5-54) indica que los registros del potencial redox y la MOT tuvieron un comportamiento aleatorio en todas las estaciones muestreadas, sin hallarse un patrón relacionado, por ejemplo, con los tipos sedimentarios o con la distancia a la costa (profundidades), tal como se observó en las campañas anteriores.

2.5.4.5. Estudios Meteo-Oceanográficos

2.5.4.5.1. Estudio de Mareas

2.5.4.5.1.1. Constituyentes Armónicos y Pronóstico de Mareas

Campaña Invierno

Como se aprecia en la Figura 2.5-55 (a), durante el período de mediciones se registraron tres sicigias y dos cuadraturas, fluctuando la marea entre 1,4 y 2,7 metros. En el análisis armónico realizado del período de mediciones (34,73 días) sobre un total de 10.003 registros cada 5 minutos, se obtuvo un total de 35 constituyentes armónicos (Tabla 2.5-115), que explican el 98,5% de la varianza original. De estas 35 constituyentes, las que más aportan en semiamplitud son: M_2 (35,04 cm); S_2 (13,01 cm); K_1 (10,15 cm); O_1 (8,15 cm) y la N_2 (8,04 cm).

Con los constituyentes obtenidos, se realizó el pronóstico de la marea (Figura 2.5-55(b)) para el período. Este pronóstico explica el 99,4% de la varianza y sus residuales (Figura 2.5-55(c)) fluctuaron entre -10,87 y 11,57 cm. Estos residuales muestran una variación probablemente debido a la influencia de las variaciones de presión atmosférica.

Figura 2.5-55. Registro del Sensor de Presión (dbar) convertido a Profundidad (m); b) Pronóstico de la Marea (m) del Período; y c) Residuales (cm). Tocopilla, Campaña de Invierno de 2011

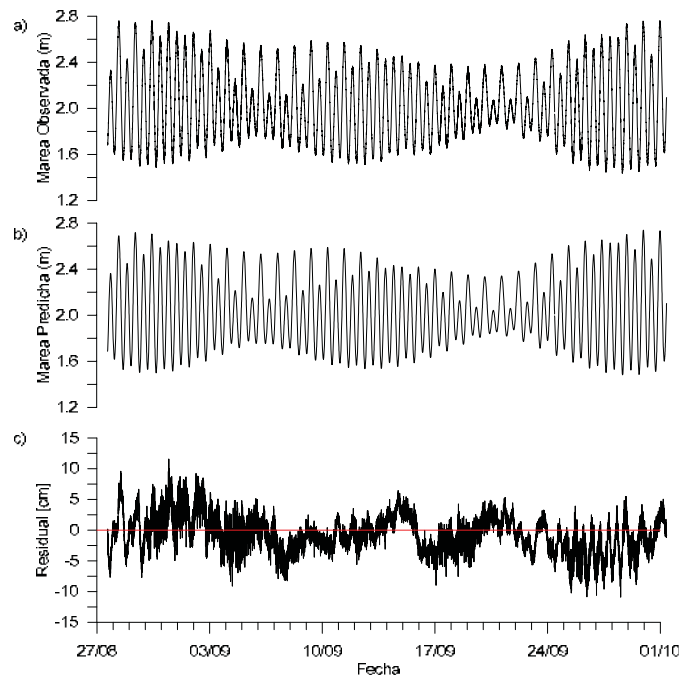


Tabla 2.5-115. Amplitud y Fase de las Constantes Armónicas, incluyendo sus Respectivos Errores. Las Constantes Armónicas con Asterisco son las Significativas de Acuerdo con el Análisis. Tocopilla, Campaña de Invierno de 2011

Constante	Frecuencia (cph)	Semi amplitud (m)	Amp. Error	Fase (°)	Fase Error	SNR
*MM	0,001512	0,0394	0,024	0,93	34,20	2,60
MSF	0,002822	0,0126	0,017	102,94	125,66	0,52
ALP1	0,034397	0,0043	0,004	272,58	58,45	1,40
*2Q1	0,035706	0,0057	0,004	311,78	39,00	2,10
*Q1	0,037219	0,0182	0,004	272,47	12,19	22,00
*O1	0,038731	0,0815	0,004	291,16	3,12	380,00
*NO1	0,040269	0,0144	0,003	315,53	13,37	22,00
*K1	0,041781	0,1015	0,004	339,86	2,30	580,00
J1	0,043293	0,0054	0,004	19,05	44,66	1,70
*OO1	0,044831	0,0077	0,004	43,80	27,29	3,30
UPS1	0,046343	0,0019	0,003	4,60	114,13	0,42
EPS2	0,076177	0,0045	0,004	205,91	54,31	1,40
*MU2	0,077690	0,0211	0,004	214,56	10,81	24,00
*N2	0,078999	0,0804	0,004	246,98	3,14	370,00
*M2	0,080511	0,3504	0,004	276,19	0,64	7000,00
L2	0,082024	0,0035	0,004	57,81	81,79	0,92

Constante	Frecuencia (cph)	Semiampplitud (m)	Amp. Error	Fase (°)	Fase Error	SNR
*S2	0,083333	0,1301	0,004	289,85	1,83	910,00
ETA2	0,085074	0,0007	0,003	240,87	200,58	0,06
*MO3	0,119242	0,0021	0,001	275,76	30,70	3,70
*M3	0,120767	0,0072	0,001	64,37	8,78	48,00
MK3	0,122292	0,0002	0,001	125,78	242,57	0,05
SK3	0,125114	0,0012	0,001	288,61	50,19	1,30
MN4	0,159511	0,0009	0,001	65,12	63,17	1,00
M4	0,161023	0,0013	0,001	89,52	39,74	2,00
SN4	0,162333	0,0005	0,001	53,65	116,57	0,34
MS4	0,163845	0,0009	0,001	215,08	63,71	1,20
S4	0,166667	0,0005	0,001	84,63	120,79	0,36
2MK5	0,202804	0,0002	0,000	327,98	125,10	0,35
*2SK5	0,208447	0,0009	0,000	74,07	26,79	4,20
2MN6	0,240022	0,0002	0,001	177,70	190,26	0,12
M6	0,241534	0,0008	0,001	214,58	57,17	0,99
2MS6	0,244356	0,0003	0,001	335,46	130,58	0,26
2SM6	0,247178	0,0007	0,001	49,48	63,88	0,68
3MK7	0,283315	0,0003	0,000	86,16	93,74	0,52
M8	0,322046	0,0003	0,000	29,94	75,33	0,55

Campaña Verano

Como se aprecia en la Figura 2.5-56 (a), durante el período de mediciones se registraron tres sicigias y dos cuadraturas, fluctuando la marea entre 1,3 y 2,9 metros. En el análisis armónico realizado del período de mediciones sobre un total de 11.720 registros cada 5 minutos, se obtuvo un total de 35 constituyentes armónicos (Tabla 2.5-116), que explican el 98,5% de la varianza original. De éstas, 35 constituyentes, las que más aportan en semiampplitud son: M_2 (36,86 cm); S_2 (12,48 cm); K_1 (16,81 cm); O_1 (8,71 cm) y la N_2 (6,53 cm).

Con los constituyentes obtenidos, se realizó el pronóstico de la marea (Figura 2.5-56 (b)) para el período. Este pronóstico explica el 98,5% de la varianza y sus residuales (Figura 2.5-56 (c)) fluctuaron entre -22,2 y 24,9 cm.

Figura 2.5-56. Registro del Sensor de Presión (dbar) Convertido a Profundidad (m); b) Pronóstico de la Marea (m) del Período; y c) Residuales (cm). Sector Tocopilla, Campaña de Verano de 2012

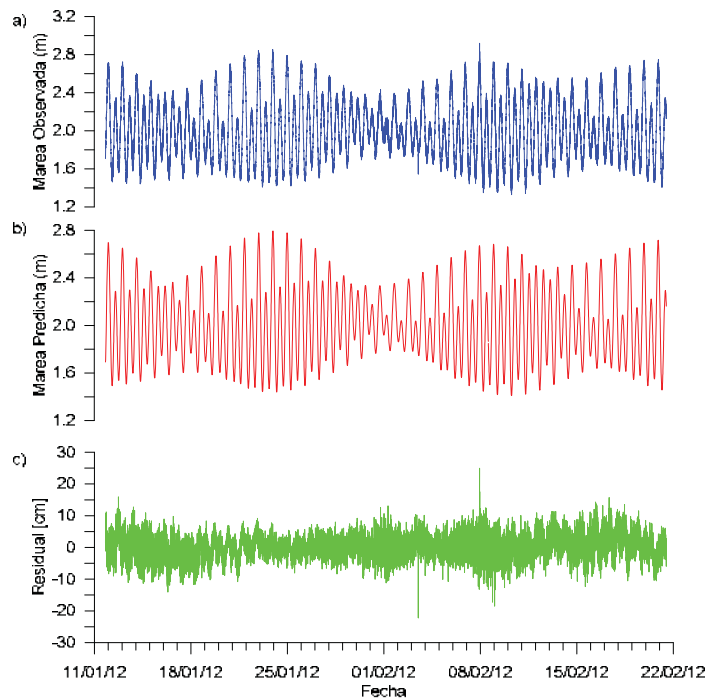


Tabla 2.5-116. Amplitud y Fase de las Constantes Armónicas, incluyendo sus Respectivos Errores-Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Constante	Frecuencia (cph)	Semi-amplitud (m)	Amp. Error	Fase (°)	Fase Error	SNR
*MM	0,001512	0,0272	0,005	156,89	10,2	27,00
*MSF	0,002822	0,0234	0,005	135,27	12,47	20,00
ALP1	0,034397	0,0005	0,003	22,49	222,38	0,02
2Q1	0,035706	0,0015	0,004	197,9	148,09	0,15
*Q1	0,037219	0,013	0,005	280,52	21,42	7,50
*O1	0,038731	0,0871	0,005	305,7	2,91	350,00
*NO1	0,040269	0,0073	0,005	316,76	37,74	2,10
*K1	0,041781	0,1681	0,005	4,25	1,77	1200,00
*J1	0,043293	0,0108	0,005	11,5	25,8	4,60
*OO1	0,044831	0,0106	0,006	51,88	28,77	2,80
UPS1	0,046343	0,0016	0,004	222,56	154,96	0,16
EPS2	0,076177	0,0024	0,004	195,23	104,03	0,32
*MU2	0,07769	0,0135	0,005	253,93	23,31	8,10
*N2	0,078999	0,0653	0,005	269,88	4,95	150,00
*M2	0,080511	0,3686	0,005	307,26	0,81	5700,00
L2	0,082024	0,0025	0,004	5,91	108,36	0,33
*S2	0,083333	0,1248	0,005	338,95	2,46	520,00

Constante	Frecuencia (cph)	Semiampplitud (m)	Amp. Error	Fase (°)	Fase Error	SNR
ETA2	0,085074	0,0045	0,005	17,04	75,13	0,81
*MO3	0,119242	0,0036	0,002	299,28	38,32	2,40
*M3	0,120767	0,007	0,002	109,34	18,93	9,30
MK3	0,122292	0,0007	0,002	150,19	169,13	0,17
SK3	0,125114	0,0031	0,002	159,03	40,05	1,70
MN4	0,159511	0,0011	0,002	45,23	82,83	0,48
M4	0,161023	0,0021	0,002	192,42	52,41	1,70
SN4	0,162333	0,0003	0,001	357,15	203,77	0,06
MS4	0,163845	0,0012	0,002	224,22	91,25	0,49
S4	0,166667	0,001	0,002	235,02	94,51	0,46
2MK5	0,202804	0,0008	0,001	29,41	112,12	0,40
2SK5	0,208447	0,0009	0,001	156,23	108,33	0,57
2MN6	0,240022	0,0015	0,002	237,05	61,53	0,88
M6	0,241534	0,0005	0,001	345,2	158,77	0,18
2MS6	0,244356	0,0005	0,001	129,53	156,91	0,14
2SM6	0,247178	0,0004	0,001	26,14	183,25	0,12
3MK7	0,283315	0,0005	0,001	181,29	132,23	0,28
M8	0,322046	0,0004	0,001	189,08	147,29	0,17

(*) Constantes armónicas significativas de acuerdo al análisis presentado.

Campana Otoño

Como se aprecia en la Figura 2.5-57 (a), durante el período de mediciones se registraron dos sicigias y tres cuadraturas, fluctuando la marea entre 0,8 y 2,6 metros. En el análisis armónico realizado del período de mediciones (34 días, 18 hrs, 45 min) sobre un total de 10.018 registros cada 5 minutos, se obtuvo un total de 35 constituyentes armónicos (Tabla 2.5-117), que explican el 98,5% de la varianza original. De estas constituyentes, las que más aportan en semiampplitud son: M_2 (35,00 cm); K_1 (19,79 cm); N_2 (8,73 cm); O_1 (8,21 cm) y la S_2 (7,87 cm).

Con los constituyentes obtenidos, se realizó el pronóstico de la marea (Figura 2.5-57(b)) para el período. Este pronóstico explica el 99,4% de la varianza y sus residuales (Figura 2.5-57(c)) fluctuaron entre -43,30 y 34,09 cm. Estos residuales muestran una variación probablemente debido a la influencia de las variaciones de presión atmosférica.

Figura 2.5-57. Registro del Sensor de Presión (dbar) Convertido a Profundidad (m); b) Pronóstico de la Marea (m) del Período; y c) Residuales (cm). Sector Tocopilla, Campaña de Otoño de 2012

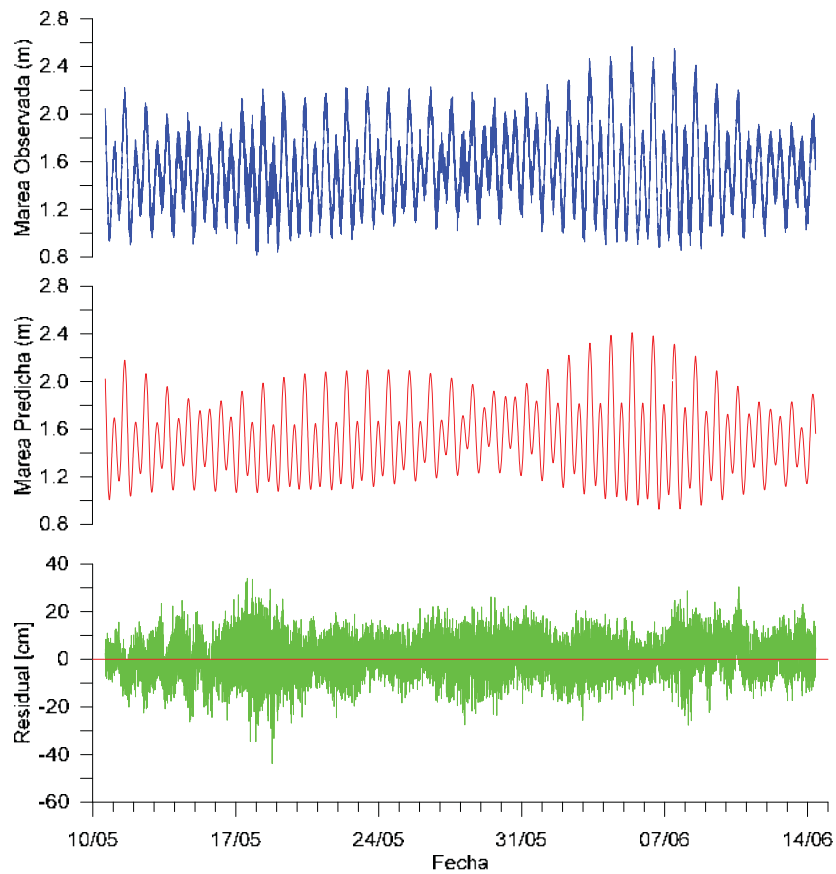


Tabla 2.5-117. Amplitud y Fase de las Constantes Armónicas, incluyendo sus Respectivos Errores - Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Constante	Frecuencia (cph)	Semiampplitud (m)	Amp. Error	Fase (°)	Fase Error	SNR
*MM	0,001512	0,0665	0,009	326,76	8,52	43,00
*MSF	0,002822	0,0038	0,007	132,81	139,56	0,24
ALP1	0,034396	0,0024	0,004	138,12	97,71	0,41
2Q1	0,035706	0,0027	0,004	240,41	90,81	0,54
*Q1	0,037218	0,0158	0,004	259,00	13,94	12,00
*O1	0,038731	0,0828	0,004	296,65	2,89	380,00
*NO1	0,040268	0,0148	0,004	1,95	15,09	11,00
*K1	0,041781	0,1979	0,004	318,57	1,16	2200,00
*J1	0,043293	0,0153	0,004	23,35	15,30	17,00
*OO1	0,044831	0,0096	0,005	20,01	32,10	3,70
UPS1	0,046343	0,0083	0,005	168,68	32,36	3,20
EPS2	0,076177	0,0072	0,003	198,78	28,83	3,70
*MU2	0,077689	0,0268	0,005	220,40	8,06	41,00
*N2	0,078999	0,0873	0,004	236,03	2,60	470,00
*M2	0,080511	0,3500	0,004	275,80	0,70	8800,00
L2	0,082024	0,0037	0,003	306,88	54,30	0,99
*S2	0,083333	0,0787	0,004	298,77	2,98	390,00
ETA2	0,085074	0,0061	0,004	293,13	41,69	1,80
*MO3	0,119242	0,0027	0,003	201,72	83,03	0,66
*M3	0,120767	0,0079	0,004	71,89	24,99	5,10
MK3	0,122292	0,0009	0,003	307,03	196,77	0,13
SK3	0,125114	0,0097	0,004	100,32	22,49	7,10
MN4	0,159511	0,0022	0,003	252,15	98,23	0,52
M4	0,161023	0,0041	0,003	93,16	50,06	1,10
SN4	0,162332	0,0020	0,003	278,41	110,50	0,52
MS4	0,163845	0,0016	0,003	272,86	125,91	0,34
S4	0,166667	0,0051	0,003	202,82	45,79	1,70
2MK5	0,202804	0,0012	0,002	297,91	128,98	0,40
2SK5	0,208447	0,0034	0,003	313,23	54,66	1,60
2MN6	0,240022	0,0018	0,003	226,47	101,25	0,31
M6	0,241534	0,0013	0,003	201,91	130,85	0,30
2MS6	0,244356	0,0014	0,002	344,21	117,88	0,22
2SM6	0,247178	0,0013	0,003	49,88	136,82	0,23
3MK7	0,283315	0,0032	0,003	178,18	54,55	1,10
M8	0,322046	0,0011	0,002	205,26	134,67	0,26

2.5.4.5.1.2. Nivel de Reducción de Sondas (NRS) y Régimen de Marea

Campaña Invierno

Con los constituyentes armónicos M_2 , S_2 , N_2 , K_1 y O_1 y el nivel medio del mar (2,04 m), se calculó el Nivel de Reducción de Sonda (NRS), obteniéndose un valor de 1,29 m sobre el cero instrumental y de 0,74 m bajo el Nivel Medio del Mar.

Del mismo modo, se obtuvo un factor de forma de 0,3809, correspondiente a un régimen de marea semidiurna mixto con una marcada desigualdad diaria en las alturas de las pleamares y bajamares, típico de la mayor parte de la costa de Chile.

Campaña Verano

Con los constituyentes armónicos M_2 , S_2 , N_2 , K_1 y O_1 y el nivel medio del mar (2,03 m), se calculó el Nivel de Reducción de Sonda (NRS) para esta campaña de verano, obteniéndose un valor de 1,20 m sobre el cero instrumental y de 0,81 m bajo el Nivel Medio del Mar.

Del mismo modo, se obtuvo un factor de forma de 0,5172, correspondiente a un régimen de marea semidiurna mixto con una marcada desigualdad diaria en las alturas de las pleamares y bajamares, típico de la mayor parte de la costa de Chile.

Campaña Otoño

Con los constituyentes armónicos M_2 , S_2 , N_2 , K_1 y O_1 y el nivel medio del mar (1,54 m), se calculó el Nivel de Reducción de Sonda (NRS), obteniéndose un valor de 0,74 m sobre el cero instrumental y de 0,20 m bajo el Nivel Medio del Mar.

Del mismo modo, se obtuvo un factor de forma de 0,6548, correspondiente a un régimen de marea semidiurna mixto con una marcada desigualdad diaria en las alturas de las pleamares y bajamares, típico de la mayor parte de la costa de Chile.

2.5.4.5.1.3. Planos Mareales y Rango de la Marea

Campaña Invierno

En el análisis no armónico de la marea realizado con los valores de las pleamares y bajamares registradas en el período de medición, se obtuvieron los planos mareales referidos al cero instrumental (Figura 2.5-58).

El rango de la marea, en tanto, fluctuó durante el período de mediciones entre 20 cm en la cuadratura del 20 de septiembre de 2011 y los 110 cm en la sicigia del 28 de septiembre de 2011 (Figura 2.5-59).

Figura 2.5-58. Planos de Referencia de la Marea. Tocopilla, Campaña de Invierno de 2011

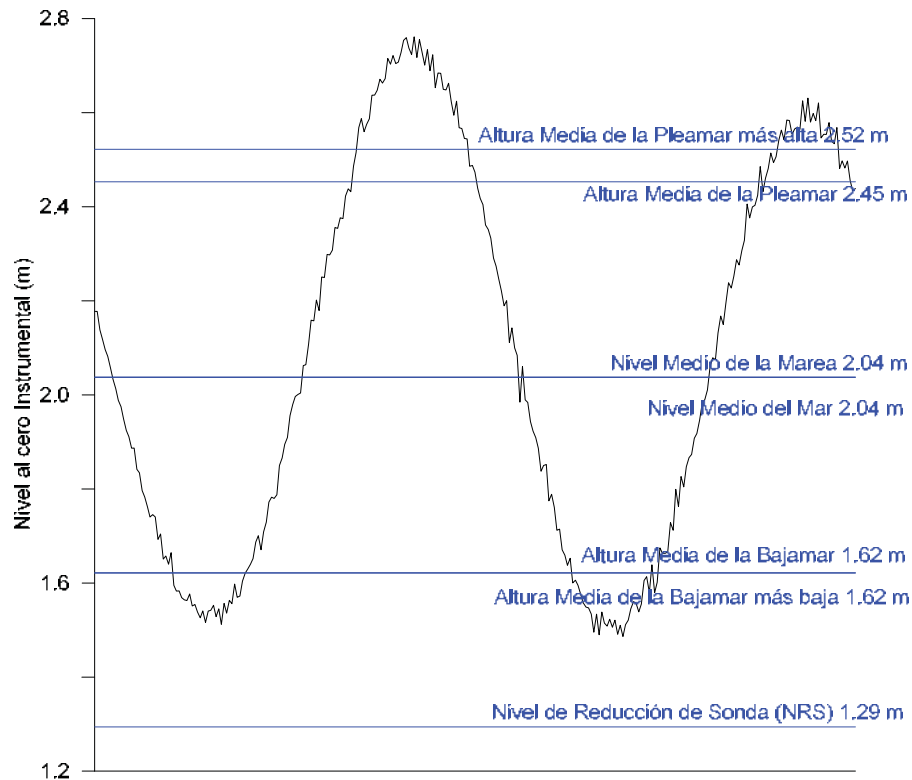
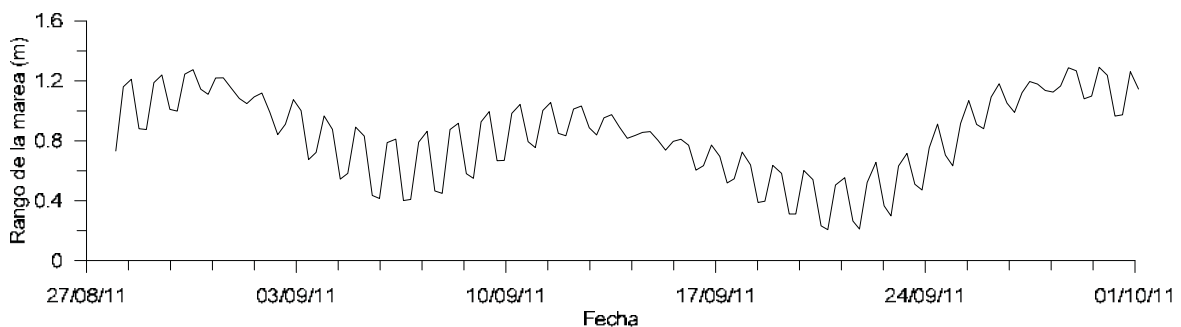


Figura 2.5-59. Variación del Rango de la Marea durante el Período de Estudio- Tocopilla, Campaña de Invierno de 2011



Campaña Verano

En el análisis no armónico de la marea realizado con los valores de las pleamares y bajamares registradas en el período de medición, se obtuvieron los planos mareales referidos al cero instrumental (Figura 2.5-60).

El rango de la marea, en tanto, fluctuó durante el período de mediciones entre 24 cm en la cuadratura del 31 de enero de 2012 y los 157 cm en la sicigia del 08 de febrero de 2012 (Figura 2.5-61).

Figura 2.5-60. Planos de Referencia de la Marea. Sector Tocopilla, Campaña de Verano de 2012

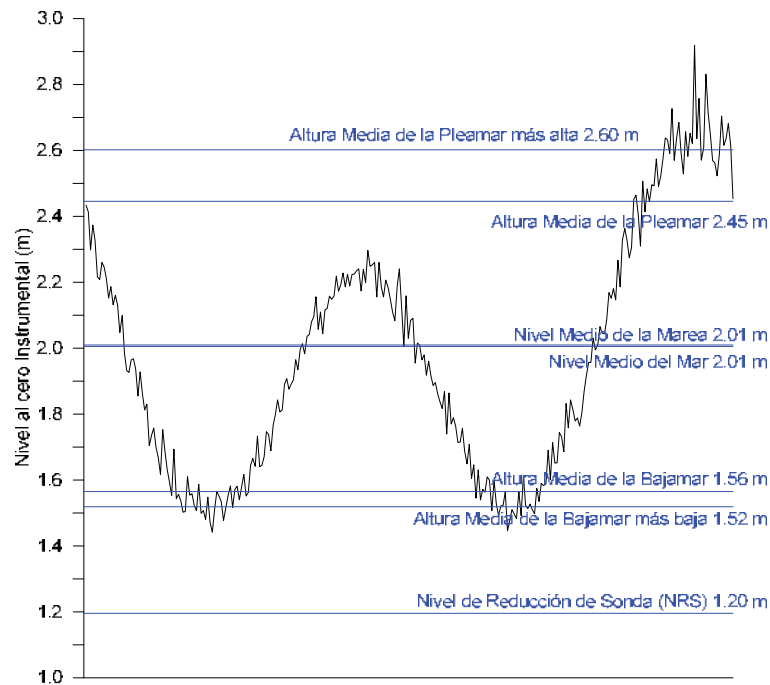
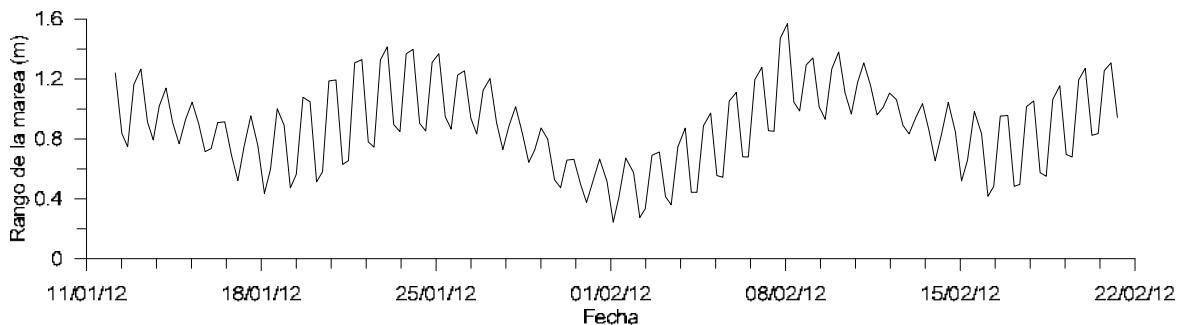


Figura 2.5-61. Variación del Rango de la Marea durante el Período de Estudio - Sector Tocopilla, Campaña de Verano de 2012



Campaña Otoño

En el análisis no armónico de la marea realizado con los valores de las pleamares y bajamares registradas en el período de medición, se obtuvieron los planos mareales referidos al cero instrumental (Figura 2.5-62).

El rango de la marea, en tanto, fluctuó durante el período de mediciones entre 46 cm en la cuadratura del 26 de mayo de 2012 y los 166 cm en la sicigia del 05 de junio de 2012 (Figura 2.5-63).

Figura 2.5-62. Planos de Referencia de la Marea. Sector Tocopilla, Campaña de Otoño de 2012

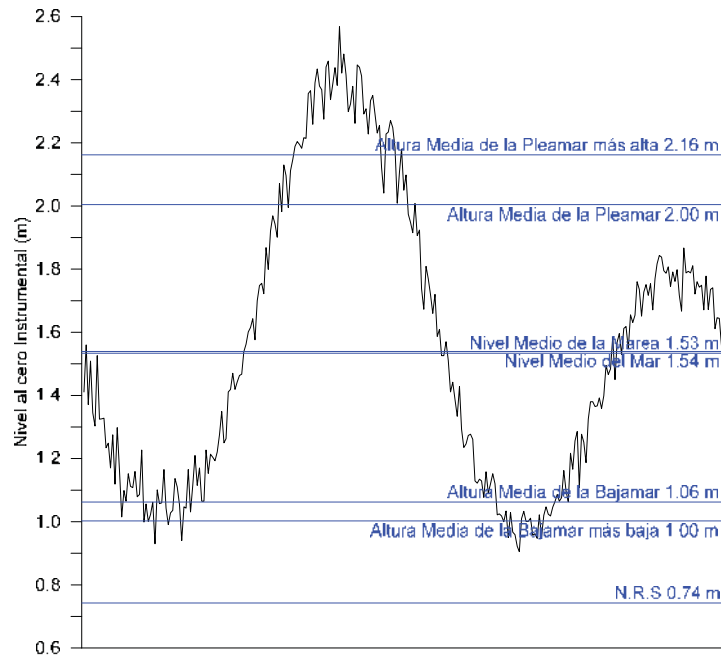
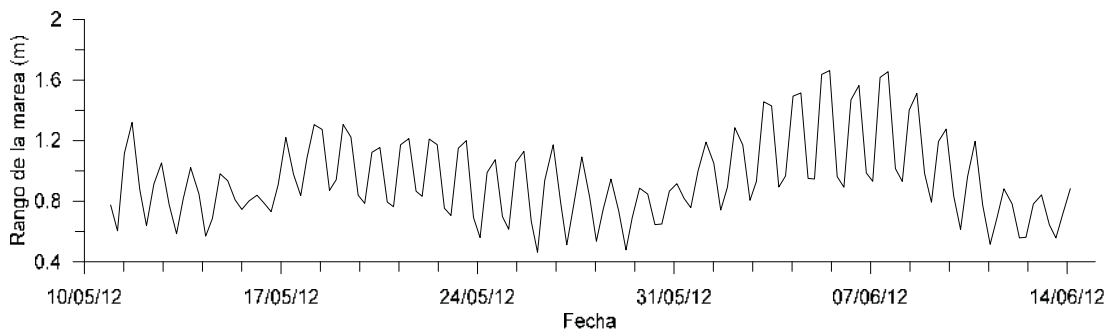


Figura 2.5-63. Variación del Rango de la Marea durante el Período de Estudio- Sector Tocopilla, Campaña de Otoño de 2012



2.5.4.5.2. Estudio de Vientos

Campaña Invierno

- Estadística Descriptiva

El registro de vientos obtenidos (Figura 2.5-64) indica un dominio de los vientos moderados, con predominio de vientos de procedencia del S, situación confirmada por el análisis de incidencia de los vientos (Tabla 2.5-118). En ésta se observa que en el sector donde se emplazarán las obras marinas, los vientos procedentes del S (31,28%) predominan seguidos por los vientos del SSW (23,04%) (Figura 2.5-65). En magnitud, predominaron los vientos de entre 1,5 y 3,3 m/s (42,72%), correspondientes en la Escala Beaufort a Brisa, seguido de los vientos entre 0,3 y 1,5

m/s (25,36% correspondiente a Brisa Leve) y por los vientos entre 3,3 y 5,5 m/s (23,19% correspondiente a Viento Suave) (Figura 2.5-66).

La magnitud promedio del viento para el período de mediciones fue de 2,68 m/s (5,21 nudos) y la máxima fue de 8,34 m/s (16,22 nudos), con ráfagas máximas de 9,94 m/s (19,11 nudos) (Tabla 2.5-119); mientras que por dirección de procedencia las mayores intensidades de los vientos correspondieron a vientos del SSW (magnitud promedio de 3,85 m/s y magnitud máxima de 8,34 m/s), SW (magnitud promedio de 2,85 m/s y magnitud máxima de 6,39 m/s) y del NNW (magnitud promedio de 2,77 m/s y magnitud máxima de 6,63 m/s) (Figura 2.5-67).

Figura 2.5-64. Registro Vectorial del Viento Medido en el Estudio. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

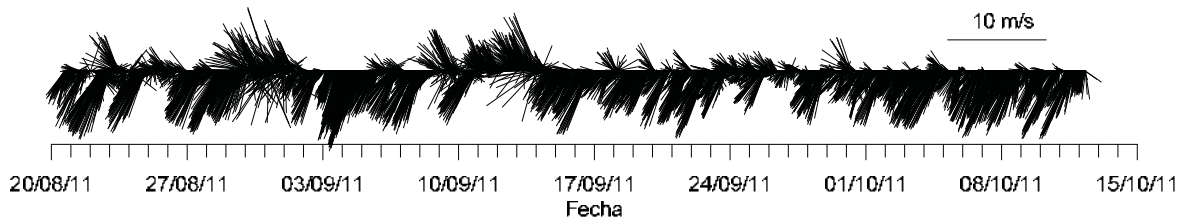


Tabla 2.5-118. Tabla de Incidencia del Viento Registrado. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

8																	
	Dirección															Total	
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW		NNW
0,00-0,30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,09	0,07	0,17	0,12	0,16	0,11	0,24	0,22	0,15	0,07	0,00	1,49
0,30-1,50	0,11	0,25	0,47	0,50	0,33	0,44	0,74	1,91	3,35	3,60	4,17	3,42	3,61	1,91	0,55	0,00	25,36
1,50-3,30	0,05	0,12	0,22	0,36	0,73	0,42	0,37	3,10	8,95	11,22	5,49	2,43	3,06	4,03	2,18	0,00	42,72
3,30-5,50	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,04	0,04	0,32	12,61	7,45	0,21	0,17	0,44	0,38	1,44	0,00	23,19
5,50-8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	6,21	0,61	0,08	0,07	0,07	0,03	0,11	0,00	7,20
8,00-11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Total	0,17	0,38	0,71	0,91	1,19	0,99	1,24	5,50	31,28	23,04	10,05	6,32	7,40	6,50	4,34	0,00	100,00

Figura 2.5-65. Histograma de Frecuencia Relativa de la Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

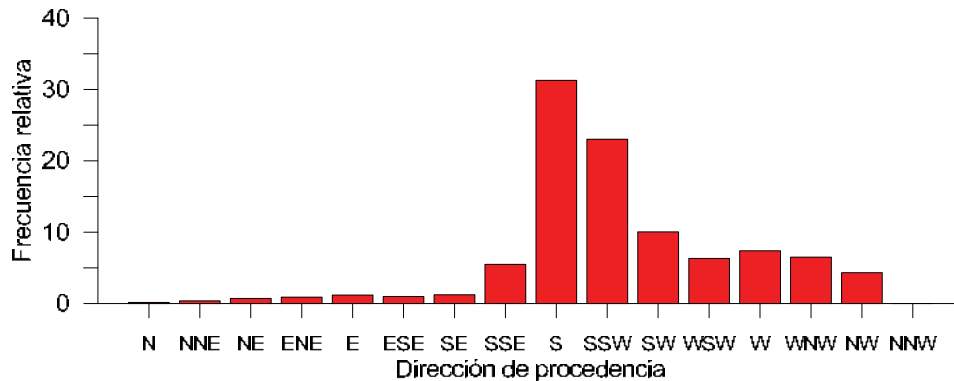


Figura 2.5-66. Histograma de Frecuencia Relativa de la Magnitud del Viento. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

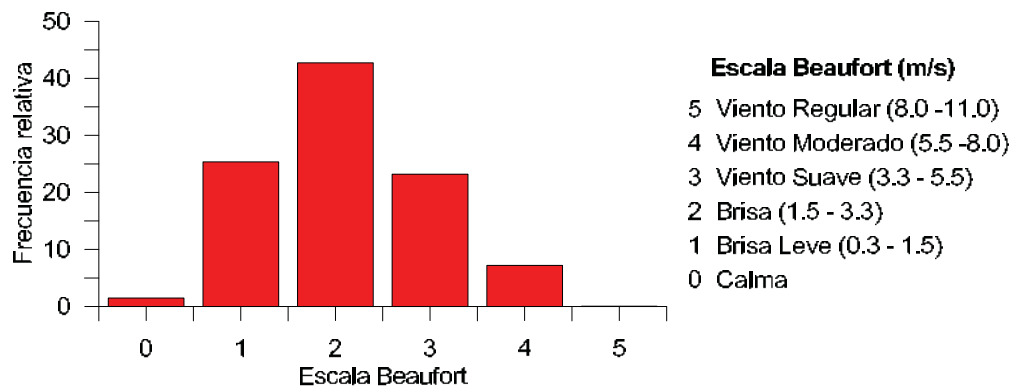
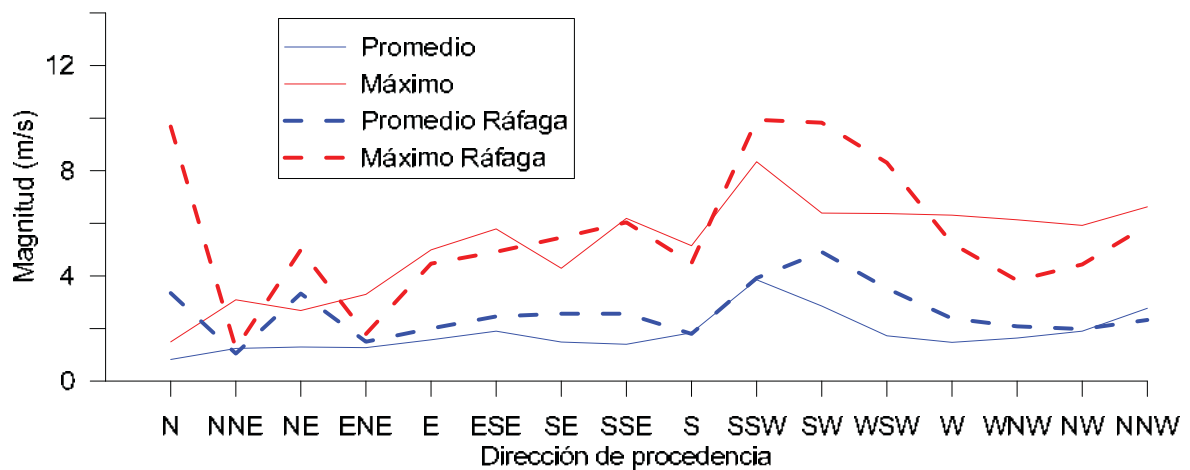


Tabla 2.5-119. Magnitudes Promedio y Máximas Globales y por Dirección de Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Sector km 14								
Dirección	Promedio		Máximo		Promedio Ráfaga		Máximo Ráfaga	
	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)
N	0,83	1,60	1,49	2,90	3,35	6,51	9,68	18,82
NNE	1,24	2,41	3,09	6,01	1,05	2,04	1,23	2,40
NE	1,30	2,52	2,69	5,22	3,33	6,48	4,99	9,70
ENE	1,27	2,47	3,30	6,41	1,50	2,91	1,79	3,49
E	1,57	3,06	4,99	9,70	2,00	3,89	4,47	8,69
ESE	1,90	3,69	5,79	11,25	2,46	4,79	4,92	9,56
SE	1,49	2,89	4,29	8,34	2,57	4,99	5,46	10,61
SSE	1,40	2,73	6,19	12,03	2,56	4,98	6,04	11,73
S	1,84	3,58	5,15	10,01	1,80	3,50	4,49	8,72
SSW	3,85	7,48	8,34	16,22	3,92	7,62	9,94	19,32

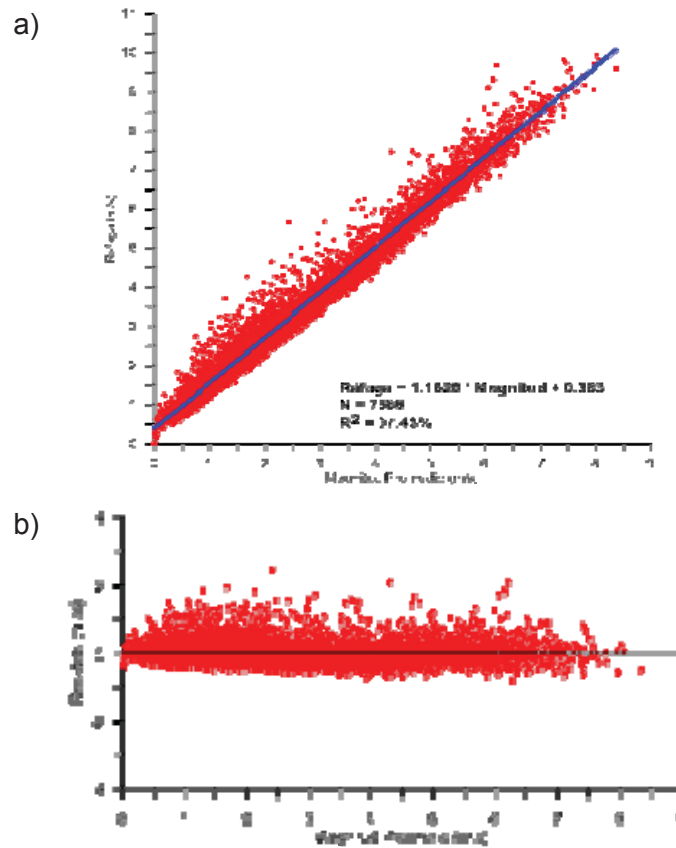
Sector km 14								
Dirección	Promedio		Máximo		Promedio Ráfaga		Máximo Ráfaga	
	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)
SW	2,85	5,55	6,39	12,42	4,91	9,55	9,83	19,11
WSW	1,73	3,36	6,37	12,39	3,53	6,85	8,31	16,15
W	1,48	2,87	6,31	12,27	2,38	4,63	5,23	10,17
WNW	1,64	3,18	6,14	11,93	2,08	4,04	3,83	7,45
NW	1,90	3,69	5,92	11,52	1,98	3,84	4,44	8,63
NNW	2,77	5,39	6,63	12,88	2,33	4,52	5,92	11,51
Global	2,68	5,21	8,34	16,22	3,50	6,80	9,94	19,32

Figura 2.5-67. Variación de la Magnitud Promedio y Máxima del Viento por Dirección de Procedencia. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



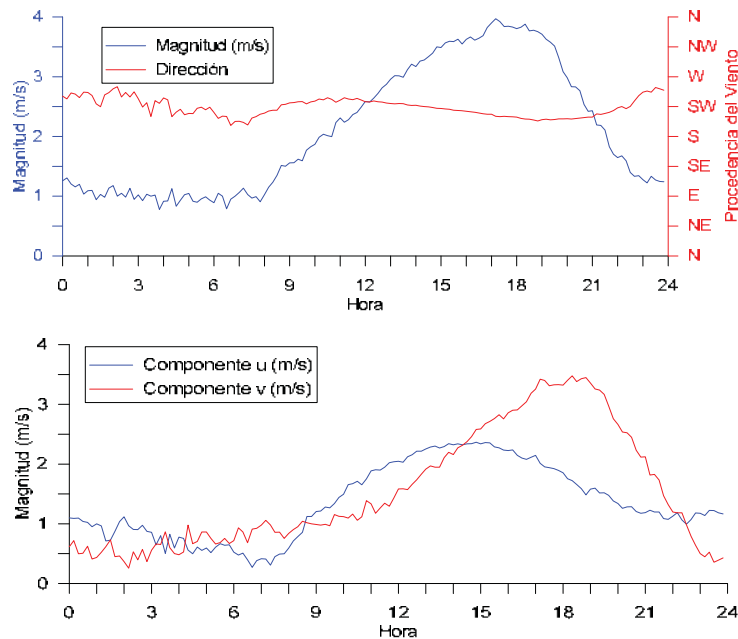
La comparación de la magnitud del viento promedio registrado en cada intervalo de medición con el viento máximo (ráfaga) registrado en cada intervalo, indica que a medida que incrementa la velocidad del viento se incrementa la variabilidad de las ráfagas (Figura 2.5-68 (a)), lo que se refleja en la regresión lineal entre ambas mediciones, que tiene un coeficiente de regresión de un 97,43%, incrementándose los residuales a medida que incrementa la magnitud promedio del viento (Figura 2.5-68 (b)).

Figura 2.5-68. a) Relación entre la Magnitud Promedio y el Valor Máximo (Ráfaga) Registrado, y b) Residuales. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



La variación de los promedios horarios del viento registrados en el área de estudio (Figura 2.5-69) indica que aproximadamente entre las 2:00 y las 9:00 hrs. se presentan los vientos menos intensos. En dirección, los vientos son más o menos constantes variando entre las direcciones de procedencia del W y SW. Los cambios en la magnitud del viento se reflejan en que la componente v (N-S), la que alcanza las máximas intensidades entre las 17:00 y 20:00 hrs., mientras que en la componente u (E-W) se alcanza entre las 12:00 y 16:00 hrs., siendo menor que los valores obtenidos en la componente v.

Figura 2.5-69. Variación Horaria Promedio de la Magnitud y Dirección del Viento del Registro de Vientos. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



Campaña Verano

En el registro de vientos de esta campaña de verano (Figura 2.5-70), se observa un predominio de vientos del S, situación confirmada por el análisis de incidencia de los vientos (Tabla 2.5-120, Figura 2.5-71, Figura 2.5-72 y Figura 2.5-73). En ésta se aprecia que predominan los vientos del S (28,78%), seguido por los vientos del SSE (24,73%) y del SSW (17,18%). En magnitud predominaron los vientos entre 0,3 y 5,5 m/s (89,0%), los que corresponden a Brisa Leve, Brisa y Viento Suave en la Escala Beaufort, respectivamente (Tabla 2.5-120 y Figura 2.5-73).

La magnitud promedio global (Tabla 2.5-121 y Figura 2.5-74) fue de 2,50 m/s (4,85 nudos), con una magnitud máxima de 9,72 m/s (18,90 nudos) y una ráfaga máxima de 10,27 m/s (19,96 nudos). Por dirección de procedencia, las mayores intensidades correspondieron a vientos del SSW (3,46 m/s promedio, máximo promedio de 18,90 m/s); en las ráfagas tanto el valor promedio como máximo se registró del SW (valor promedio 4,64 m/s y valor máximo de 10,27 m/s).

Figura 2.5-70. Registro Vectorial del Viento Medido en el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

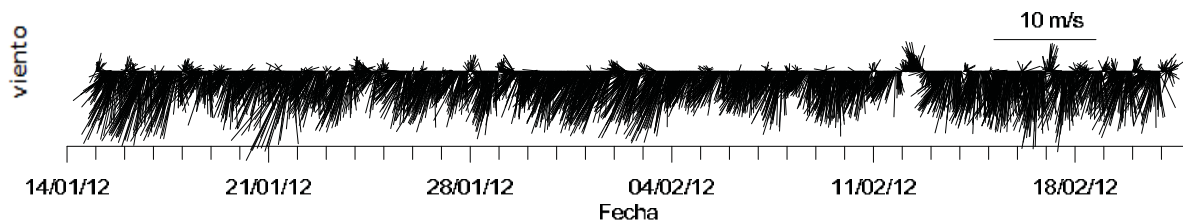


Tabla 2.5-120. Tabla de Incidencia del Viento Registrado. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

	Dirección																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
0,00-0,30	0,38	0,25	0,55	0,34	0,21	0,44	0,38	0,55	0,57	0,29	0,34	0,29	0,54	0,46	0,52	0,00	6,12
0,30-1,50	1,80	0,97	1,11	0,88	0,94	1,61	3,15	4,57	3,67	2,43	1,24	0,88	1,11	0,86	1,38	0,00	26,58
1,50-3,30	0,27	0,06	0,00	0,27	0,40	0,54	2,77	10,57	9,27	7,53	2,22	0,55	0,19	0,11	0,50	0,00	35,24
3,30-5,50	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,55	8,08	11,64	6,61	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,15
5,50-8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	3,50	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76
8,00-11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
Total	2,45	1,28	1,66	1,53	1,55	2,58	6,86	24,73	28,78	17,18	4,03	1,72	1,83	1,43	2,39	0,00	100,00

Figura 2.5-71. Histograma de Frecuencia Relativa de la Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

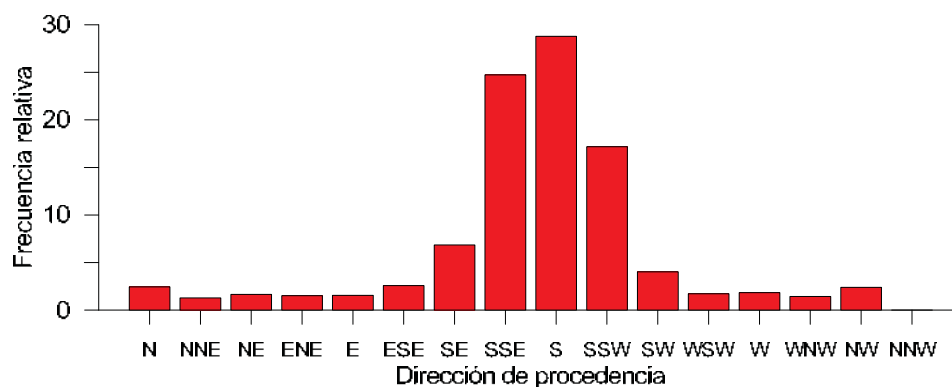


Figura 2.5-72. Histograma de Frecuencia Relativa de la Magnitud del Viento. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

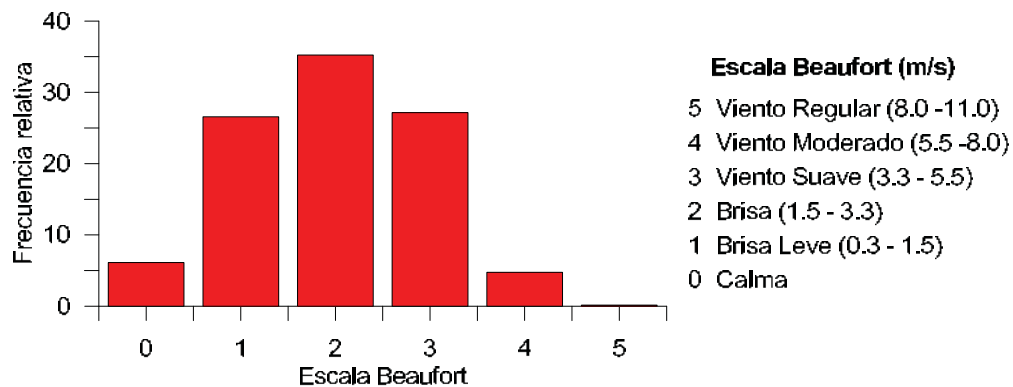


Figura 2.5-73. Rosa de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

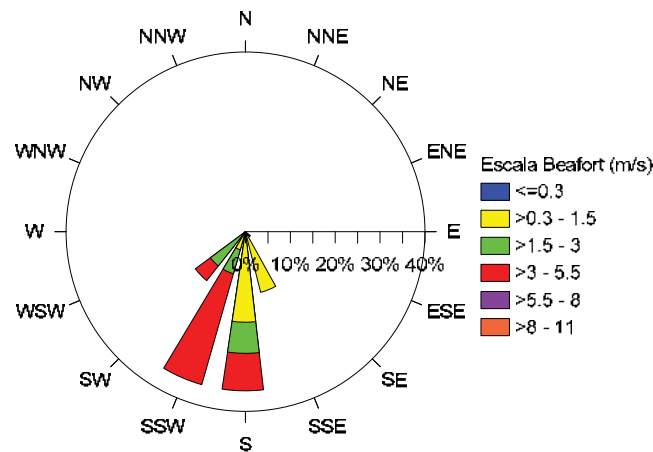
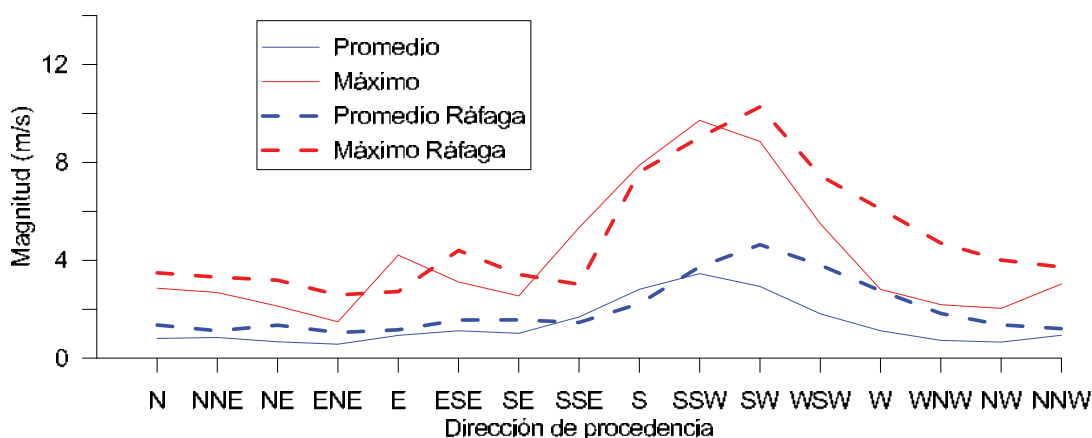


Tabla 2.5-121. Magnitudes Promedio y Máximas Globales y por Dirección de Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Dirección	Promedio		Máximo		Promedio Ráfaga		Máximo Ráfaga	
	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)
N	0,80	1,56	2,86	5,56	1,35	2,63	3,49	6,78
NNE	0,85	1,65	2,69	5,22	1,12	2,18	3,31	6,44
NE	0,67	1,30	2,13	4,13	1,35	2,62	3,19	6,19
ENE	0,57	1,11	1,49	2,90	1,05	2,03	2,59	5,03
E	0,93	1,82	4,21	8,19	1,16	2,25	2,72	5,30
ESE	1,12	2,18	3,12	6,06	1,56	3,03	4,40	8,55
SE	1,02	1,98	2,55	4,95	1,57	3,05	3,42	6,65
SSE	1,68	3,27	5,33	10,36	1,46	2,84	3,02	5,87
S	2,81	5,47	7,89	15,33	2,23	4,33	7,60	14,78
SSW	3,46	6,72	9,72	18,90	3,74	7,26	9,03	17,54

Dirección	Promedio		Máximo		Promedio Ráfaga		Máximo Ráfaga	
	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)
SW	2,93	5,70	8,86	17,22	4,64	9,02	10,27	19,96
WSW	1,81	3,53	5,50	10,69	3,80	7,39	7,46	14,50
W	1,12	2,18	2,81	5,47	2,75	5,35	6,10	11,85
WNW	0,73	1,41	2,19	4,25	1,83	3,55	4,70	9,14
NW	0,66	1,28	2,04	3,96	1,36	2,65	4,01	7,79
NNW	0,94	1,82	3,03	5,89	1,21	2,34	3,72	7,24
Global	2,50	4,85	9,72	18,90	3,34	6,49	10,27	19,96

Figura 2.5-74. Variación de la Magnitud Promedio y Máxima del Viento por Dirección de Procedencia. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



La comparación de la magnitud del viento promedio registrado en cada intervalo de medición con el viento máximo (ráfaga) registrado en cada intervalo, indica que a medida que incrementa la velocidad del viento se incrementa la variabilidad de las ráfagas (Figura 2.5-75 (a)), lo que se refleja en la regresión lineal entre ambas mediciones, con un coeficiente de regresión de 89,46%, incrementándose los residuales a medida que aumenta la magnitud promedio del viento (Figura 2.5-75 (b)).

La variación de los promedios horarios del viento registrado (Figura 2.5-76) indica que aproximadamente entre las 0:00 y las 9:00 hrs. se presentan los vientos menos intensos. En dirección, los vientos se comportaron en esta campaña de verano más o menos constante, variando entre direcciones de procedencia en torno al S. Los cambios en la magnitud del viento se reflejan en ambas componentes, alcanzando los mayores valores en la componente v (sentido N-S), mayores intensidades que también se observan por mayor tiempo de duración. En el caso de la componente v las intensidades comienzan a declinar notoriamente desde las 21 horas, mientras que en la componente u esto ocurre alrededor de las 18 horas.

Figura 2.5-75. a) Relación entre la Magnitud Promedio y el Valor Máximo (Ráfaga) Registrado, y b) Residuales. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

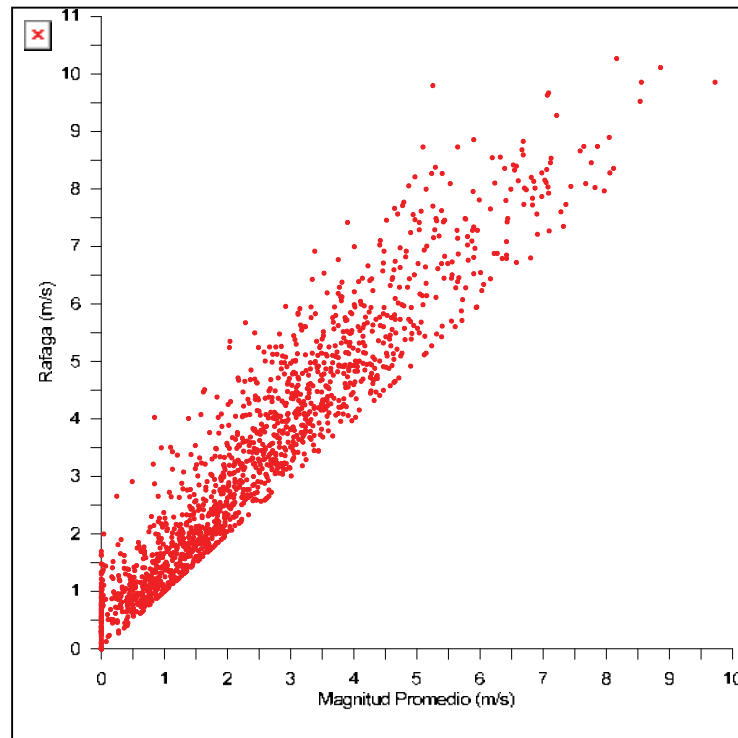
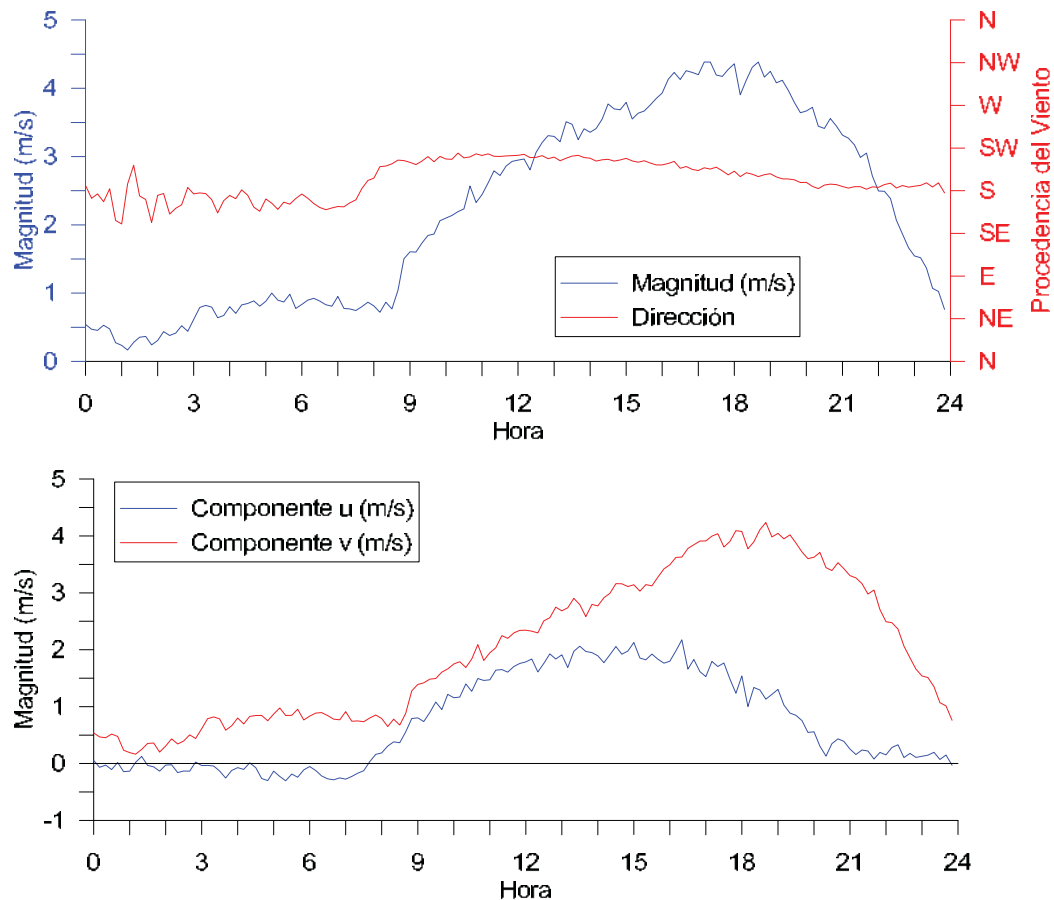


Figura 2.5-76. Variación Horaria Promedio de la Magnitud y Dirección del Registro de Vientos. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



Campaña Otoño

El registro de vientos obtenidos (Figura 2.5-77) durante la campaña de otoño indica un dominio de los vientos tipo Brisa, sin un marcado predominio en alguna dirección, sin embargo, las de componente E, presentan una mayor frecuencia, situación confirmada por el análisis de incidencia de los vientos (Tabla 2.5-122). En ésta se observa que predominan los vientos procedentes del ENE y E (23,26%), predominan seguidos por los vientos del NE, SE, ESE (21,71%) (Figura 2.5-78). En magnitud predominaron los vientos de entre 0,3 y 1,5 m/s (25,56%), correspondientes en la Escala Beaufort a Brisa Leve, seguido de los vientos entre 1,5 y 3,3 m/s (25,22% correspondiente a Brisa) y por los vientos entre 0,0 y 0,3 m/s (24,97% correspondiente a Calma) (Figura 2.5-79).

La magnitud promedio del viento para el período de mediciones fue de 1,83 m/s (3,55 nudos) y la máxima fue de 9,46 m/s (18,39 nudos), con ráfagas máximas de 10,95 m/s (21,29 nudos) (Tabla 2.5-123); mientras que por dirección de procedencia, las mayores intensidades de los vientos correspondieron a vientos del E (magnitud promedio de 2,57 m/s y magnitud máxima de 9,09 m/s) y ENE (magnitud promedio de 2,43 m/s y magnitud máxima de 8,72 m/s) (Figura 2.5-81).

Figura 2.5-77. Registro Vectorial del Viento Medido en el Estudio. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

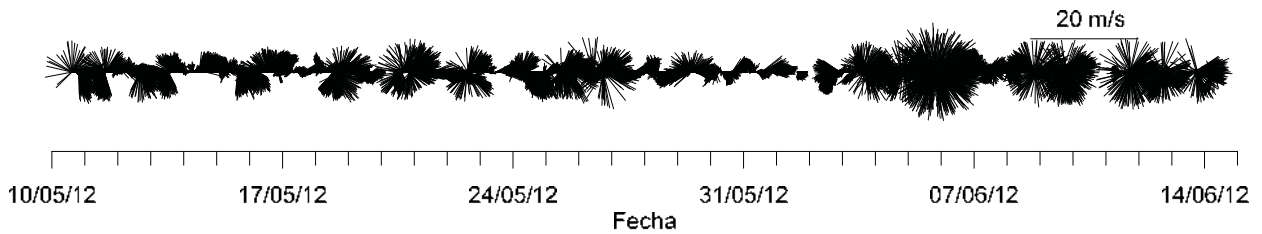


Tabla 2.5-122. Tabla de Incidencia del Viento Registrado. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Sector km 14																	
m/s	Dirección																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
0.00-0.30	2,55	1,22	1,32	1,71	1,41	1,57	1,64	1,60	1,20	1,18	1,92	1,77	1,78	1,45	1,27	1,38	24,97
0.30-1.50	1,59	1,16	1,78	2,44	2,49	2,48	1,89	1,32	1,46	1,20	1,33	1,53	1,58	1,72	1,98	1,60	27,56
1.50-3.30	1,20	0,59	1,81	3,84	3,11	2,06	2,14	1,82	1,85	1,49	1,25	1,14	0,82	0,45	0,77	0,88	25,22
3.30-5.50	0,38	0,66	1,72	3,65	3,69	1,70	0,92	1,06	1,68	1,29	0,72	0,62	0,27	0,49	0,52	0,27	19,63
5.50-8.00	0,07	0,07	0,18	0,42	0,47	0,29	0,18	0,20	0,13	0,13	0,08	0,04	0,07	0,03	0,04	0,06	2,44
8.00-11.00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,05	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,17
Total	5,81	3,71	6,82	12,05	11,21	8,10	6,79	6,02	6,33	5,30	5,30	5,11	4,51	4,15	4,59	4,19	100,00

Figura 2.5-78. Histograma de Frecuencia Relativa de la Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

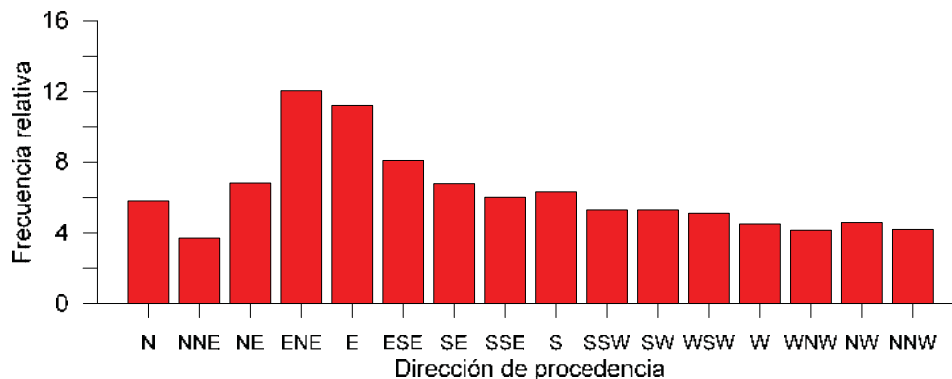


Figura 2.5-79. Histograma de Frecuencia Relativa de la Magnitud del Viento. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

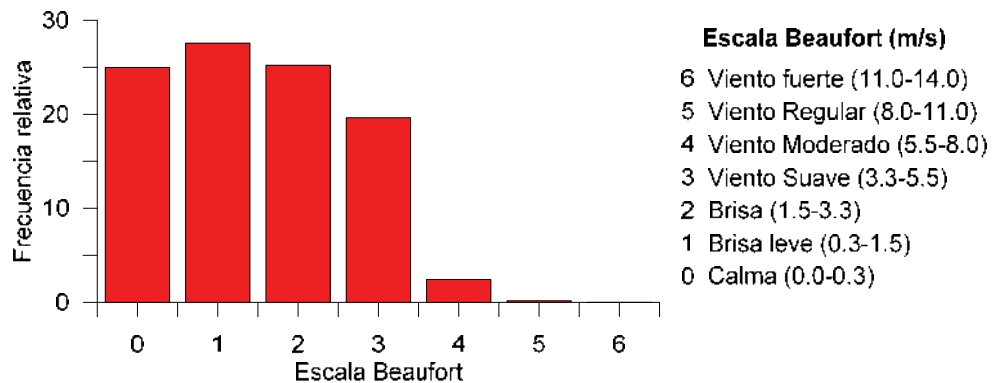


Figura 2.5-80. Rosa de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

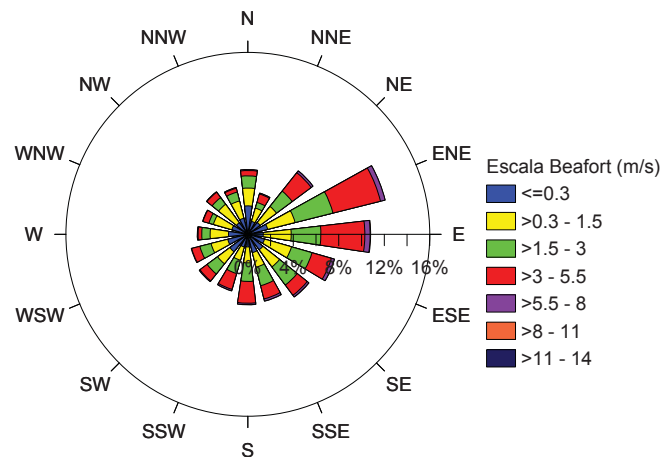
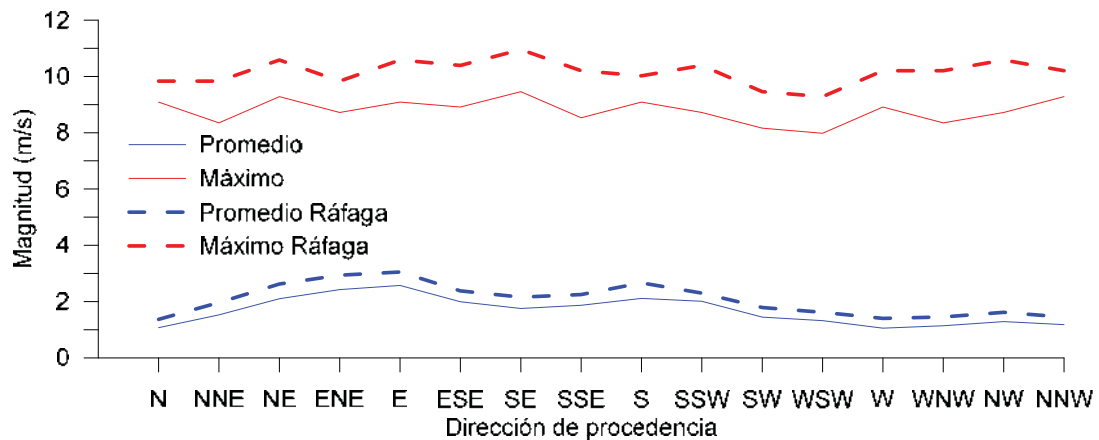


Tabla 2.5-123. Magnitudes Promedio y Máximas Globales y por Dirección de Procedencia de los Vientos. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Dirección	Promedio		Máximo		Promedio Ráfaga		Máximo Ráfaga	
	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)
N	1,07	2,09	9,09	17,67	1,37	2,67	9,83	19,11
NNE	1,53	2,98	8,35	16,23	1,97	3,83	9,83	19,11
NE	2,11	4,09	9,28	18,04	2,63	5,10	10,58	20,57
ENE	2,43	4,72	8,72	16,95	2,94	5,71	9,83	19,11
E	2,57	5,00	9,09	17,67	3,05	5,93	10,58	20,57
ESE	2,00	3,88	8,91	17,32	2,38	4,63	10,39	20,20
SE	1,76	3,42	9,46	18,39	2,16	4,20	10,95	21,29
SSE	1,87	3,64	8,53	16,58	2,25	4,38	10,20	19,83
S	2,12	4,11	9,09	17,67	2,67	5,19	10,02	19,48
SSW	2,02	3,92	8,72	16,95	2,30	4,47	10,39	20,20

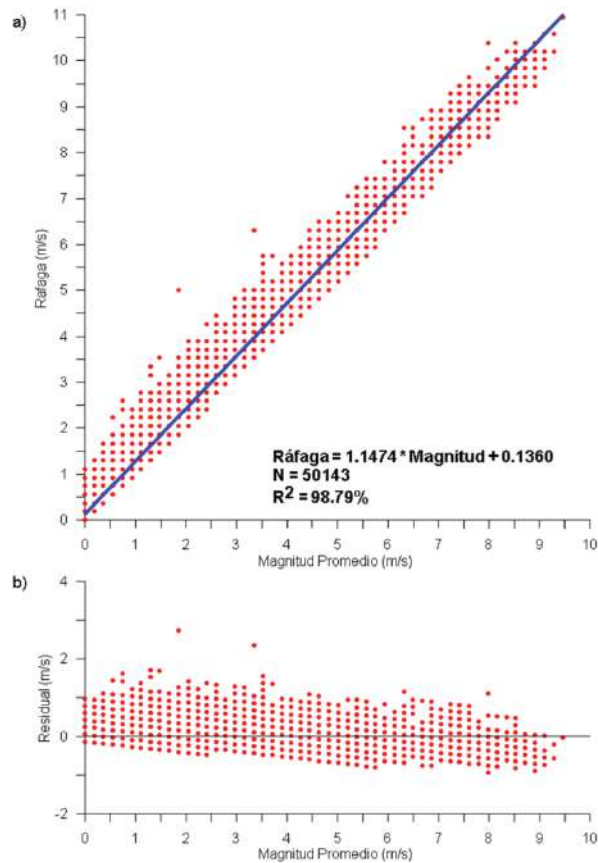
Dirección	Promedio		Máximo		Promedio Ráfaga		Máximo Ráfaga	
	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)	(m/s)	(nudos)
SW	1,45	2,82	8,16	15,86	1,79	3,48	9,46	18,39
WSW	1,33	2,58	7,98	15,51	1,62	3,15	9,28	18,04
W	1,06	2,06	8,91	17,32	1,41	2,73	10,20	19,83
WNW	1,15	2,23	8,35	16,23	1,45	2,83	10,20	19,83
NW	1,29	2,51	8,72	16,95	1,62	3,15	10,58	20,57
NNW	1,18	2,30	9,28	18,04	1,45	2,82	10,20	19,83
Global	1,83	3,55	9,46	18,39	2,23	4,34	10,95	21,29

Figura 2.5-81. Variación de la Magnitud Promedio y Máxima del Viento por Dirección de Procedencia. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012



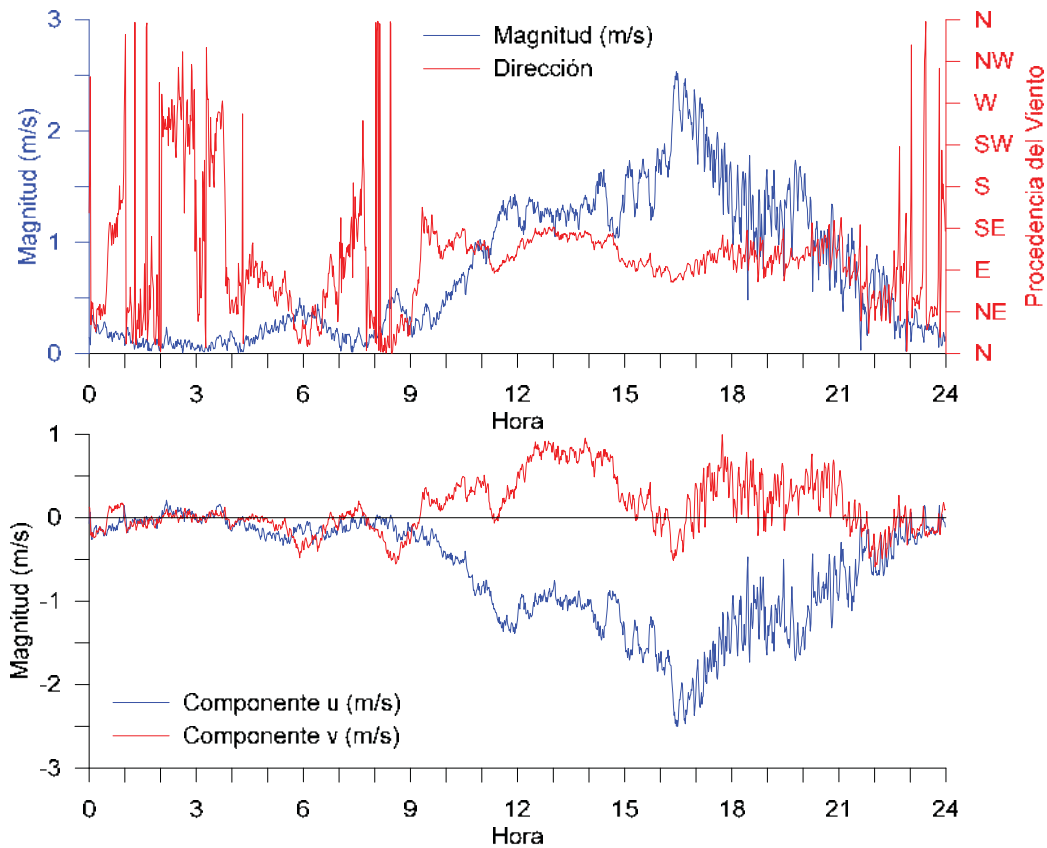
La comparación de la magnitud del viento promedio registrado en cada intervalo de medición con el viento máximo (ráfaga) registrado en cada intervalo, indica que a medida que incrementa la velocidad del viento se incrementa la variabilidad de las ráfagas (Figura 2.5-82 (a)), lo que se refleja en la regresión lineal entre ambas mediciones, que tiene un coeficiente de regresión de un 98,79%, incrementándose los residuales a medida que incrementa la magnitud promedio del viento (Figura 2.5-82(b)).

Figura 2.5-82. a) Relación entre la Magnitud Promedio y el Valor Máximo (Ráfaga) Registrado, y b) Residuales. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012



La variación de los promedio horarios del viento registrado (Figura 2.5-83) indica que aproximadamente entre las 00:00 y las 9:00 hrs. se presentan los vientos menos intensos (< 0,5 m/s). En dirección, los vientos son muy variables luego de lo cual varía entre las direcciones de procedencia del E y SE. Los cambios en la magnitud del viento se reflejan en que la componente u (E-W), la que alcanza las máximas intensidades entre las 17:00 y 18:00 hrs., mientras que en la componente u (N-S) se alcanza entre las 12:00 y 15:00 hrs., siendo menor que los valores obtenidos en la componente u.

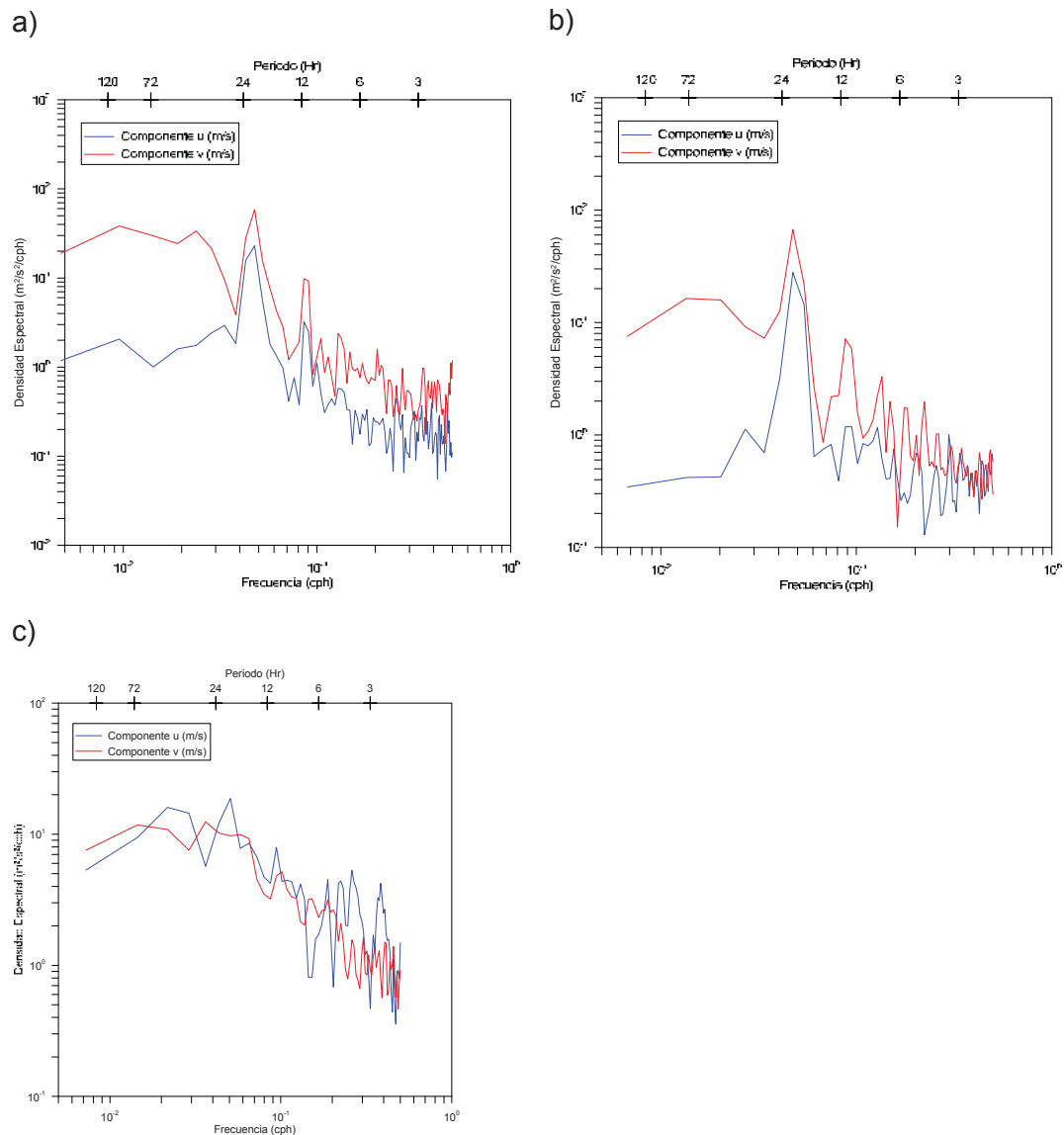
Figura 2.5-83. Variación Horaria Promedio de la Magnitud y Dirección del Viento del Registro de Vientos. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012



- **Análisis Espectral**

El análisis espectral (Figura 2.5-84 (a)) durante la campaña de invierno muestra dos peak importantes de energía cercano a las 12:00 y 24:00 en ambas componentes, siendo el segundo más energético, además en la componente ortogonal v del viento se presenta un aporte energético en los periodos sinópticos de 3 a 5 días.

Figura 2.5-84. Densidad Espectral de las Componentes del Viento. Sector km 14, Campaña de a) Invierno de 2011; b) Verano 2012 y c) Otoño 2012



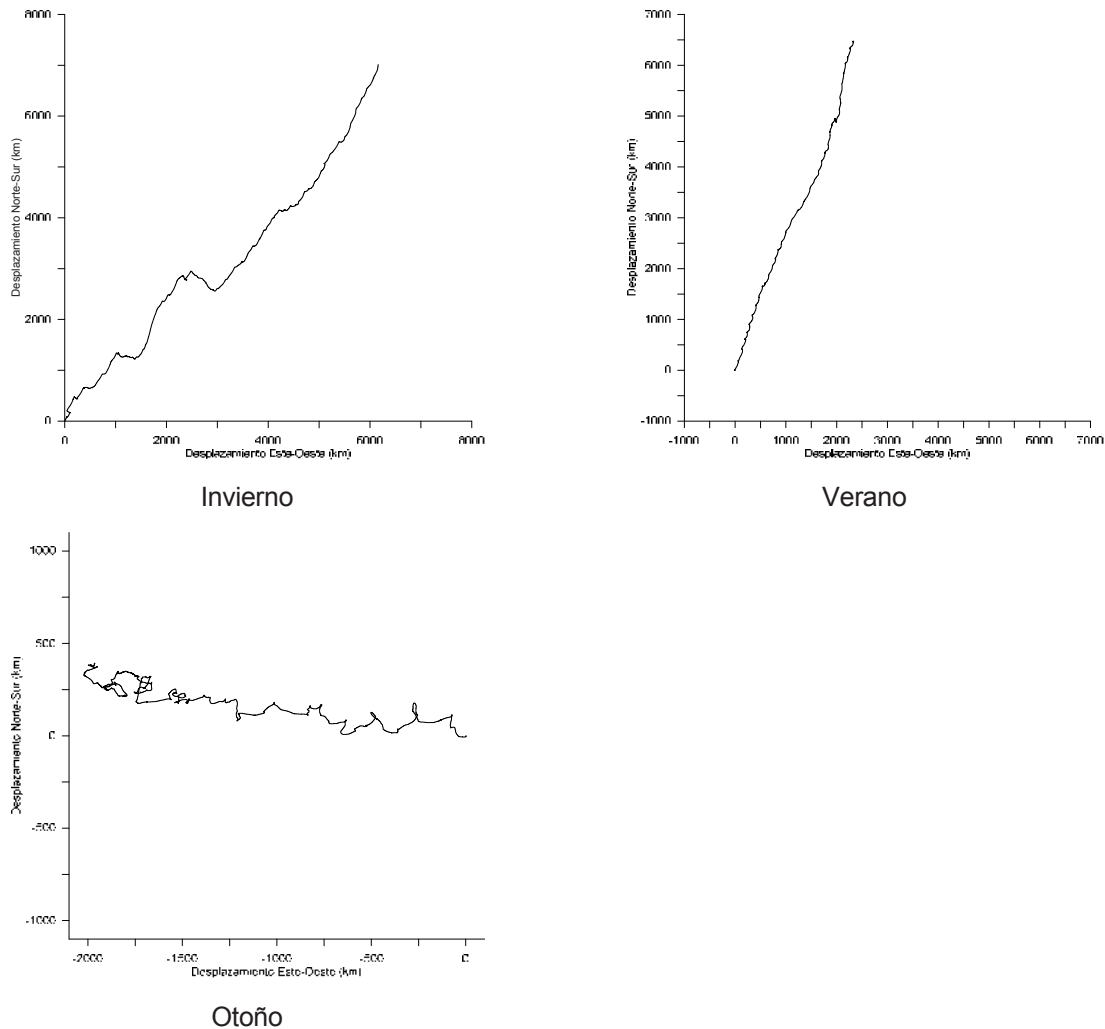
Para la campaña verano (Figura 2.5-84 (a)), muestra en ambas componentes ortogonales del viento (v sentido Norte-Sur y u sentido Este-Oeste) un peak energético importante cercano a las 24:00 hrs. Además, en la componente ortogonal v del viento, se presenta un aporte energético entre las 48 y 96 horas correspondientes al ciclo sinóptico. Por lo anterior, el viento medido tiene una importante variación diurna y una variabilidad fluctuante de 3 días generadora de surgencia costera.

Por el contrario, en la campaña de otoño sólo se observan dos peak en la componente u cercanos a las 12:00 y 24:00 que no son muy importantes en energía, siendo de los dos el primero más energético. Además, en ambas componentes ortogonales del viento se presenta un aporte energético en los periodos sinópticos de 3 a 5 días.

- **Vectores Progresivos**

El análisis de vectores progresivos del viento (Figura 2.5-85), durante la campaña de invierno muestra un flujo neto del aire hacia el NE, que confirma el predominio de los vientos del SSW, los que a su vez son los más intensos. Lo anterior indica que una partícula habría sido transportada, en el período de mediciones, 9.336 km al SE a una velocidad promedio de 2,51 m/s.

Figura 2.5-85. Diagramas de Vectores Progresivos del Viento Registrado en el Período de Invierno 2011, Verano y Otoño 2012. Sector km 14



Para la campaña de verano, se observa un flujo neto hacia el NNE, lo indica que una partícula habría sido transportada en el período de mediciones 6.870 km al NNE a una velocidad promedio de 2,13 m/s (Figura 2.5-85).

Por su parte, en la campaña de otoño y a diferencia de las 2 anteriores se presenta un flujo neto del aire hacia el WNW, que confirma el predominio de los vientos con componente E, los que a su vez son los más intensos. Lo anterior indica que una partícula habría sido transportada, en el

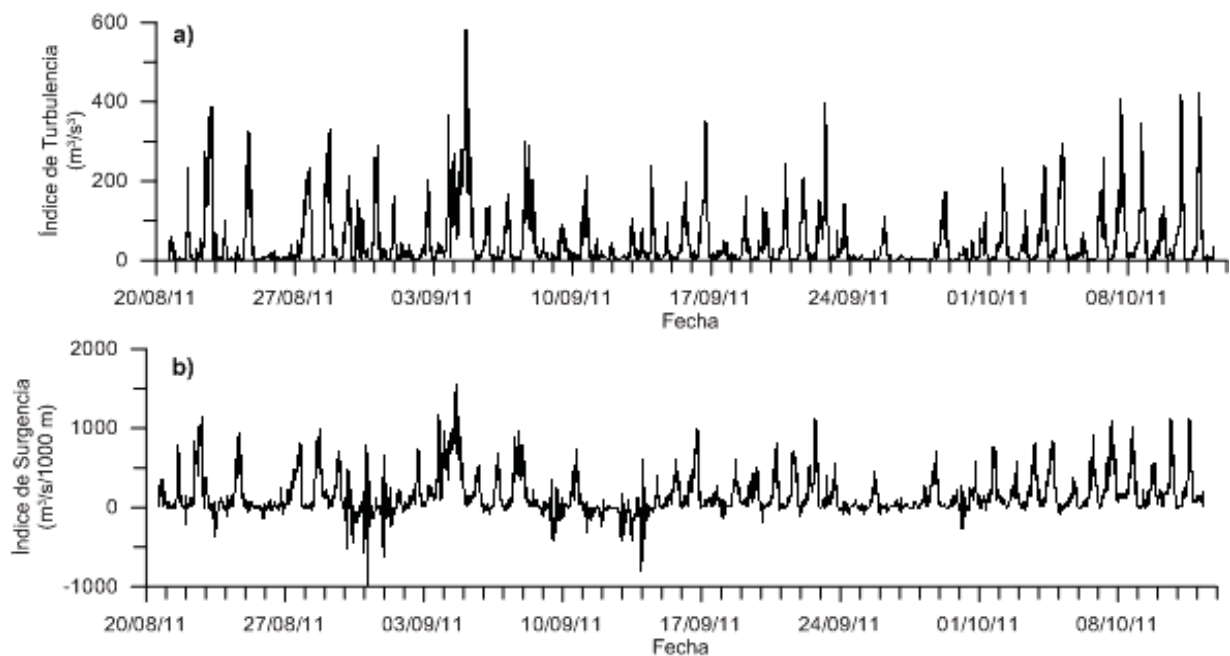
período de mediciones aproximadamente 2.000 km al WNW a una velocidad promedio de 1,68 m/s.

- **Índices de Turbulencia y Surgencia**

Campaña Invierno

Se calcularon los índices de turbulencia y surgencia para el análisis de la acción forzante del viento sobre la columna de agua. El primero da cuenta de la capacidad del viento de producir la mezcla turbulenta de la columna de agua, mientras que el segundo indica la capacidad del viento de producir transporte por advección. El resultado del cálculo de este índice (Figura 2.5-86), de acuerdo a los vientos locales registrados en el sector, indican que en el sector se presenta mayor probabilidad que se genere un transporte fuera de la costa y se genere la surgencia costera (índice de surgencia por sobre los 100 m³/s por 1.000 metros de costa), acompañado de una buena mezcla turbulenta (índice de turbulencia sobre 200 m³/s³).

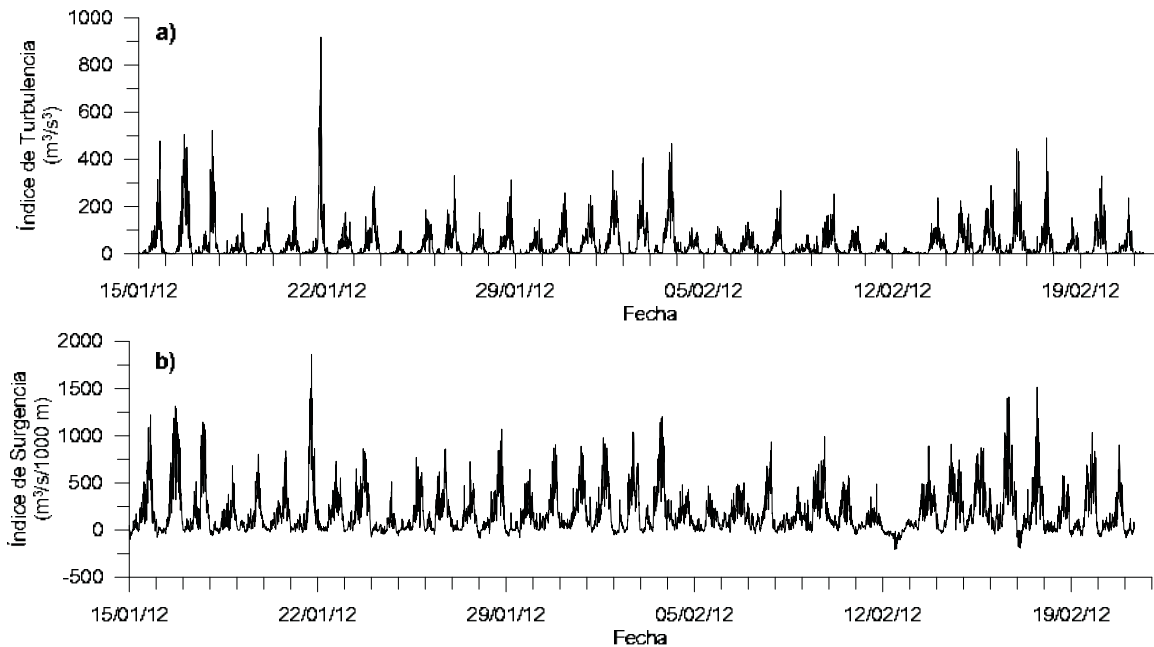
Figura 2.5-86. Series de Tiempo de los Índices de a) Turbulencia y b) Surgencia Estimados del Registro de Viento. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



Campaña Verano

En la campaña de verano, el resultado del cálculo de estos índices de acuerdo a los vientos locales registrados (Figura 2.5-87), muestra que sobre la fluctuación diaria de ambos índices producido por las variaciones diarias del viento (generado por la diferencia de calentamiento entre el mar y la tierra), existe una variación de 35 a 7 días en que se presentan vientos más intensos que producen índices más altos, y períodos en los cuales los índices son más bajos, lo cual es consistente con el proceso de surgencia, que a su vez se expresa como un peak de energía asociado a la variabilidad sinóptica, siendo estas variaciones más intensas en el año durante la primavera y el verano (época en que se realizó este estudio).

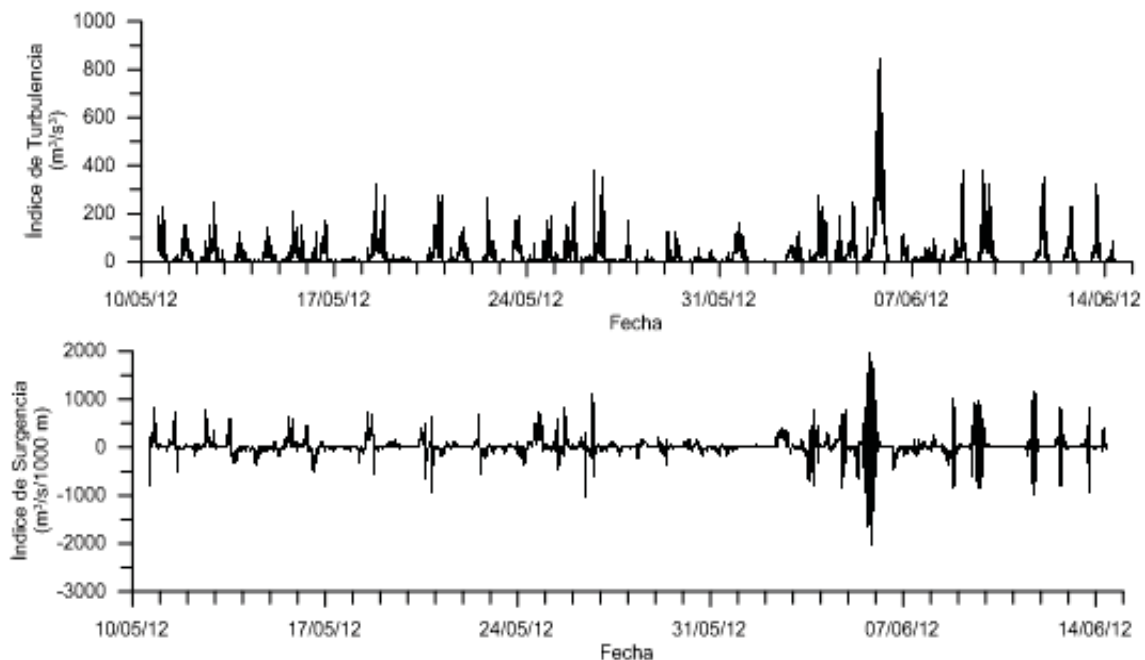
Figura 2.5-87. Series de Tiempo de los Índices de a) Turbulencia y b) Surgencia Estimados del Registro de Viento. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



Campaña Otoño

En la campaña de otoño, el resultado del cálculo de este índice (Figura 2.5-88), de acuerdo a los vientos locales registrados en el sector, indican que en el sector se presenta mayor probabilidad que se genere un transporte fuera de la costa y se genere la surgencia costera (índice de surgencia por sobre los 100 m³/s por 1.000 metros de costa), acompañado de una buena mezcla turbulenta (índice de turbulencia sobre 200 m³/s³), similar a lo observado en la campaña de invierno

Figura 2.5-88. Series de Tiempo de los Índices de a) Turbulencia y b) Surgencia Estimados del Registro de Viento. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

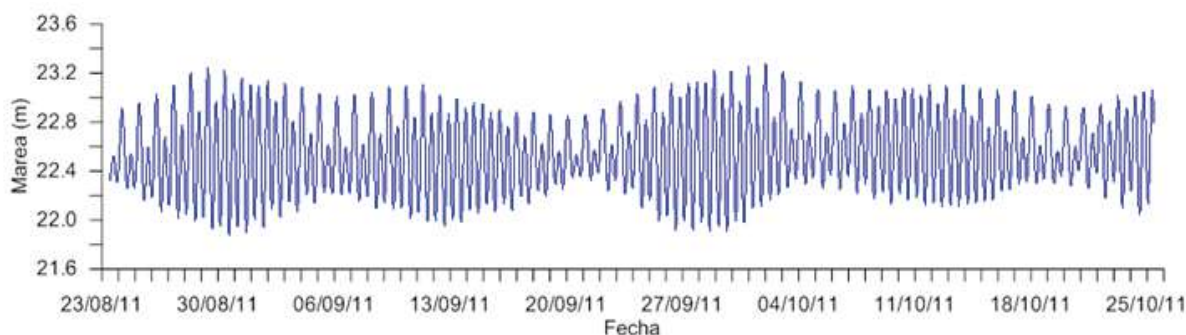


2.5.4.5.3. Corrientes Eulerianas

Campaña Invierno

De acuerdo con el registro de presión del ADCP Sonteck (Figura 2.5-89), este quedó fondeado a 22,68 m bajo el nivel medio del mar; de esta forma, la primera capa (Tabla 2.5-124), quedó entrada a 2,5 m de los transductores del ADCP, hallándose a 19,37 m del nivel medio del mar (NMM); en tanto que la capa 19 centrada a 20,5 m de los transductores, se halló a 1,37 m del NMM. El ADCP RDI, de acuerdo con el registro de presión (Figura 2.5-89), quedó fondeado a 20,95 m, estando la primera capa (Tabla 2.5-125), centrada a 1,61 m de los transductores y a 18,51 m bajo el NMM, y la capa 36 estaba a 19,11 m de los transductores y a 1,01 m del NMM.

Figura 2.5-89. Registro del Sensor de Presión (dbar) Convertido a Profundidad (m). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



ADCP RDI

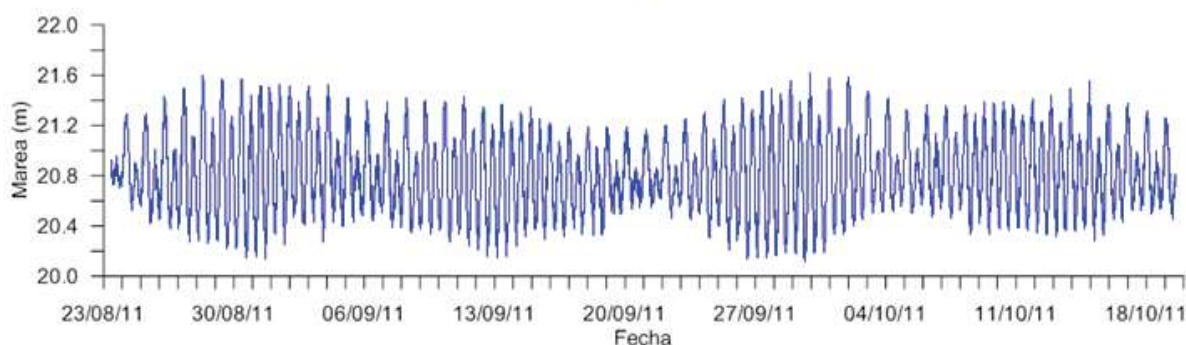


Tabla 2.5-124. Distribución de las Capas Medidas desde el Transductor del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Sector km 14 - Sontek						
Capa	Distancia al Transductor (m)			Profundidad (m) al NMM		
	Media	Inicio	Termino	Media	Inicio	Termino
1	2,5	2	3	19,37	18,87	19,87
2	3,5	3	4	18,37	17,87	18,87
3	4,5	4	5	17,37	16,87	17,87
4	5,5	5	6	16,37	15,87	16,87
5	6,5	6	7	15,37	14,87	15,87
6	7,5	7	8	14,37	13,87	14,87
7	8,5	8	9	13,37	12,87	13,87
8	9,5	9	10	12,37	11,87	12,87
9	10,5	10	11	11,37	10,87	11,87
10	11,5	11	12	10,37	9,87	10,87
11	12,5	12	13	9,37	8,87	9,87
12	13,5	13	14	8,37	7,87	8,87
13	14,5	14	15	7,37	6,87	7,87
14	15,5	15	16	6,37	5,87	6,87

Sector km 14 - Sontek						
Capa	Distancia al Transductor (m)			Profundidad (m) al NMM		
	Media	Inicio	Termino	Media	Inicio	Termino
15	16,5	16	17	5,37	4,87	5,87
16	17,5	17	18	4,37	3,87	4,87
17	18,5	18	19	3,37	2,87	3,87
18	19,5	19	20	2,37	1,87	2,87
19	20,5	20	21	1,37	0,87	1,87

**Tabla 2.5-125. Distribución de las Capas Medidas desde el Transductor del ADCP RDI.
Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011**

Sector km 14 – RDI						
Capa	Distancia al Transductor (m)			Profundidad (m) al NMM		
	Media	Inicio	Termino	Media	Inicio	Termino
1	1,61	1,36	1,86	18,51	18,26	18,76
2	2,11	1,86	2,36	18,01	17,76	18,26
3	2,61	2,36	2,86	17,51	17,26	17,76
4	3,11	2,86	3,36	17,01	16,76	17,26
5	3,61	3,36	3,86	16,51	16,26	16,76
6	4,11	3,86	4,36	16,01	15,76	16,26
7	4,61	4,36	4,86	15,51	15,26	15,76
8	5,11	4,86	5,36	15,01	14,76	15,26
9	5,61	5,36	5,86	14,51	14,26	14,76
10	6,11	5,86	6,36	14,01	13,76	14,26
11	6,61	6,36	6,86	13,51	13,26	13,76
12	7,11	6,86	7,36	13,01	12,76	13,26
13	7,61	7,36	7,86	12,51	12,26	12,76
14	8,11	7,86	8,36	12,01	11,76	12,26
15	8,61	8,36	8,86	11,51	11,26	11,76
16	9,11	8,86	9,36	11,01	10,76	11,26
17	9,61	9,36	9,86	10,51	10,26	10,76
18	10,11	9,86	10,36	10,01	9,76	10,26
19	10,61	10,36	10,86	9,51	9,26	9,76
20	11,11	10,86	11,36	9,01	8,76	9,26
21	11,61	11,36	11,86	8,51	8,26	8,76
22	12,11	11,86	12,36	8,01	7,76	8,26
23	12,61	12,36	12,86	7,51	7,26	7,76
24	13,11	12,86	13,36	7,01	6,76	7,26
25	13,61	13,36	13,86	6,51	6,26	6,76
26	14,11	13,86	14,36	6,01	5,76	6,26
27	14,61	14,36	14,86	5,51	5,26	5,76
28	15,11	14,86	15,36	5,01	4,76	5,26

Sector km 14 – RDI						
Capa	Distancia al Transductor (m)			Profundidad (m) al NMM		
	Media	Inicio	Termino	Media	Inicio	Termino
29	15,61	15,36	15,86	4,51	4,26	4,76
30	16,11	15,86	16,36	4,01	3,76	4,26
31	16,61	16,36	16,86	3,51	3,26	3,76
32	17,11	16,86	17,36	3,01	2,76	3,26
33	17,61	17,36	17,86	2,51	2,26	2,76
34	18,11	17,86	18,36	2,01	1,76	2,26
35	18,61	18,36	18,86	1,51	1,26	1,76
36	19,11	18,86	19,36	1,01	0,76	1,26

- **Estadística Descriptiva**

La estadística básica (Tabla 2.5-126) de las magnitudes de las corrientes indican que en el ADCP Sontek las corrientes en promedio fluctuaron entre 0,13 y 0,15 m/s (0,26 y 0,28 nudos, respectivamente) y las magnitudes máximas entre 0,5 (capa 13) y 1,31 m/s (capa 5) (en nudos entre 0,98 y 2,55). Según esto la columna es bastante homogénea en la intensidad de las corrientes, lo que se refleja en las desviaciones estándares y los coeficientes de variación. En el ADCP RDI (Tabla 2.5-127) las magnitudes promedio incrementan desde 0,06 m/s (0,11 nudos) en la capa de fondo (capa 1) hasta 0,14 m/s (0,28 nudos) en la capa superficial (capa 36); mientras que la menor magnitud máxima se registró en la capa 2 (0,26 m/s ó 0,51 nudos) y la máxima magnitud en la capa 35 (0,57 m/s ó 1,11 nudos). Los coeficientes de variación muestran que hay una mayor variabilidad en las capas más profundas (capas 1 a la 21 coeficientes mayores a 60).

Las frecuencias relativas de las observaciones del ADCP Sontek (Tabla 2.5-128 y Figura 2.5-90a) indican el predominio de las intensidades entre 5 y 20 cm/s, con frecuencias que van desde el 68,7% al 73,6% de los registros por capa. La mayor frecuencia relativa es del 28,21% obtenida en la capa 3 en el rango de corrientes entre 10 m y 15 cm/s.

En el ADCP RDI (Tabla 2.5-129 y Figura 2.5-90b) entre el 23,30 y el 43,07% de los registros de las capas se encuentra en el rango de magnitudes entre 5 y 10 cm/s, seguido por las corrientes con magnitudes entre 3 y 5 cm/s, con frecuencias relativas entre el 19,86 y 27,49% del registro de las capas 1 a la 15. De la capa 19 a la 36 la frecuencia relativa del rango 5 a 10 decrece y se incrementan las frecuencias relativas de las corrientes con magnitudes entre 10 y 15 cm/s, las cuales incrementan desde 19,97% en la capa 19 a 27,66% en la capa 35.

Las direcciones de las corrientes predominantes del ADCP Sontek (Tabla 2.5-130 y Figura 2.5-91a) fueron del NW (entre el 20,36 y 28,04% de los registros) y N (entre 23,15 y 26,06%), seguido por las corrientes del W (entre el 15,53 y el 17,84%) presentándose la mayor frecuencia relativa en la capa de fondo correspondiente a corrientes al NW.

En el ADCP RDI (Tabla 2.5-131 y Figura 2.5-91b) hay un cambio en la distribución de las frecuencias relativas de fondo a superficie, siendo más dominantes las corrientes al S y SW cerca del fondo, y a medida que se asciende hacia las capas superficiales van incrementando su dominancia las corrientes al N y NE.

Tabla 2.5-126. Estadística de la Magnitud de las Corrientes de cada Capa del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Sector km 14 - Sontek									
Capa	Profundidad [m]	N	Magnitud [m/s]				Coeficiente Variación	Magnitud (nudos)	
			Mínimo	Promedio	Máximo	Des. Est.		Promedio	Máximo
1	19,37	9062	0,001	0,14	0,94	0,07	53,28	0,27	1,82
2	18,37	9062	0,002	0,14	0,78	0,07	53,59	0,26	1,52
3	17,37	9062	0,001	0,14	0,98	0,08	55,99	0,26	1,90
4	16,37	9062	0,000	0,14	0,99	0,07	55,09	0,26	1,93
5	15,37	9062	0,000	0,13	1,31	0,07	53,79	0,26	2,55
6	14,37	9062	0,000	0,13	0,85	0,07	52,64	0,26	1,65
7	13,37	9062	0,001	0,13	0,96	0,07	52,81	0,26	1,86
8	12,37	9062	0,001	0,13	0,61	0,07	53,38	0,26	1,19
9	11,37	9062	0,000	0,13	0,74	0,07	53,89	0,26	1,44
10	10,37	9062	0,000	0,13	0,73	0,07	55,00	0,26	1,42
11	9,37	9062	0,001	0,13	0,52	0,07	52,78	0,26	1,01
12	8,37	9062	0,000	0,13	0,69	0,07	54,33	0,26	1,33
13	7,37	9062	0,000	0,13	0,50	0,07	53,78	0,26	0,98
14	6,37	9062	0,001	0,14	0,53	0,07	53,37	0,26	1,04
15	5,37	9062	0,002	0,14	0,54	0,07	54,30	0,27	1,04
16	4,37	9062	0,000	0,14	0,55	0,07	53,38	0,27	1,08
17	3,37	9062	0,000	0,14	0,61	0,08	54,36	0,27	1,18
18	2,37	9062	0,000	0,14	0,57	0,08	53,30	0,28	1,12
19	1,37	9062	0,003	0,15	0,62	0,08	53,95	0,28	1,20

Tabla 2.5-127. Estadística de la Magnitud de las Corrientes de cada Capa del ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Sector km 14 - RDI									
Capa	Profundidad [m]	N	Magnitud [m/s]				Coeficiente Variación	Magnitud (nudos)	
			Mínimo	Promedio	Máximo	Des. Est.		Promedio	Máximo
1	18,51	8228	0,10	5,62	26,80	3,40	60,52	0,11	0,52
2	18,01	8228	0,00	5,65	26,10	3,47	61,43	0,11	0,51
3	17,51	8228	0,10	6,13	26,59	3,70	60,33	0,12	0,52
4	17,01	8228	0,00	6,40	26,97	3,83	59,89	0,12	0,52
5	16,51	8228	0,10	6,48	26,77	3,86	59,64	0,13	0,52
6	16,01	8228	0,10	6,50	29,41	3,90	59,92	0,13	0,57
7	15,51	8228	0,00	6,58	30,08	3,97	60,28	0,13	0,58
8	15,01	8228	0,00	6,61	32,64	4,01	60,69	0,13	0,63
9	14,51	8228	0,10	6,71	31,80	4,08	60,81	0,13	0,62
10	14,01	8228	0,10	6,79	33,97	4,17	61,44	0,13	0,66
11	13,51	8228	0,00	6,94	36,53	4,27	61,44	0,13	0,71
12	13,01	8228	0,10	7,06	33,43	4,37	61,88	0,14	0,65

Sector km 14 - RDI									
Capa	Profundidad [m]	N	Magnitud [m/s]				Coeficiente Variación	Magnitud (nudos)	
			Mínimo	Promedio	Máximo	Des. Est.		Promedio	Máximo
13	12,51	8228	0,10	7,16	33,90	4,43	61,82	0,14	0,66
14	12,01	8228	0,10	7,34	37,46	4,54	61,92	0,14	0,73
15	11,51	8228	0,10	7,45	40,21	4,59	61,61	0,14	0,78
16	11,01	8228	0,10	7,66	38,49	4,68	61,16	0,15	0,75
17	10,51	8228	0,00	7,77	40,67	4,79	61,62	0,15	0,79
18	10,01	8228	0,10	7,93	39,60	4,84	60,98	0,15	0,77
19	9,51	8228	0,00	8,10	41,79	4,96	61,24	0,16	0,81
20	9,01	8228	0,10	8,35	42,47	5,02	60,15	0,16	0,83
21	8,51	8228	0,10	8,54	40,26	5,12	60,00	0,17	0,78
22	8,01	8228	0,10	8,75	48,08	5,21	59,60	0,17	0,93
23	7,51	8228	0,10	8,95	47,97	5,34	59,67	0,17	0,93
24	7,01	8228	0,14	9,20	50,74	5,44	59,05	0,18	0,99
25	6,51	8228	0,14	9,47	46,67	5,55	58,57	0,18	0,91
26	6,01	8228	0,00	9,73	42,86	5,62	57,75	0,19	0,83
27	5,51	8228	0,10	10,01	44,10	5,79	57,84	0,19	0,86
28	5,01	8228	0,22	10,39	47,05	5,85	56,26	0,20	0,91
29	4,51	8228	0,14	10,64	43,07	5,97	56,06	0,21	0,84
30	4,01	8228	0,10	11,03	43,82	6,12	55,50	0,21	0,85
31	3,51	8228	0,00	11,39	47,59	6,25	54,92	0,22	0,93
32	3,01	8228	0,20	11,73	55,03	6,41	54,70	0,23	1,07
33	2,51	8228	0,00	12,05	52,44	6,60	54,78	0,23	1,02
34	2,01	8228	0,10	12,23	53,37	6,78	55,39	0,24	1,04
35	1,51	8228	0,10	12,79	56,88	7,09	55,40	0,25	1,11
36	1,01	8228	0,10	14,32	51,34	7,80	54,45	0,28	1,00

Tabla 2.5-128. Frecuencia Relativa de las Observaciones por Rango de Magnitudes del ADCP Sontek. Sontek, Campaña de Invierno de 2011

Sector km 14 - Sontek									
capa	Rango de Magnitud (cm/s)								
	<1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 5,0	5,0 – 10,0	10,0 – 15,0	15,0 – 20,0	20,0 – 25,0	25,0 – 30,0	>30,0
1	1,03	2,57	6,29	22,94	27,71	19,77	11,66	5,31	2,71
2	1,06	2,87	6,33	24,78	27,11	20,18	10,80	4,41	2,44
3	1,15	2,96	6,76	24,31	28,21	19,21	10,20	4,57	2,64
4	1,21	2,94	6,28	24,78	27,23	19,63	10,94	4,60	2,38
5	0,95	3,06	6,29	25,55	27,92	19,53	10,59	4,36	1,75
6	0,92	3,23	6,62	26,02	27,60	19,95	9,82	3,97	1,86
7	1,04	3,08	6,40	24,95	28,01	19,44	10,79	4,47	1,82
8	1,05	3,15	6,64	25,12	27,76	19,45	10,45	4,23	2,15
9	0,97	3,08	6,85	26,20	26,45	20,04	10,45	3,86	2,10

Sector km 14 - Sontek									
capa	Rango de Magnitud (cm/s)								
	<1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 5,0	5,0 – 10,0	10,0 – 15,0	15,0 – 20,0	20,0 – 25,0	25,0 – 30,0	>30,0
10	1,30	2,85	7,25	26,61	27,28	18,37	9,89	4,23	2,23
11	0,97	2,81	5,98	25,44	28,07	19,89	10,48	4,08	2,27
12	1,25	3,20	7,13	24,58	26,82	19,54	10,84	4,22	2,44
13	1,29	3,47	6,70	25,25	26,42	19,82	10,41	4,56	2,10
14	1,13	2,76	6,25	24,90	27,52	20,05	10,67	4,28	2,45
15	1,14	2,94	6,58	23,85	27,02	19,45	11,34	4,79	2,89
16	0,99	3,11	5,59	23,59	26,90	20,51	11,13	5,20	2,96
17	1,18	3,05	5,89	23,80	25,89	20,57	11,38	5,25	2,99
18	0,86	2,43	5,87	22,94	25,99	20,32	12,17	5,86	3,56
19	0,71	2,41	6,03	22,19	26,12	20,35	12,07	5,96	4,17

Tabla 2.5-129. Frecuencia Relativa de las Observaciones por Rango de Magnitudes del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Sector km 14 – RDI									
capa	Rango de Magnitud [cm/s]								
	<1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 5,0	5,0 – 10,0	10,0 – 15,0	15,0 – 20,0	20,0 – 25,0	25,0 – 30,0	>30,0
1	6,54	16,19	27,49	39,22	8,79	1,59	0,17	0,01	0,00
2	6,53	16,50	26,90	39,18	8,80	1,85	0,21	0,04	0,00
3	5,93	14,62	23,35	41,83	11,70	2,10	0,44	0,02	0,00
4	5,09	13,28	23,06	42,70	12,59	2,72	0,53	0,02	0,00
5	5,32	12,74	22,41	43,07	13,04	2,78	0,58	0,05	0,00
6	4,79	13,28	22,54	42,88	13,02	2,83	0,61	0,05	0,00
7	5,09	12,36	22,96	42,33	13,28	3,34	0,53	0,09	0,01
8	4,29	13,27	22,85	42,36	13,16	3,28	0,63	0,15	0,01
9	4,38	12,26	22,86	42,16	13,93	3,50	0,70	0,18	0,02
10	4,82	12,28	21,62	42,16	14,49	3,61	0,80	0,17	0,05
11	4,52	11,79	20,81	42,85	15,08	3,79	0,89	0,22	0,05
12	4,62	11,25	20,81	42,23	15,50	4,23	1,03	0,27	0,06
13	3,90	11,41	21,12	41,80	15,85	4,52	1,07	0,28	0,05
14	4,07	10,74	19,87	42,59	16,13	5,02	1,18	0,26	0,15
15	3,99	10,38	19,86	41,81	17,06	5,30	1,17	0,32	0,12
16	3,43	10,37	18,55	42,63	17,29	5,76	1,49	0,34	0,13
17	3,48	10,04	18,51	41,31	18,56	5,98	1,57	0,41	0,15
18	3,43	9,31	18,21	41,41	18,72	6,76	1,63	0,39	0,16
19	3,48	9,15	17,39	40,65	19,97	6,90	1,87	0,38	0,21
20	2,97	8,80	16,42	40,98	20,60	7,45	2,04	0,55	0,19
21	2,60	8,17	16,26	40,62	21,05	8,39	2,14	0,52	0,26
22	2,46	7,64	15,90	39,77	22,20	8,69	2,52	0,60	0,23
23	2,77	7,21	14,77	39,22	23,14	9,30	2,54	0,75	0,30

Sector km 14 – RDI									
capa	Rango de Magnitud [cm/s]								
	<1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 5,0	5,0 – 10,0	10,0 – 15,0	15,0 – 20,0	20,0 – 25,0	25,0 – 30,0	>30,0
24	2,55	6,77	14,34	38,99	23,42	9,63	3,12	0,84	0,34
25	2,11	6,66	13,24	38,25	24,54	10,63	3,23	0,91	0,43
26	2,42	5,98	12,48	37,55	24,54	11,96	3,56	1,13	0,38
27	2,26	5,97	11,96	35,80	25,53	12,74	3,94	1,32	0,47
28	1,97	5,03	11,07	35,33	26,84	13,08	4,92	1,23	0,53
29	1,74	4,75	10,88	34,20	27,02	14,21	5,07	1,36	0,78
30	1,56	4,91	8,96	34,10	27,04	15,23	5,74	1,67	0,80
31	1,30	3,89	9,53	32,18	27,36	16,37	6,51	1,86	1,00
32	1,19	3,83	8,96	30,69	27,69	17,00	7,21	2,28	1,15
33	1,19	3,59	9,12	28,79	27,82	17,82	7,72	2,59	1,37
34	1,20	3,68	8,30	29,04	27,39	17,76	7,97	3,10	1,56
35	1,12	3,34	7,39	27,63	27,66	17,96	9,05	3,55	2,30
36	0,89	2,65	6,03	23,30	25,66	19,74	12,38	5,61	3,74

Figura 2.5-90. Frecuencias Relativas por Rango de Magnitudes de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

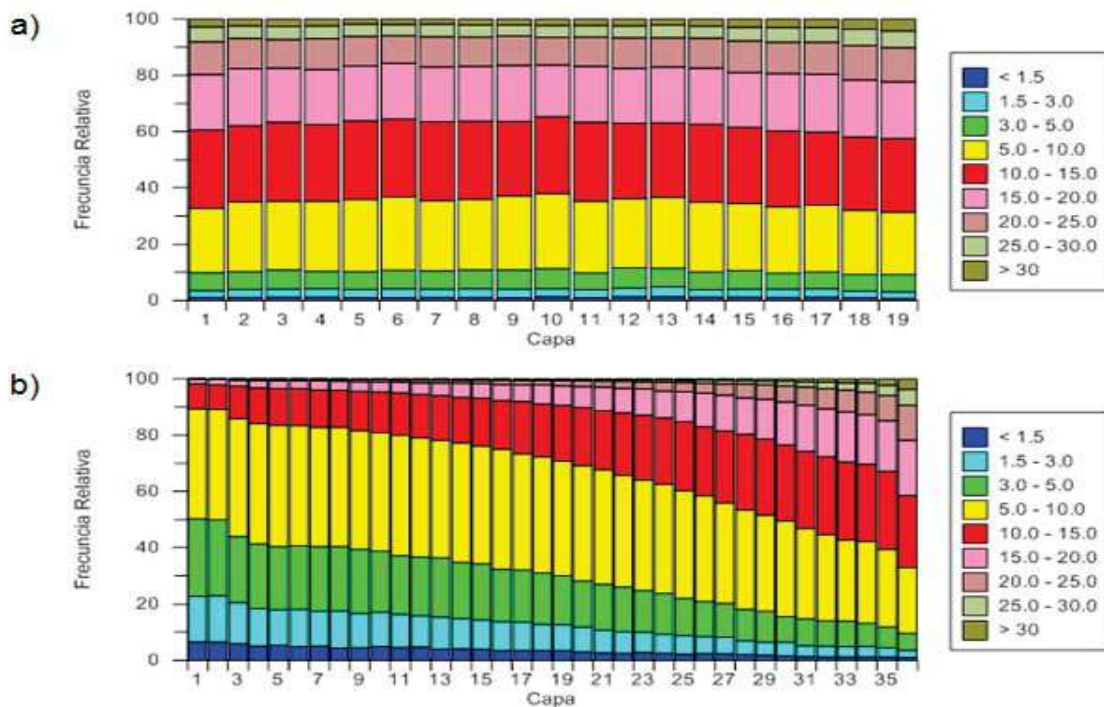


Tabla 2.5-130. Frecuencia Relativa de la Corriente por Rango de Dirección en cada Capa del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

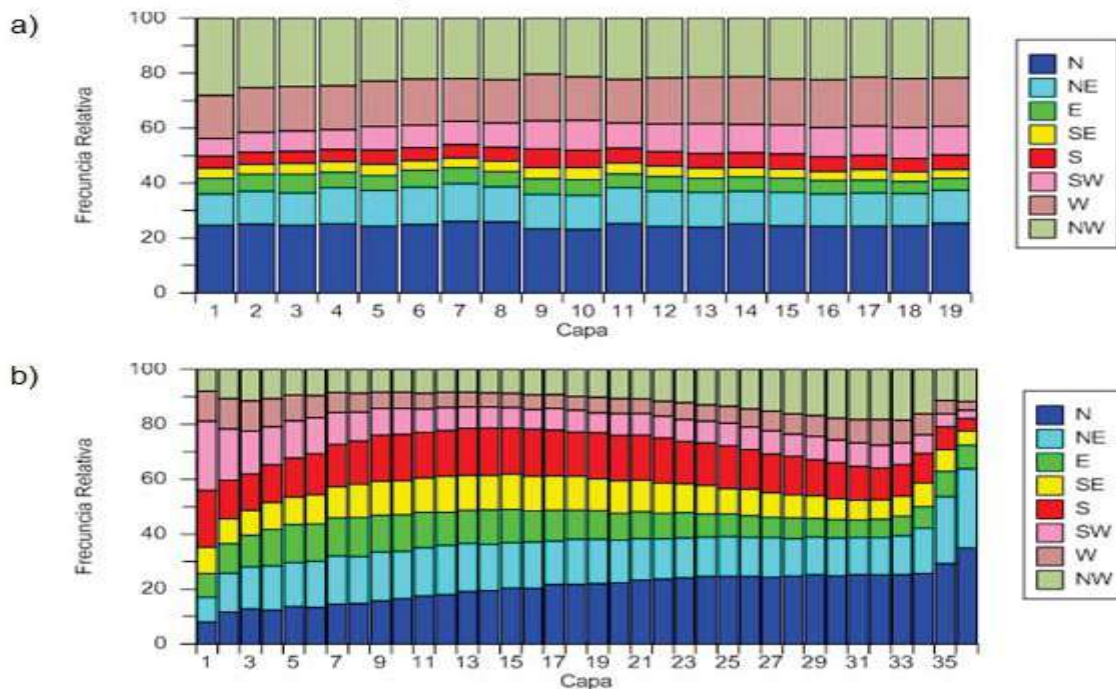
Sector km 14 - Sontek								
Capa	Dirección							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	24,58	11,50	5,55	3,82	4,31	6,49	15,71	28,04
2	25,04	12,03	6,11	3,69	4,40	7,19	16,22	25,31
3	24,52	11,98	6,68	4,06	4,40	7,38	16,01	24,96
4	25,24	12,97	5,71	3,90	4,37	7,33	16,00	24,50
5	24,29	12,97	5,53	4,12	5,20	8,45	16,65	22,80
6	24,91	13,62	6,10	3,51	4,70	8,23	16,77	22,16
7	26,06	13,82	5,66	3,62	4,88	8,47	15,53	21,96
8	25,93	12,68	5,57	3,74	5,13	8,86	15,77	22,31
9	23,35	12,51	5,62	4,19	6,75	10,31	16,91	20,36
10	23,15	12,41	5,63	4,43	6,28	10,97	15,91	21,22
11	25,31	12,91	5,07	4,04	5,31	9,30	15,76	22,30
12	24,16	12,94	5,24	3,95	5,20	10,04	16,77	21,69
13	24,02	12,64	5,05	3,73	5,27	10,87	16,96	21,45
14	25,23	11,85	5,19	3,43	5,36	10,38	17,25	21,31
15	24,43	12,22	5,08	3,38	5,46	10,55	16,75	22,14
16	24,38	11,75	4,83	3,26	5,27	10,72	17,40	22,39
17	24,29	12,16	4,61	3,91	5,15	10,67	17,84	21,36
18	24,42	11,75	4,43	3,42	4,92	11,22	17,81	22,03
19	25,44	11,92	4,30	3,31	5,32	10,41	17,66	21,65

Tabla 2.5-131. Frecuencia Relativa de la Corriente por Rango de Dirección en cada Capa del ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Sector km 14 – RDI								
Capa	Dirección							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	7,92	9,10	8,67	9,53	20,76	25,16	10,90	7,96
2	11,59	14,16	10,77	8,98	14,13	18,68	11,12	10,56
3	12,77	15,31	11,56	9,03	13,17	15,64	11,01	11,50
4	12,34	16,14	13,21	9,86	13,71	13,86	10,23	10,66
5	13,67	16,04	13,73	10,12	14,10	13,62	9,29	9,42
6	13,33	16,82	13,55	10,68	14,91	13,03	8,18	9,49
7	14,51	17,51	13,84	11,36	15,42	11,69	7,19	8,46
8	14,79	17,09	14,13	12,12	15,73	10,59	6,87	8,69
9	15,74	17,74	13,33	12,51	16,71	9,70	5,97	8,30
10	16,43	17,38	13,31	12,29	16,83	9,46	6,00	8,30
11	17,50	17,65	12,79	12,52	16,61	8,56	5,70	8,68
12	18,06	17,87	12,01	13,14	16,70	8,37	5,48	8,37

Sector km 14 – RDI								
Capa	Dirección							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
13	19,13	17,55	12,02	12,70	17,10	7,78	5,38	8,34
14	19,37	16,97	12,47	12,62	17,16	7,60	5,20	8,62
15	20,33	16,65	11,95	12,98	16,66	7,56	5,24	8,63
16	20,15	16,98	11,27	12,64	17,20	7,17	5,36	9,24
17	21,61	15,97	11,12	12,54	16,69	7,81	5,04	9,21
18	21,69	16,43	10,54	12,37	16,14	7,94	5,03	9,86
19	22,07	16,07	10,42	11,55	16,81	7,28	5,72	10,09
20	22,23	15,52	9,86	11,81	16,57	7,89	5,48	10,65
21	23,27	15,11	9,86	11,45	16,33	7,91	5,29	10,78
22	23,64	14,68	9,24	11,02	16,36	7,97	5,47	11,62
23	24,14	14,47	9,27	10,43	15,40	8,00	6,21	12,08
24	24,54	14,43	8,42	10,38	15,45	7,96	5,93	12,89
25	24,55	14,54	8,20	9,32	15,58	8,17	6,22	13,42
26	24,56	14,27	7,94	9,72	14,24	8,19	6,66	14,41
27	24,37	14,33	7,49	8,92	14,04	8,48	7,11	15,26
28	24,71	13,72	7,45	8,40	14,06	8,07	7,41	16,18
29	25,34	13,60	6,78	8,33	13,04	8,46	7,63	16,82
30	24,83	13,82	6,67	7,49	13,20	8,31	7,95	17,73
31	25,29	13,43	6,50	7,12	12,31	8,63	8,52	18,19
32	25,19	13,58	6,59	7,22	11,55	8,35	9,22	18,30
33	25,32	14,18	6,96	7,33	11,46	8,02	8,24	18,49
34	25,68	16,50	7,81	8,58	10,83	6,79	7,57	16,23
35	29,28	24,38	9,19	7,83	8,45	4,74	4,85	11,29
36	35,03	28,84	8,50	5,31	4,42	3,03	3,14	11,74

Figura 2.5-91. Frecuencias Relativas por Rango de Dirección de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



- **Flujo Residual y Vectores Progresivos**

En el ADCP Sontek, el análisis del flujo residual o neto (Tabla 2.5-132 y Figura 2.5-92) indica que las corrientes residuales en toda la columna de agua fueron al NNW y que podrían haber transportado una partícula pasiva entre 319,5 y 437,75 km en dicha dirección (Figura 2.5-93), con una velocidad residual que fluctúa entre 5,88 y 8,05 cm/s.

En el caso del ADCP RDI este análisis muestra una situación más variable (Tabla 2.5-133 y Figura 2.5-92). Los flujos netos en las capas de fondo (1 a 3) fluctuaron entre SSW y el WSW, para pasar flujos al S en la cuarta capa, desde la cual van rotando en sentido antihorario hasta dirigirse al N en las capas superficiales. La velocidad neta menor se obtuvo en la capa 4 (0,11 cm/s) que podría haber transportado una partícula pasiva al S unos 5,64 km durante el periodo de mediciones (Figura 2.5-93). La mayor velocidad neta se registró en la capa superficial (9,87 cm/s) hacia el NNE transportando una partícula a 487,19 km.

Tabla 2.5-132. Flujo Neto (Dirección y Magnitud) y Distancia Transportada ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Sector km 14 - Corrientes					
Capa	Profundidad [m]	Dirección [grados]		Magnitud [cm/s]	Distancia [km]
1	19,37	329,55	(NNW)	8,05	437,75
2	18,37	330,55	(NNW)	7,52	408,76
3	17,37	331,41	(NNW)	7,14	388,32
4	16,37	333,76	(NNW)	7,24	393,88
5	15,37	330,88	(NNW)	6,72	365,16
6	14,37	333,66	(NNW)	6,75	366,89
7	13,37	336,12	(NNW)	6,98	379,43
8	12,37	333,35	(NNW)	6,84	371,64
9	11,37	327,94	(NNW)	5,88	319,64
10	10,37	327,93	(NNW)	5,88	319,50
11	9,37	333,05	(NNW)	6,76	367,76
12	8,37	330,33	(NNW)	6,57	357,36
13	7,37	328,62	(NNW)	6,52	354,59
14	6,37	328,54	(NNW)	6,69	363,55
15	5,37	328,64	(NNW)	6,85	372,39
16	4,37	326,31	(NNW)	7,06	384,05
17	3,37	327,11	(NNW)	6,96	378,58
18	2,37	326,40	(NNW)	7,27	395,27
19	1,37	328,61	(NNW)	7,50	437,75

Tabla 2.5-133. Flujo Neto (Dirección y Magnitud) y Distancia Transportada ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Sector km 14 – Corrientes y Oleaje					
Capa	Profundidad [m]	Dirección [grados]		Magnitud [cm/s]	Distancia [km]
1	18,51	209,10	(SSW)	2,18	107,76
2	18,01	223,27	(SW)	0,76	37,33
3	17,51	252,23	(WSW)	0,39	19,39
4	17,01	172,46	(S)	0,11	5,64
5	16,51	107,53	(ESE)	0,33	16,16
6	16,01	101,78	(ESE)	0,51	25,29
7	15,51	90,22	(E)	0,78	38,60
8	15,01	90,46	(E)	0,92	45,60
9	14,51	85,81	(E)	1,04	51,16
10	14,01	82,67	(E)	1,10	54,47
11	13,51	74,96	(ENE)	1,18	58,32
12	13,01	73,75	(ENE)	1,24	61,25

Sector km 14 – Corrientes y Oleaje					
Capa	Profundidad [m]	Dirección [grados]		Magnitud [cm/s]	Distancia [km]
13	12,51	67,86	(ENE)	1,27	62,59
14	12,01	66,10	(ENE)	1,34	66,35
15	11,51	62,48	(ENE)	1,35	66,82
16	11,01	59,85	(ENE)	1,38	68,22
17	10,51	53,68	(NE)	1,38	67,95
18	10,01	49,59	(NE)	1,45	71,68
19	9,51	45,83	(NE)	1,46	72,15
20	9,01	39,27	(NE)	1,47	72,35
21	8,51	34,60	(NE)	1,55	76,59
22	8,01	28,39	(NNE)	1,59	78,28
23	7,51	21,56	(NNE)	1,73	85,34
24	7,01	15,98	(NNE)	1,86	92,03
25	6,51	11,25	(N)	2,05	101,10
26	6,01	6,90	(N)	2,20	108,74
27	5,51	1,48	(N)	2,42	119,50
28	5,01	358,10	(N)	2,64	130,36
29	4,51	355,13	(N)	2,90	143,19
30	4,01	352,22	(N)	3,18	157,00
31	3,51	349,98	(N)	3,48	171,62
32	3,01	349,46	(N)	3,74	184,88
33	2,51	354,11	(N)	3,92	193,58
34	2,01	8,08	(N)	4,25	209,84
35	1,51	22,54	(NNE)	6,60	325,72
36	1,01	18,90	(NNE)	9,87	487,19

Figura 2.5-92. Flujo Residual (Neto) de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

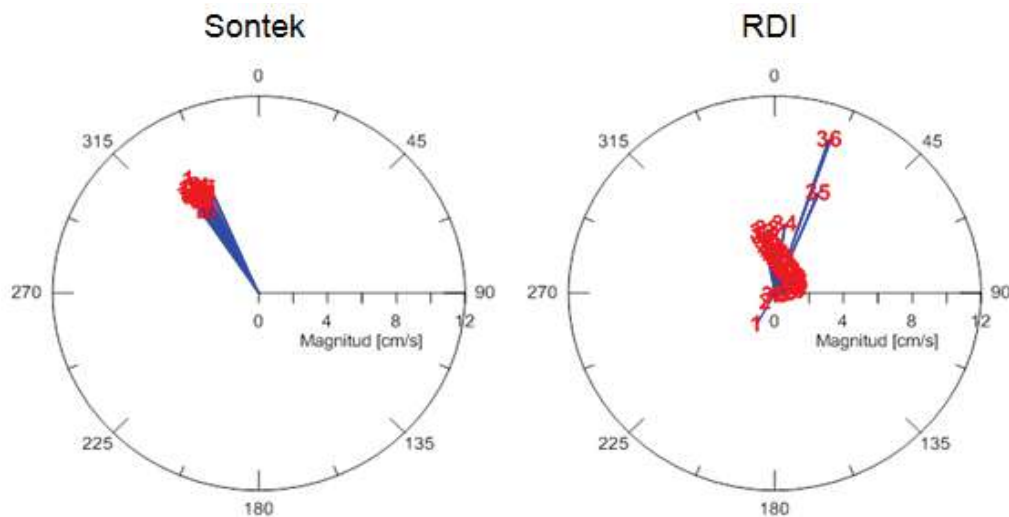
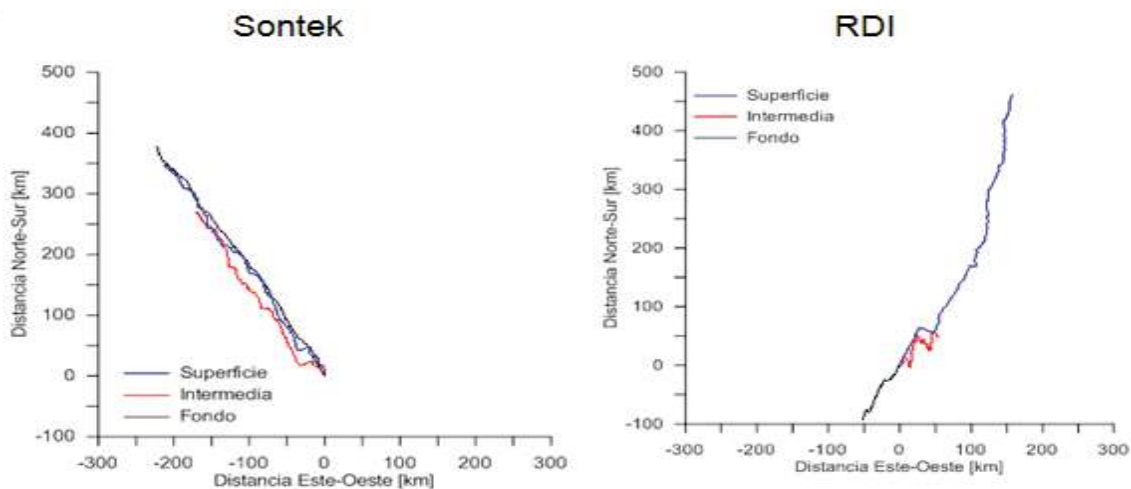


Figura 2.5-93. Diagrama de Vectores Progresivos de las Capas de Fondo, Intermedia y la más Cercana a la Superficie. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



- Análisis Espectral**

El análisis espectral del ADCP Sontek (Figura 2.5-94) de los datos horarios de corrientes en la capa de fondo, muestra un peak energético en los periodos correspondientes entre 2 y 3 días (48 a 72 horas) en la componente v (N-S), correspondiente a la variación sinóptica. En la componente u (E-W) se obtuvieron dos peaks de igual intensidad, el primero entre los 2 y 4 días (38 a 96 horas) y el segundo cercano a las 24 horas, correspondiente a las variaciones diarias de la corriente.

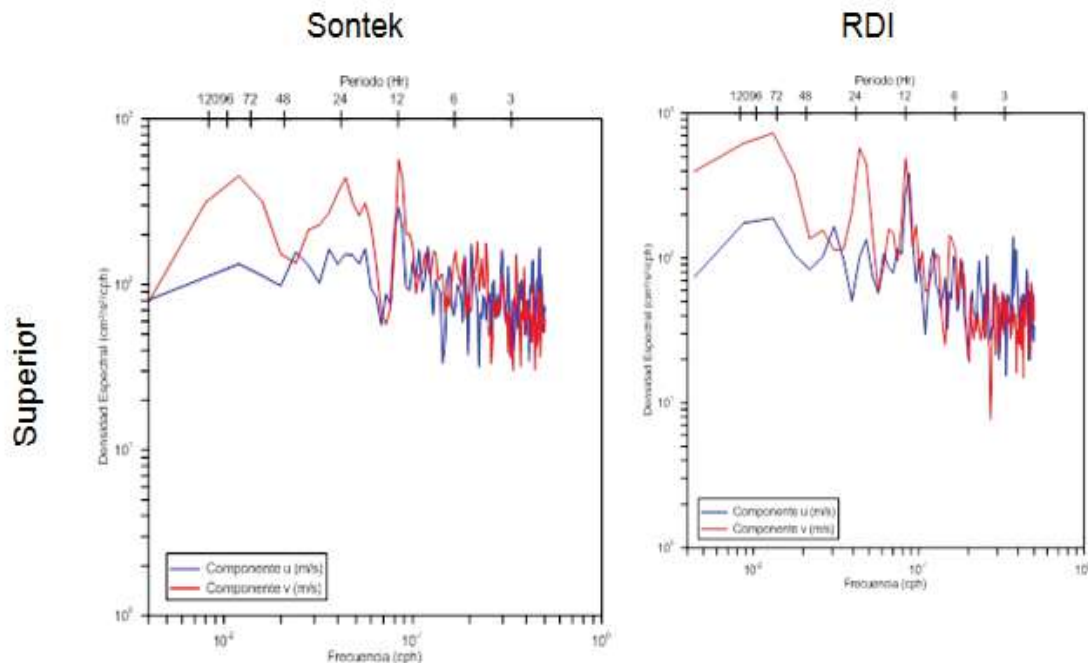
En la capa intermedia, la energía se incrementa en ambas componentes, siendo los peaks de las 12 y 24 horas los más intensos (en especial en la componente v), las que corresponden a la

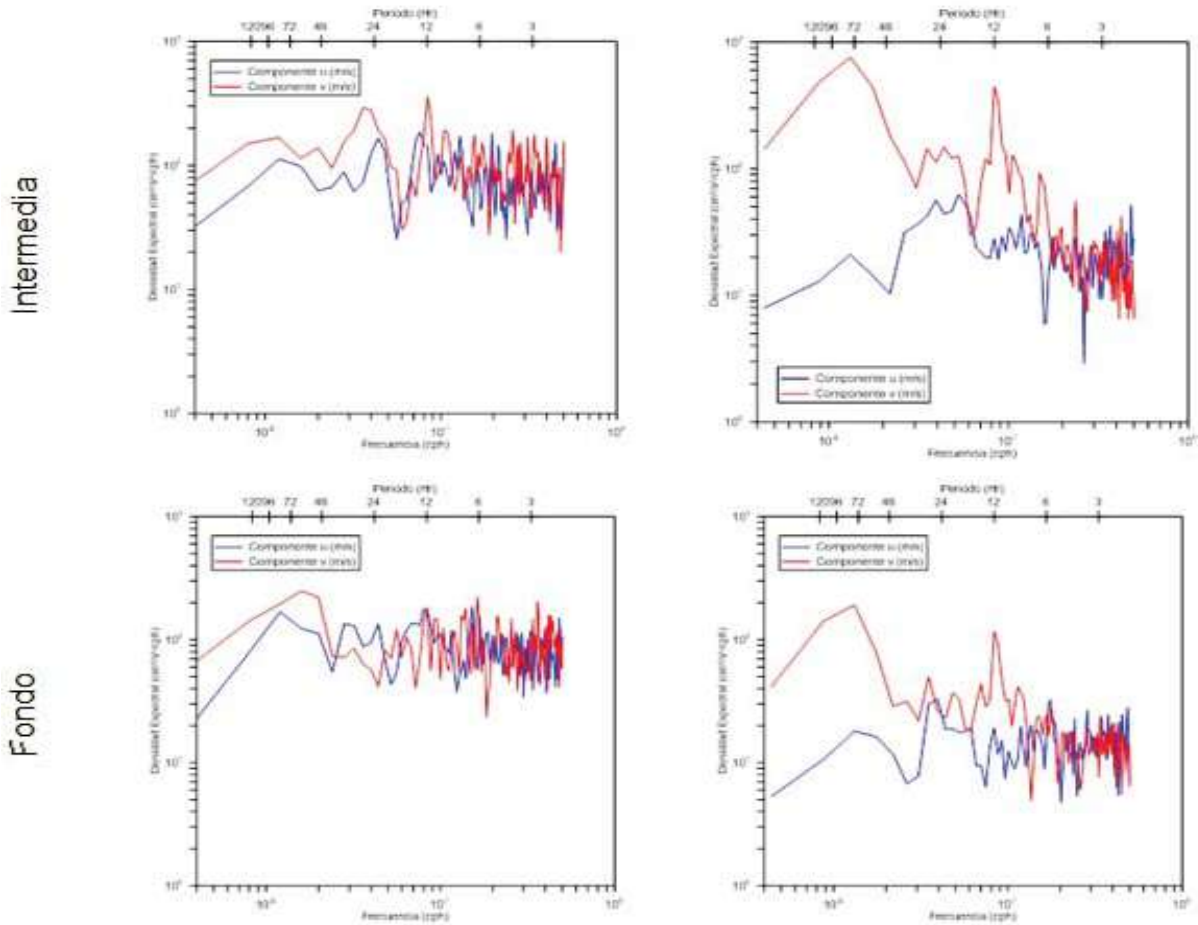
variación diaria asociadas a la forzante mareal. Asimismo, presentan un peak de menor energía entre las 72 y 120 horas (3 a 5 días). Cabe mencionar que en la capa superficial los aportes energéticos de los forzantes son distintos en las componentes ortogonales de la corriente; las mayores energías se obtuvieron en la componente v (N-S) en los periodos asociados a las variaciones diarias (12 y 24 horas) y en las variaciones sinópticas (72 a 120 horas, 3 a 5 días).

En el ADCP RDI (Figura 2.5-94) los resultados muestran en toda la columna de agua peaks energéticos más definidos y con la componente v con más energía que la componente u. En la capa de fondo en la componente v el peak correspondiente a frecuencias sinópticas (72 a 120 horas) es el de mayor intensidad. Luego se presenta el peak de las 12 horas (componente mareal) y un tercer peak correspondiente a las 24 horas, pero de mucha menor intensidad. En la componente u el peak más importante es el de las 24 horas, seguido por el sinóptico y el de las 12 horas.

En la capa intermedia el esquema se repite, con la diferencia que en la componente v aparece otro peak en los periodos de las 6 horas, que corresponde a las variaciones mareales. En la capa superficial, los peaks están mejor definidos, quedando claro la influencia mareal y del ciclo diario del viento (12 y 24 horas), por un lado, y por otro, la fuerte influencia sinóptica del viento (72 a 120 horas).

Figura 2.5-94. Espectros de las Componentes u y v de la Corriente en las Capas de Fondo, Intermedia y más Cercana a la Superficie. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

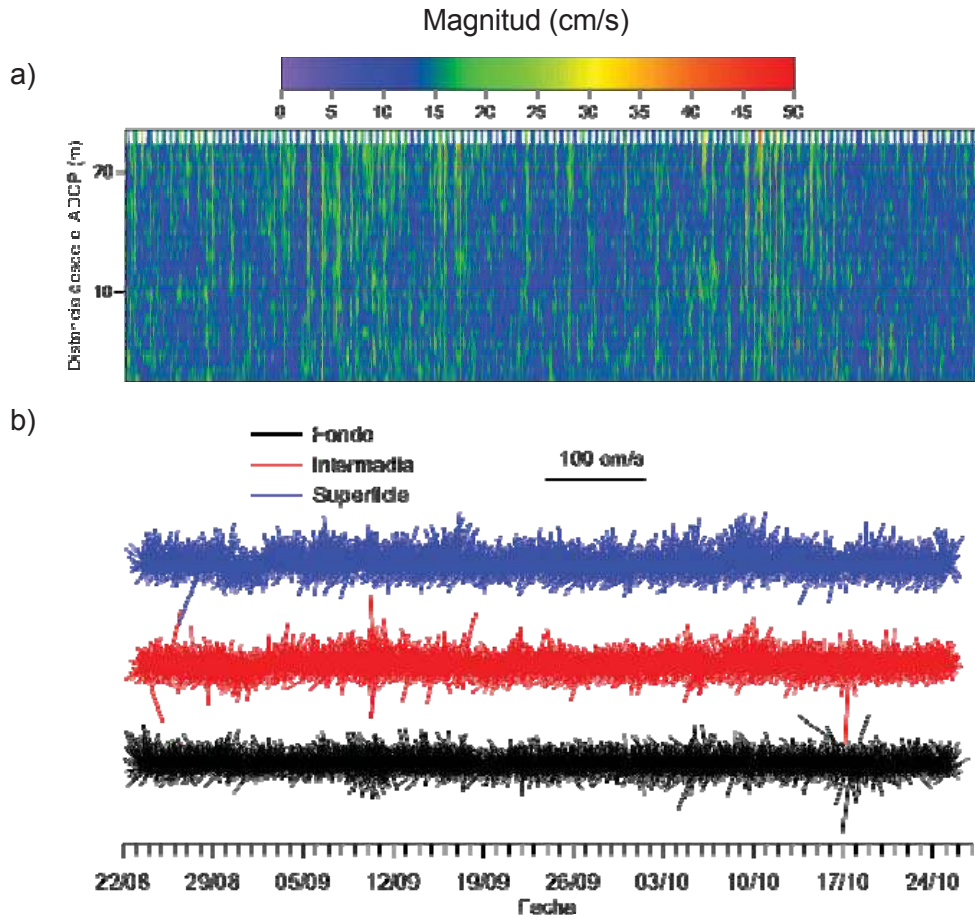




- **Series de Tiempo**

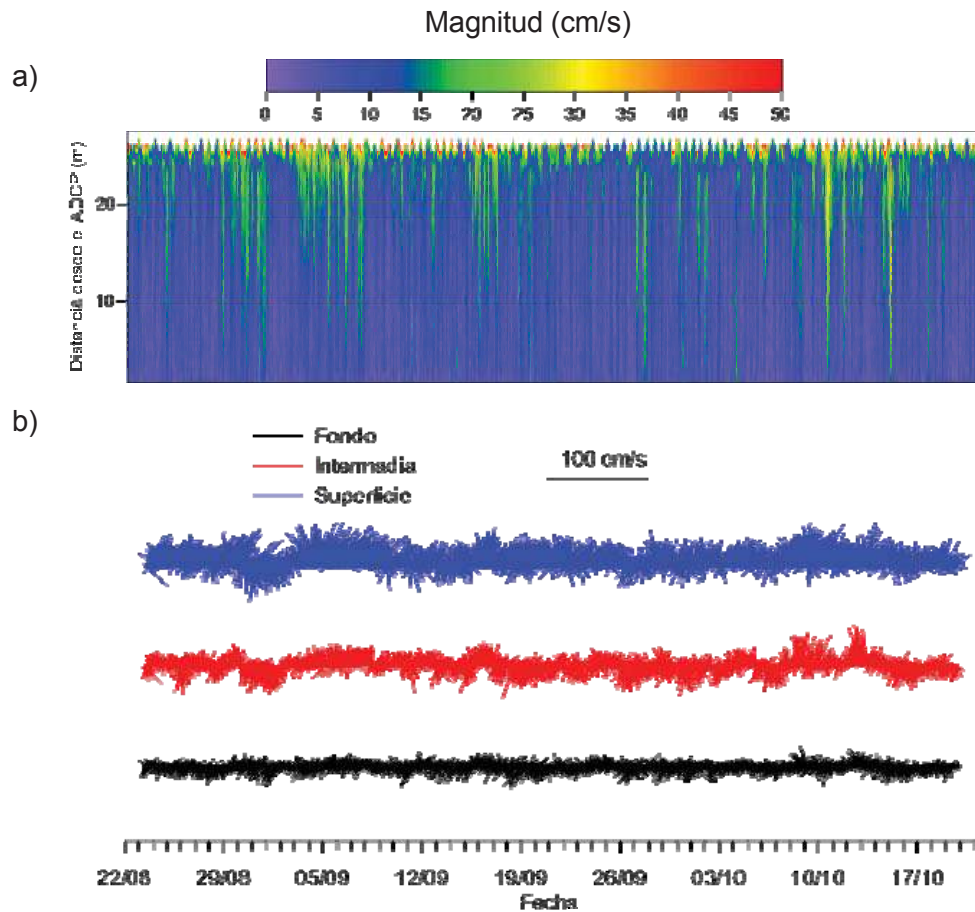
La revisión de la serie de tiempo de la magnitud de la corriente en profundidad del ADCP Sontek (Figura 2.5-95 (a)) muestra una columna de agua que en promedio presenta corrientes con intensidades menores a 15 cm/s, y que durante los periodos de tiempo en los cuales se incrementa las velocidades, la tendencia es que casi toda la columna sufra el aceleramiento de las corrientes. Los vectores de las corrientes (Figura 2.5-95 (b)) en las capas de superficie, intermedia y de fondo, muestran el mismo comportamiento en el tiempo, con una variabilidad diaria y algunos períodos de mayores intensidades de las corrientes.

Figura 2.5-95. Registro de Corrientes en la Columna de Agua a) Variación en Tiempo y Distancia al ADCP Sontek de la Magnitud de la Corriente, y b) Vectores de Corrientes en las Capas de Fondo, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



En el ADCP RDI, la serie de tiempo muestra (Figura 2.5-96 (a)) que entre los transductores y a una distancia de 20 m de éstos, normalmente las corrientes son menores a 15 cm/s, y que entre la superficie libre y aproximadamente 5 m, y alrededor de 2 m bajo ésta, las corrientes son más intensas. Se observan 5 eventos en los cuales la perturbación en superficie genera un aceleramiento de las capas más profundas; estos eventos tienen duraciones en el tiempo de varios días. Los vectores de corrientes de las distintas capas (Figura 2.5-96 (b)) muestran claramente lo indicado (el incremento de las corrientes desde el fondo hacia la superficie), así como los incrementos de las velocidades en los distintos eventos, los cuales no sólo muestran dicha intensificación de la corriente, sino que además cambios en las direcciones de los flujos. En algunos, por ejemplo en el evento que ocurrió entre el 30 de agosto y el primero de septiembre, las corrientes en las capas de superficie e intermedia se dirigieron hacia el sur-suroeste, y en el evento que ocurrió entorno del 10 de octubre las corrientes tendieron a dirigirse hacia el norte.

Figura 2.5-96. Registro de Corrientes en la Columna de Agua a) Variación en Tiempo y Distancia al ADCP RDI de la Magnitud de la Corriente, y b) Vectores de Corrientes en las Capas de Fondo, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



- **Relaciones con los Forzantes**

Las correlaciones cruzadas, análisis en el dominio del tiempo (Figura 2.5-97) de las componentes ortogonales de las corrientes registradas con el ADCP Sontek con la marea y las componentes ortogonales del viento, indican correlaciones inversas de la marea con la componente u de la corriente en las tres capas (fondo, intermedia y superficie) y relaciones directas entre la marea y la componente v de la corriente. En ambos casos, la máxima correlación se produce entre tres y cuatro horas después en la capa de fondo. Las correlaciones de la componente u del viento con las componentes del viento presentan correlaciones cruzadas entre la componente u del viento y la componente v, y directas entre las componente u del viento y la componente u de la corriente. Las máximas correlaciones se obtienen con un desfase de 41 horas. Las correlaciones entre la componente v del viento y las componentes ortogonales de las corrientes dieron valores de correlación bajos, cercanos al valor absoluto de 0,2.

El análisis en el dominio de la frecuencia para el ADCP Sontek (Figura 2.5-99 a Figura 2.5-104) indica que en las capas de fondo e intermedia la marea aporta en la generación de las corrientes (componente u) a distintas frecuencias, mientras que en la capa superficial su aporte

se limita a una sola frecuencia, siendo en este caso mayores los aportes a la corriente de la marea en la componente v de la corriente en todas las capas de fondo, intermedia y superficial. Las componentes ortogonales del viento aportan en la generación de las corrientes en el ciclo diario en toda la columna de agua, y en las capas superficiales en el ciclo sinóptico, esféricamente, entre la componente v del viento con la componente v de la corriente.

La situación en el ADCP RDI (Figura 2.5-98) se plantea en forma distinta. En primer lugar, la capa de fondo presenta relaciones inversas a las que presentan las capas intermedia y superficial; es decir, cuando éstas últimas se correlacionan positivamente con la marea o el viento, la primera lo hace en forma negativa. La marea presenta mayores correlaciones con la componente v, especialmente en la capa superficial. En este caso, la mayor correlación corresponde al desfase de 8 horas de la corriente con la marea, mientras que la componente u del viento presentó mayores correlaciones con la componente v de las corrientes en la capa superficial, ocurriendo la mayor correlación inversa con un desfase de 3 horas entre ambas variables. Una situación similar ocurre con la componente v del viento, ocurriendo la mayor correlación negativa sin desfase entre ambas variables.

En el dominio de la frecuencia se obtuvo que la marea tiene coherencias significativas con las dos componentes ortogonales de la corriente en las tres capas medidas con el ADCP RDI. El viento tiene coherencias significativas en las frecuencias de variación diaria con las componentes ortogonales de la corriente en las tres capas, mientras que la componente v del viento tiene coherencias significativas con ambas componentes ortogonales de la corriente en la capa superficial.

Figura 2.5-97. Correlaciones Cruzadas entre a) Marea y Componente u de la Corriente; b) Marea y Componente v de la Corriente; c) Viento Componente u y Corriente Componente u; d) Viento Componente u y Corriente Componente v; e) Viento Componente v y Corriente Componente u; f) Viento Componente v y Corriente Componente v. ADCP Sontek, Campaña de Invierno de 2011

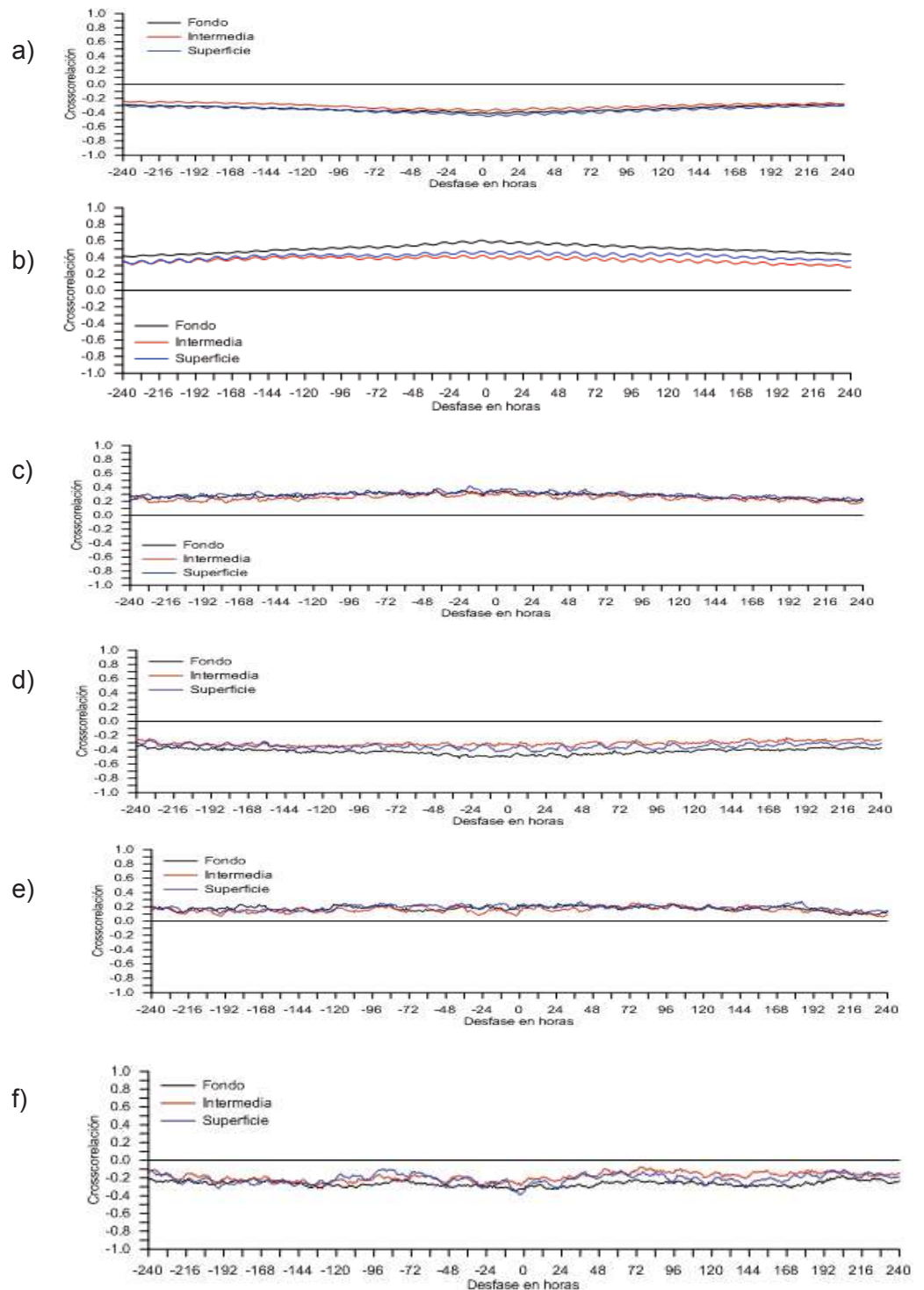


Figura 2.5-98. Correlaciones Cruzadas entre a) Marea y Componente u de la Corriente; b) Marea y Componente v de la Corriente; c) Viento Componente u y Corriente Componente u; d) Viento Componente u y Corriente Componente v; e) Viento Componente v y Corriente Componente u; f) Viento Componente v y Corriente Componente v. ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

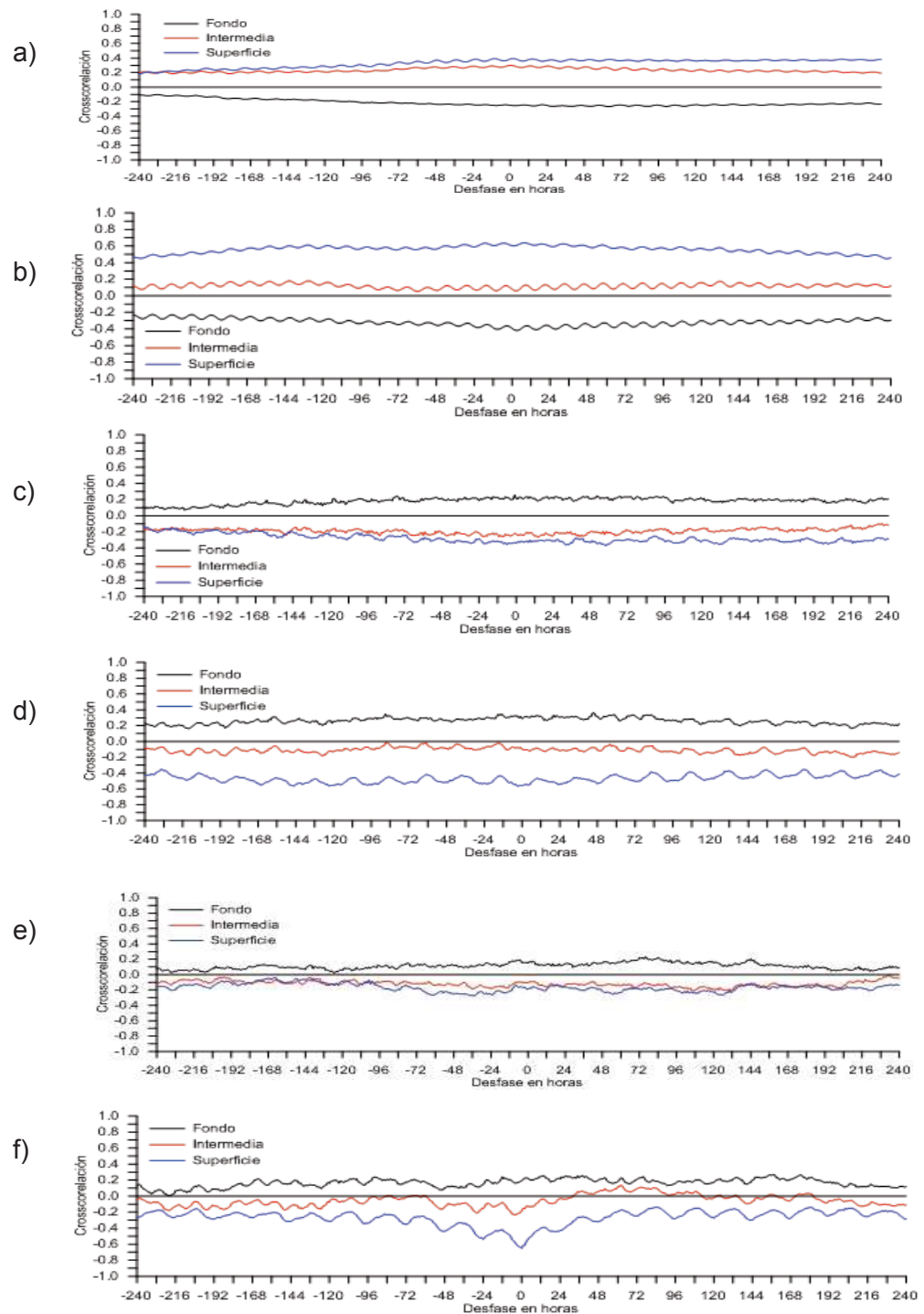


Figura 2.5-99. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

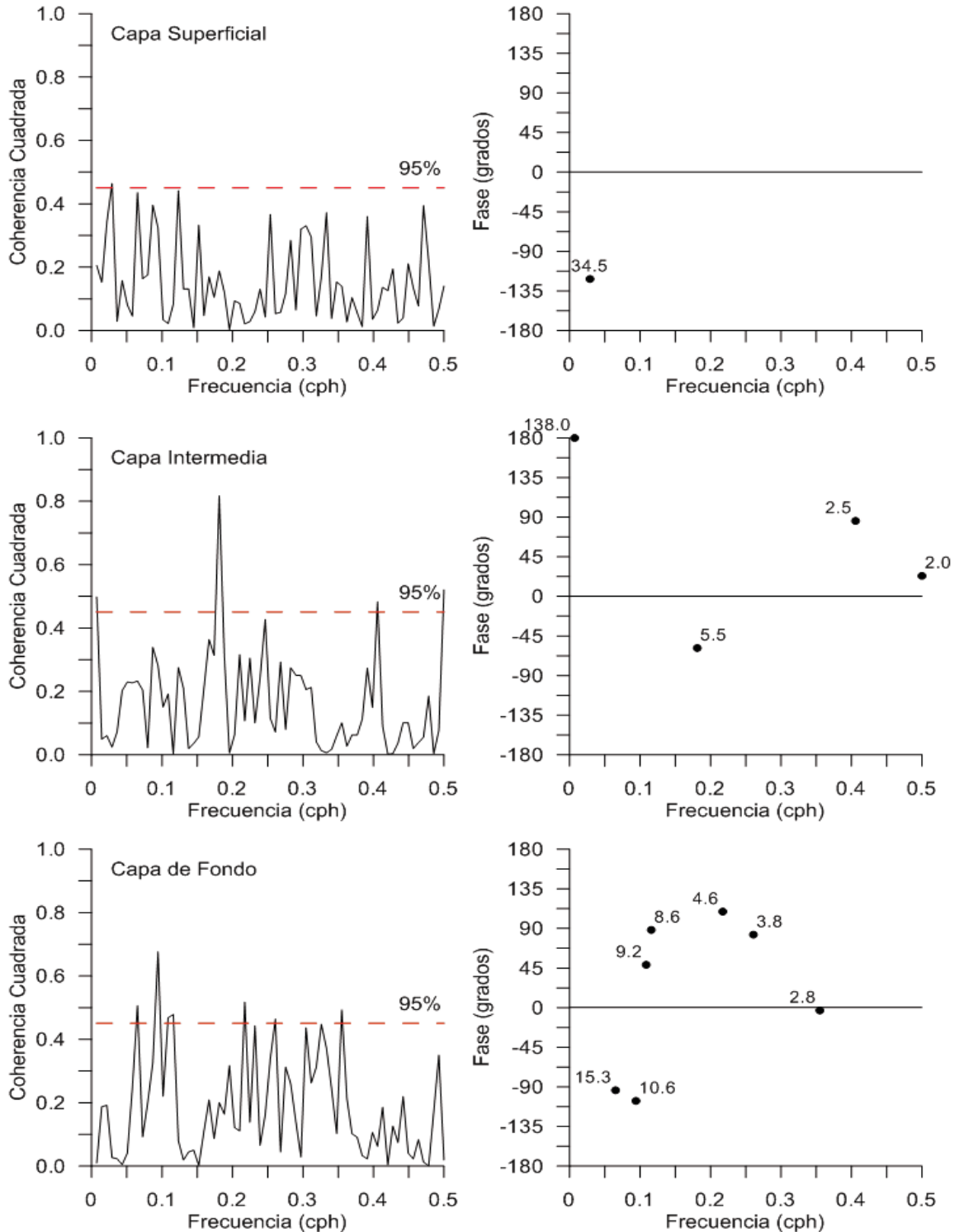


Figura 2.5-100. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

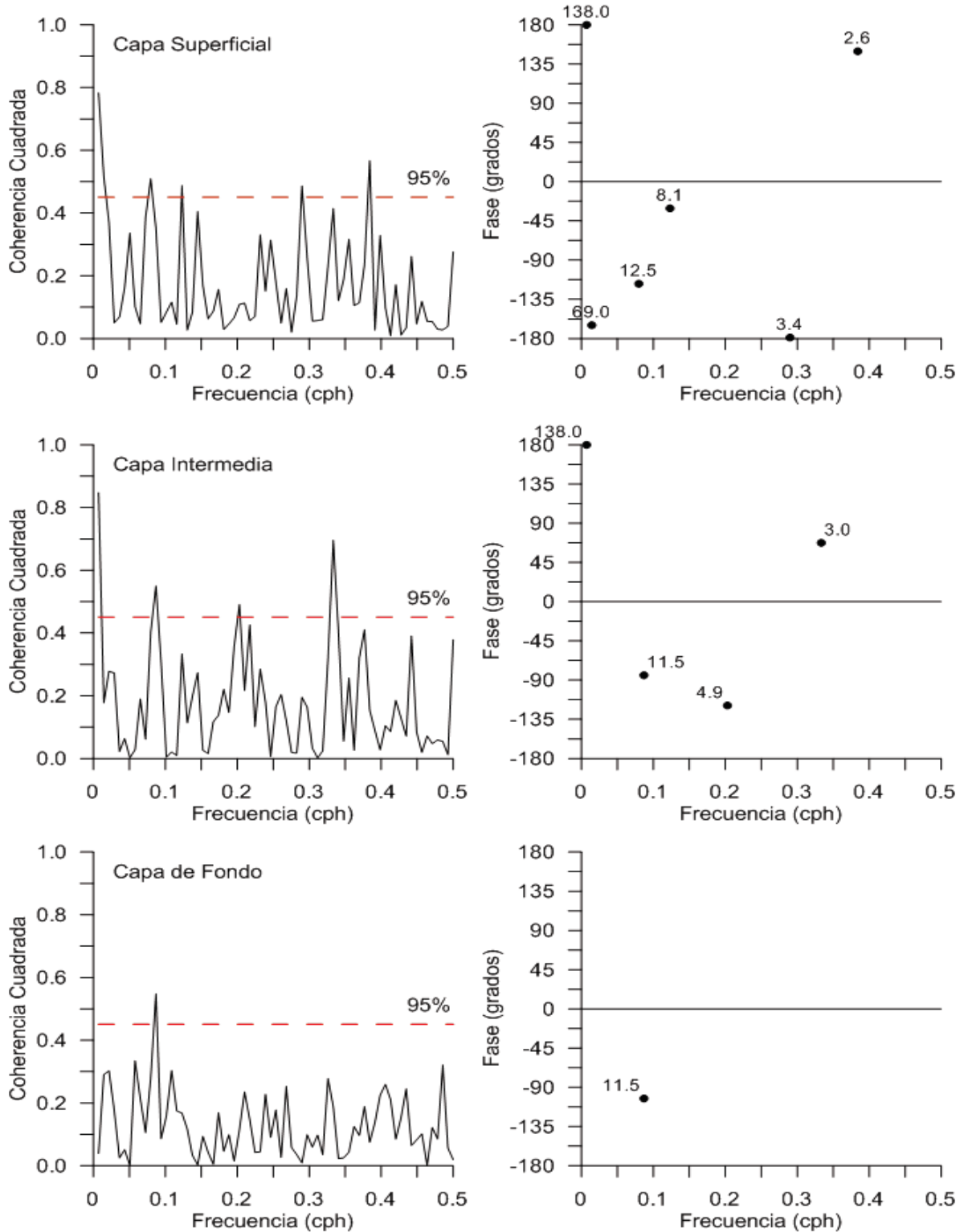


Figura 2.5-101. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

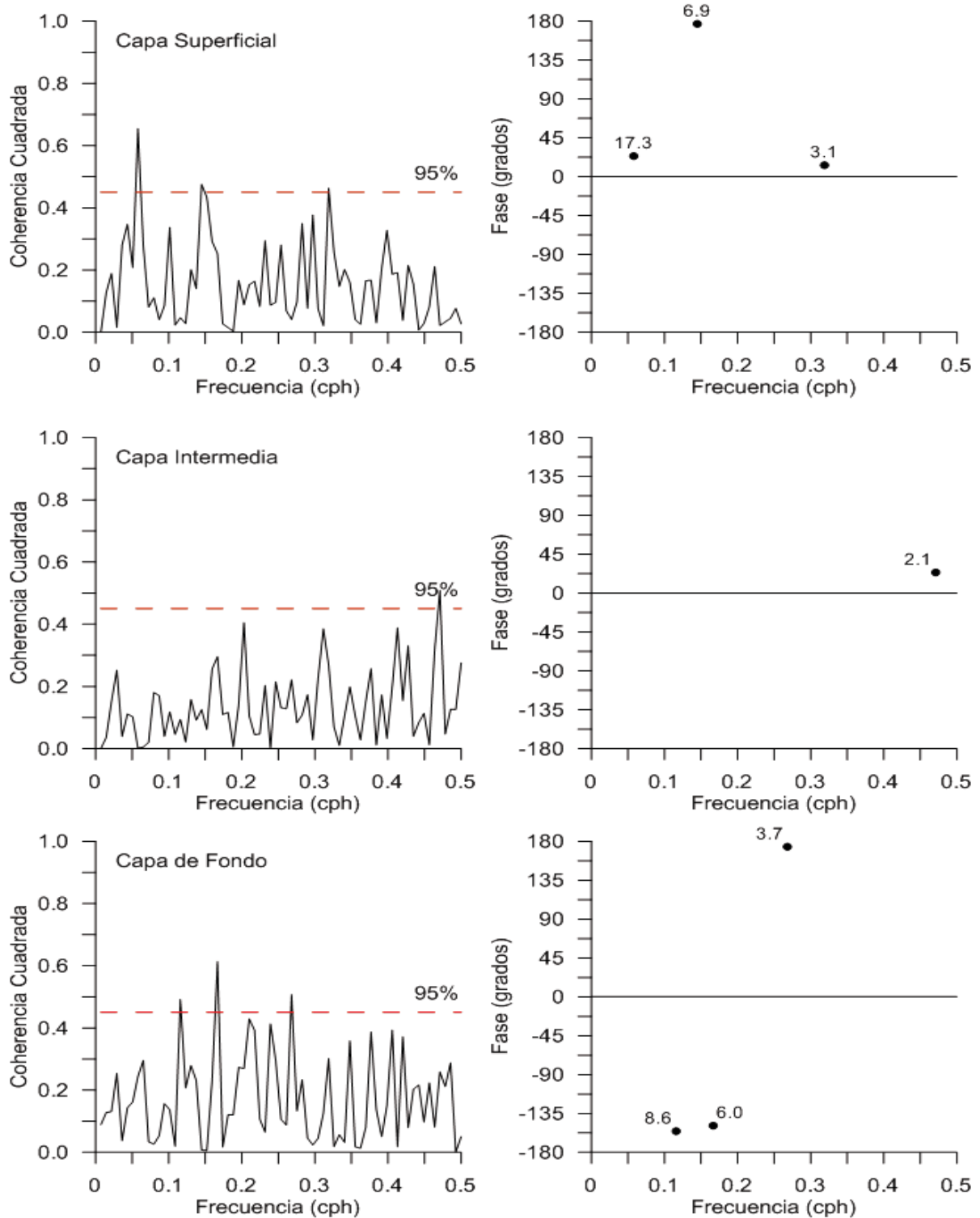


Figura 2.5-102. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

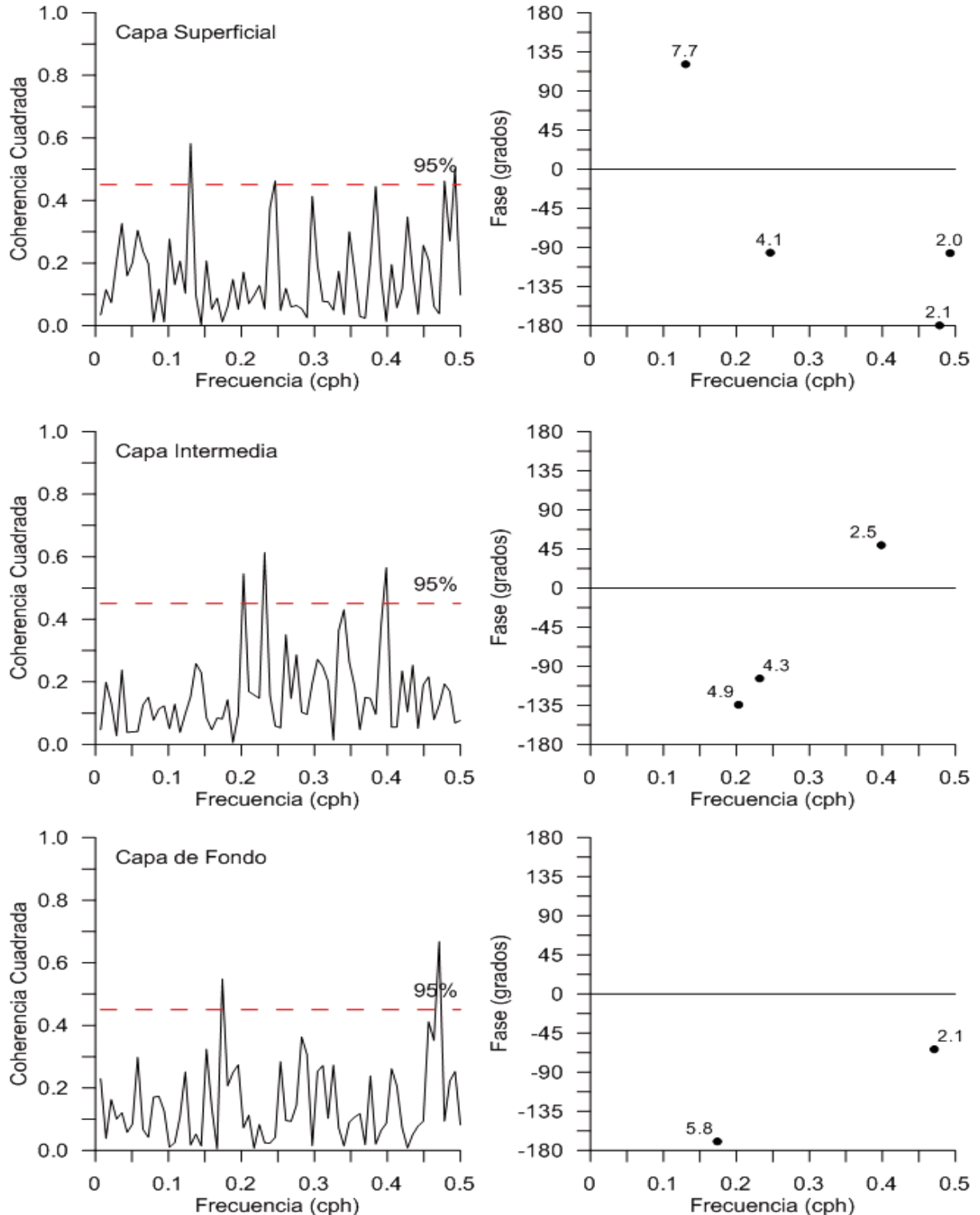


Figura 2.5-103. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

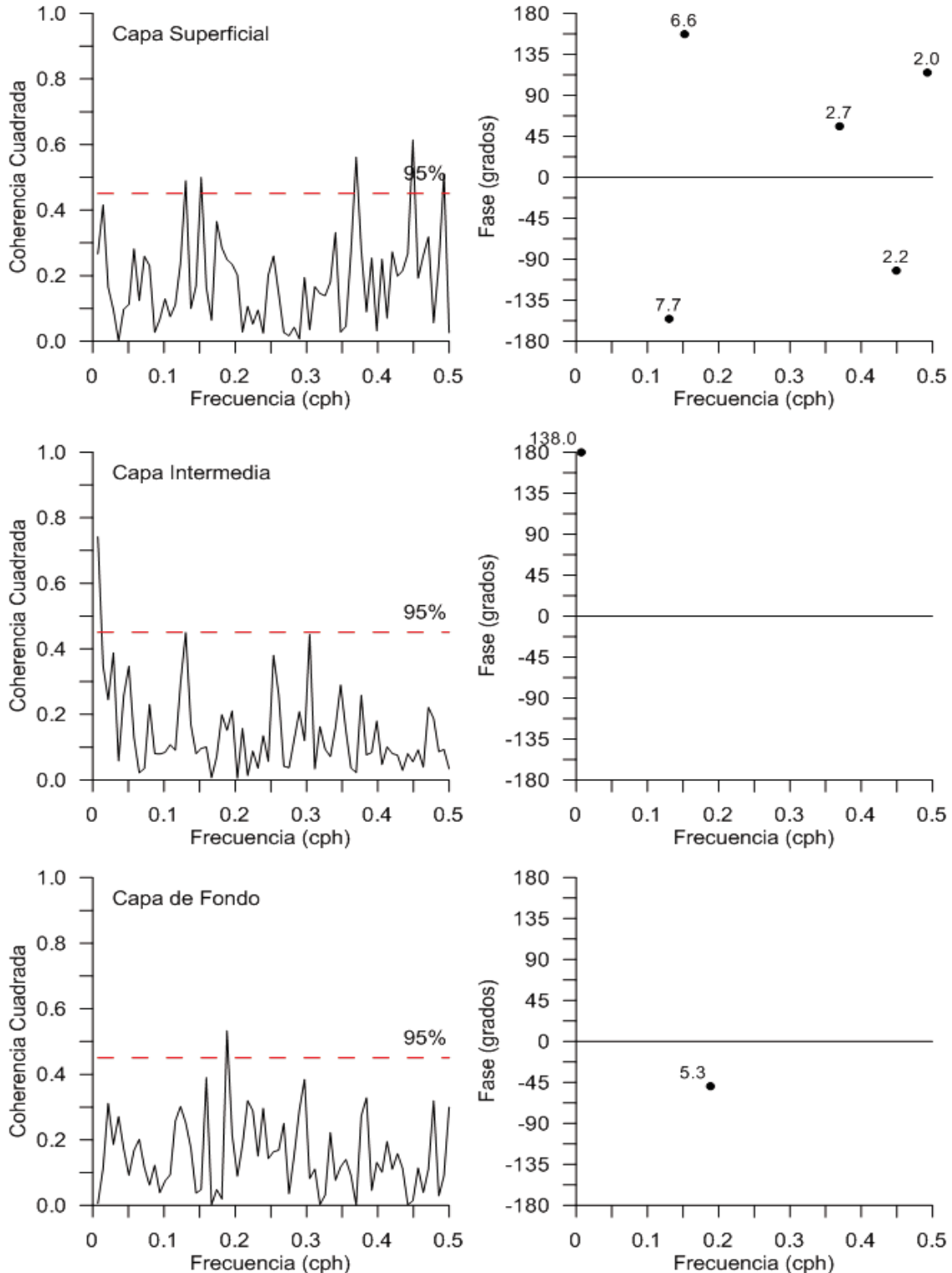


Figura 2.5-104. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

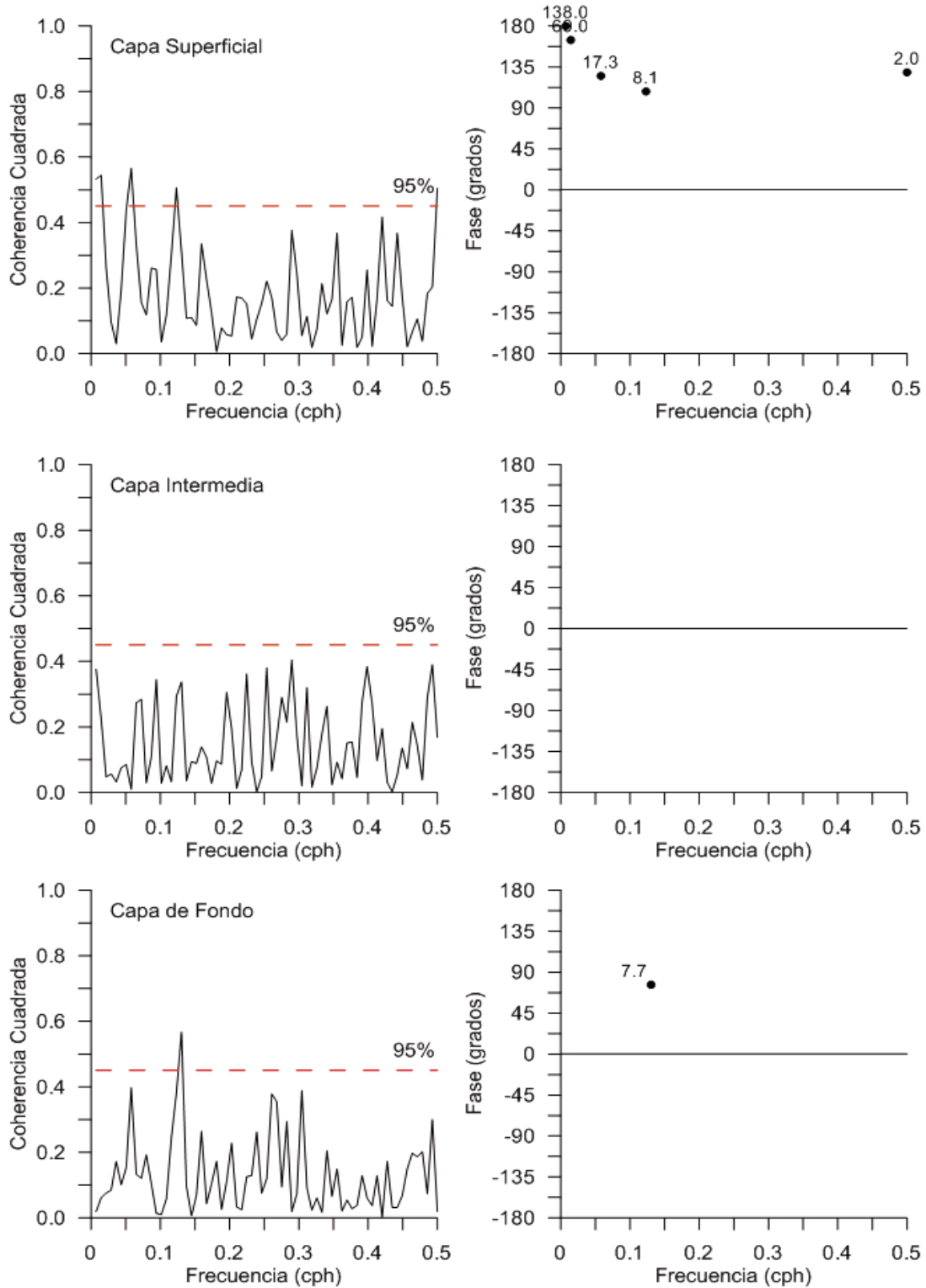


Figura 2.5-105. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

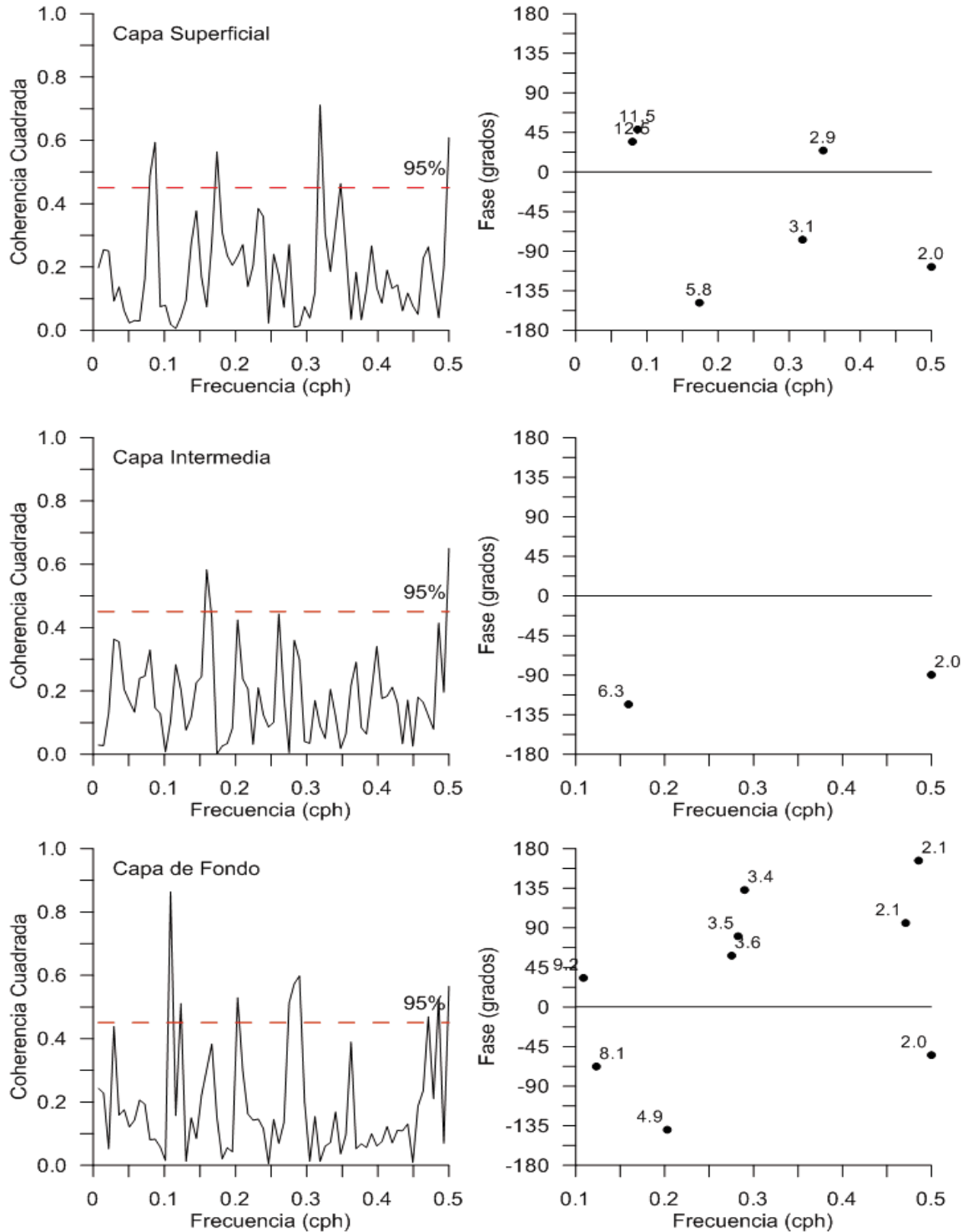


Figura 2.5-106. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

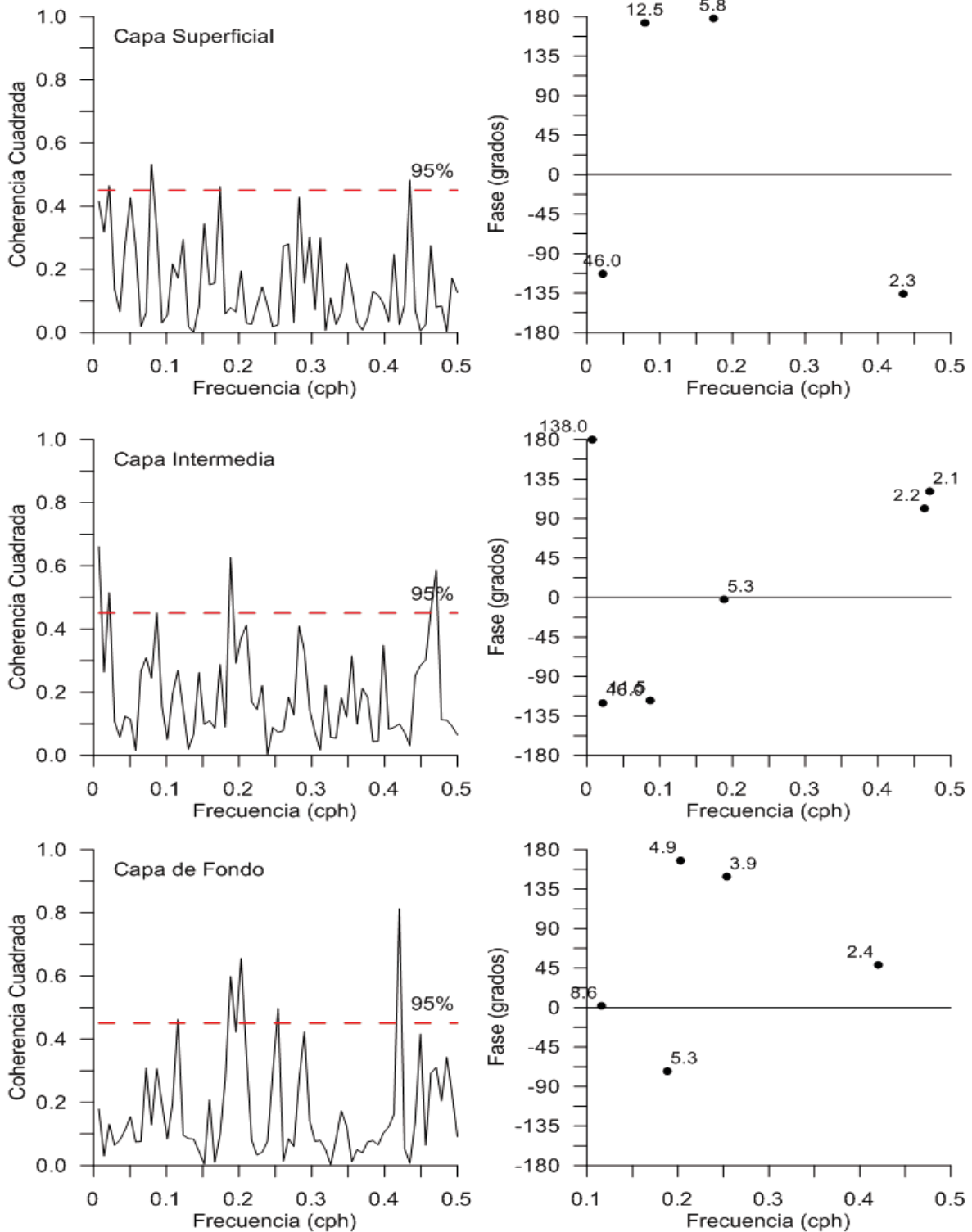


Figura 2.5-107. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

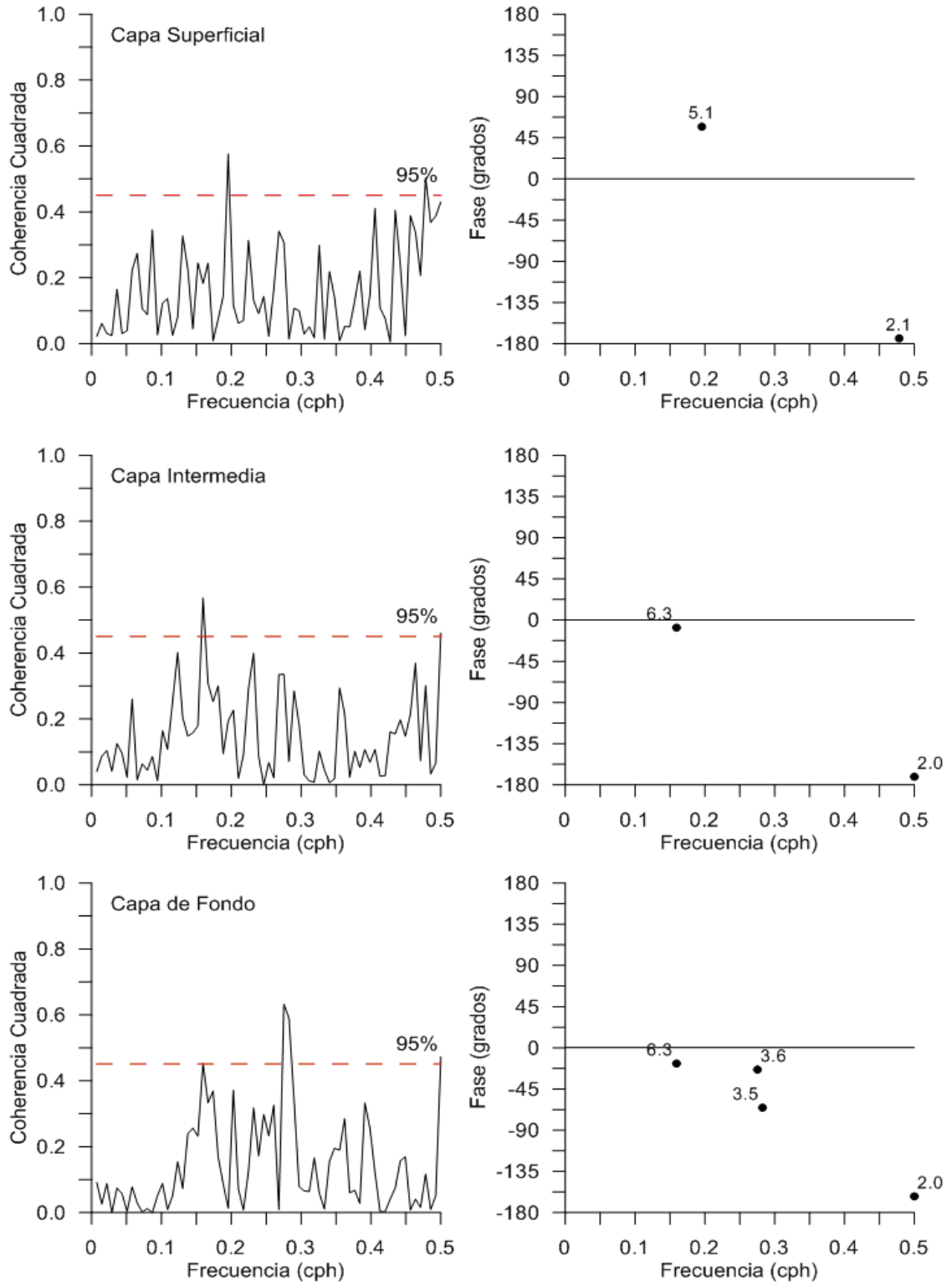


Figura 2.5-108. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

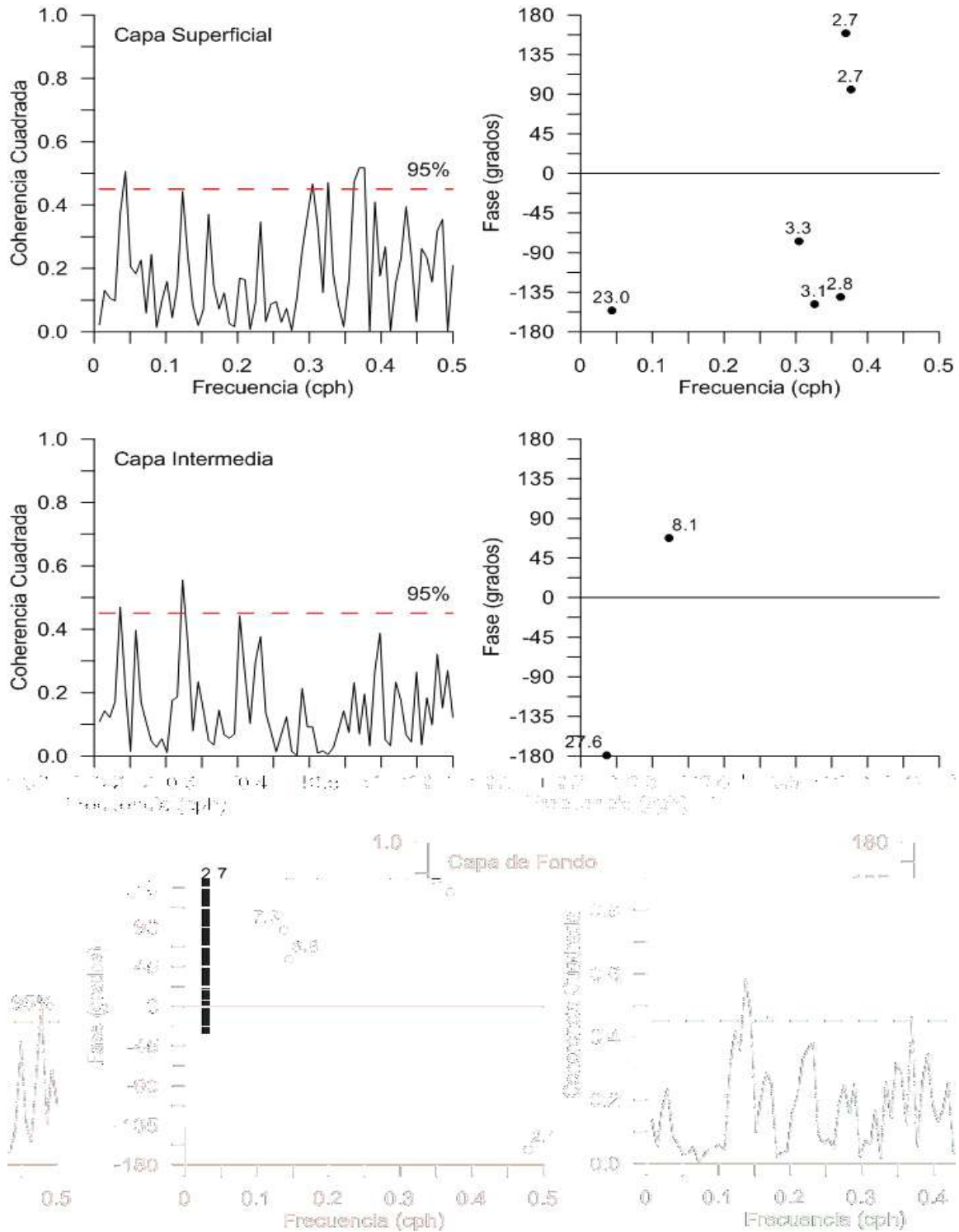


Figura 2.5-109. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente u de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

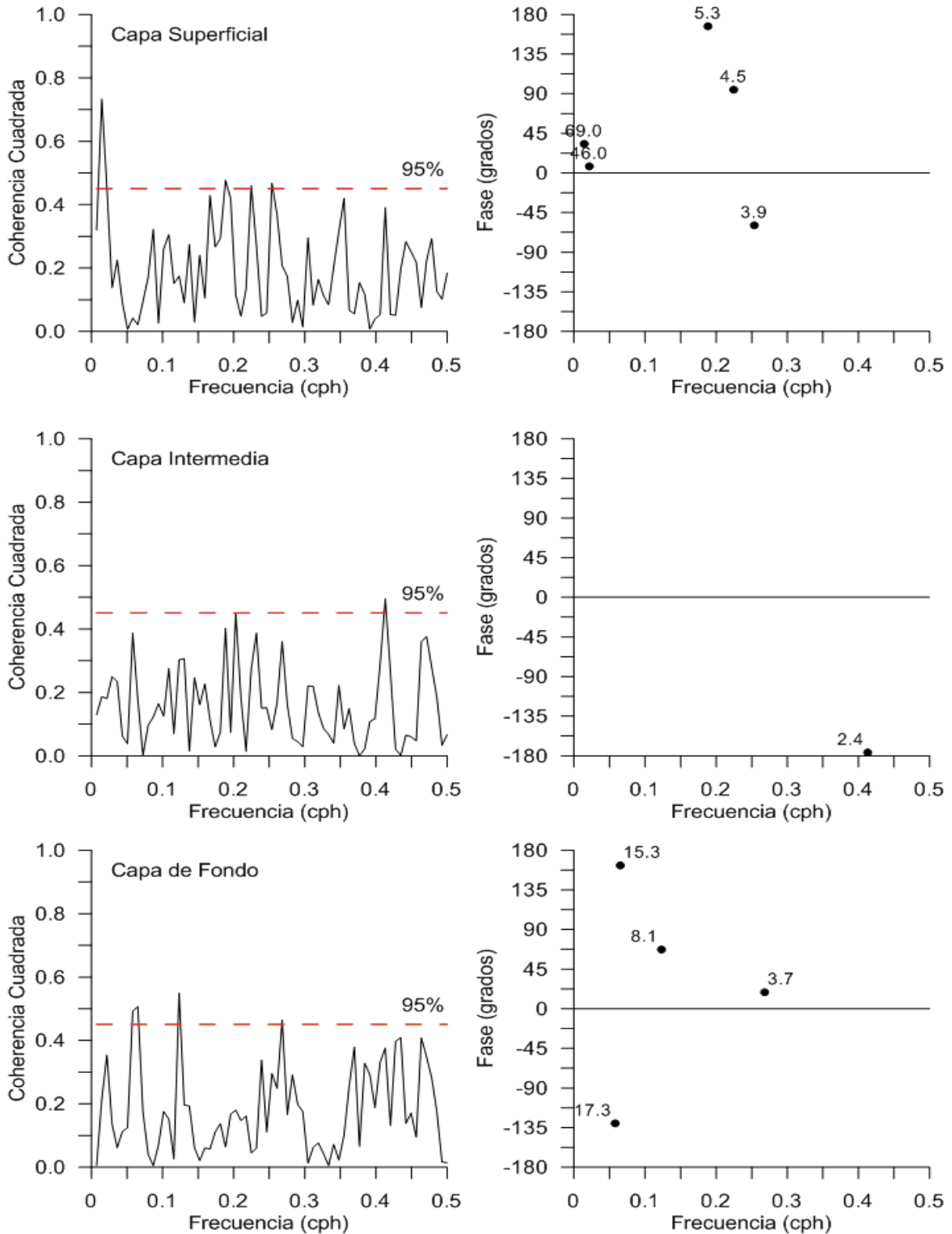
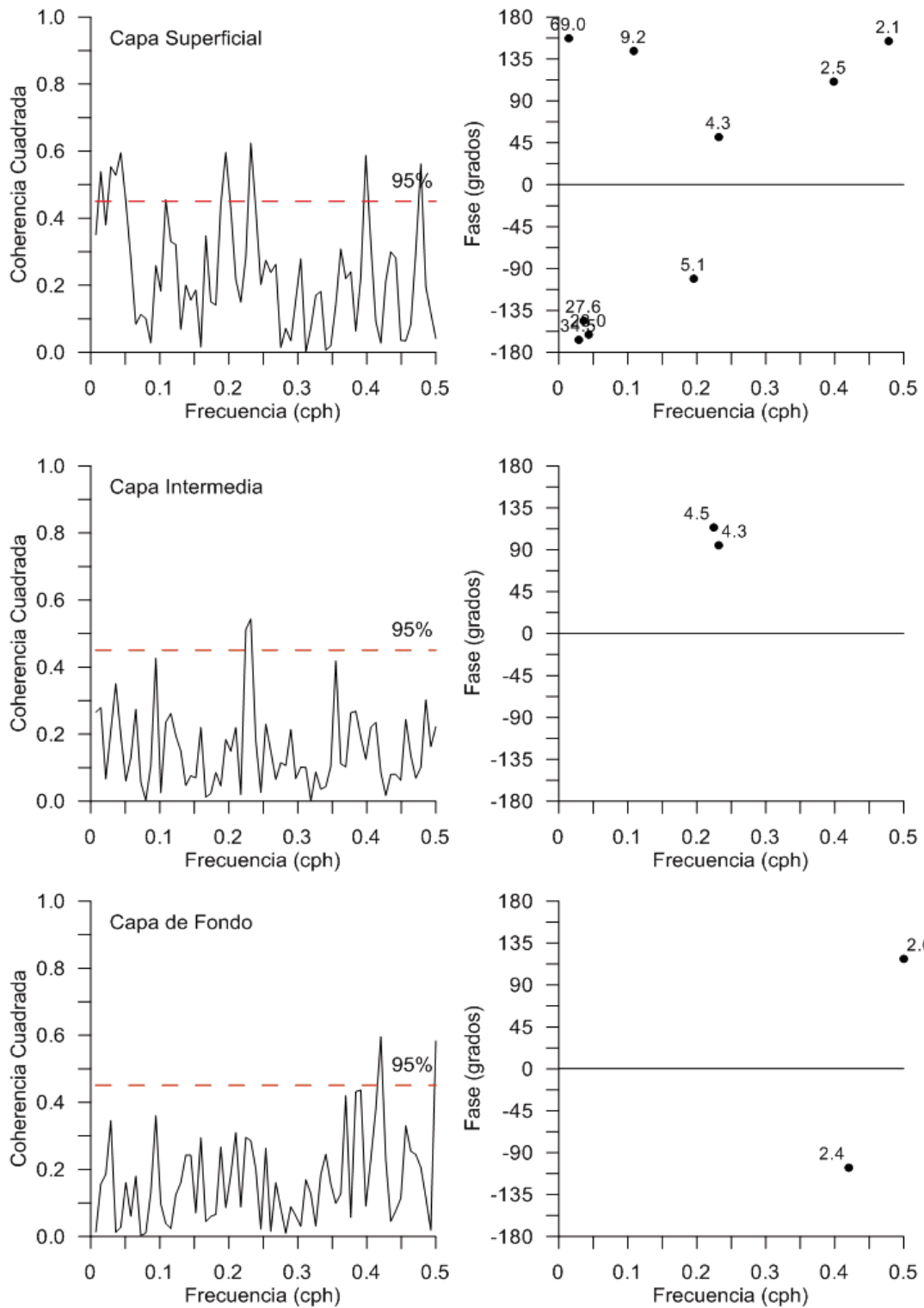


Figura 2.5-110. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente v de las Corrientes registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

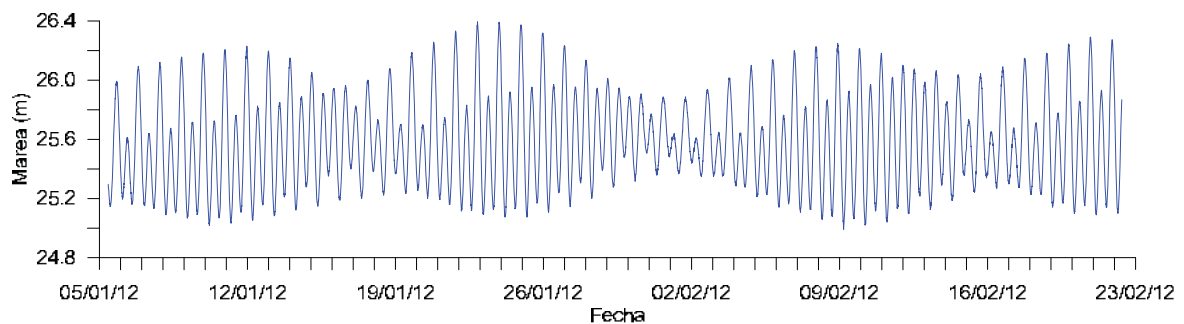


Campaña Verano

De acuerdo con el registro de presión del ADCP Sontek (Figura 2.5-111), este quedó fondeado a 25,15 m bajo el nivel medio del mar; de esta forma, la primera capa (Tabla 2.5-134), quedó centrada a 2,5 m de los transductores del ADCP, hallándose a 22,49 m del nivel medio del mar (NMM); en tanto que la capa 22 quedó centrada a 23,5 m de los transductores y a 1,49 m del NMM. El ADCP RDI, de acuerdo con el registro de presión (Figura 2.5-111), quedó fondeado a 21,09 m, estando la primera capa (Tabla 2.5-135), centrada a 1,62 m de los transductores y a 19,33 m bajo el NMM, y la capa 36 a 19,12 m de los transductores y a 1,83 m del NMM.

Figura 2.5-111. Registro del Sensor de Presión (dbar) convertido a Profundidad (m). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

ADCP Sontek



ADCP RDI

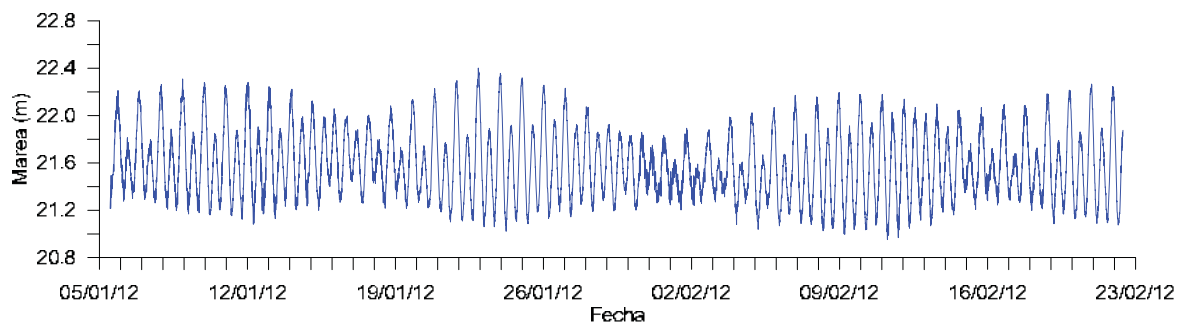


Tabla 2.5-134. Distribución de las Capas Medidas desde el Transductor del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Sontek						
Capa	Distancia al Transductor (m)			Profundidad (m) al NMM		
	Media	Inicio	Término	Media	Inicio	Término
1	2,5	2	3	22,49	21,99	22,99
2	3,5	3	4	21,49	20,99	21,99
3	4,5	4	5	20,49	19,99	20,99
4	5,5	5	6	19,49	18,99	19,99
5	6,5	6	7	18,49	17,99	18,99

Sontek						
Capa	Distancia al Transductor (m)			Profundidad (m) al NMM		
	Media	Inicio	Término	Media	Inicio	Término
6	7,5	7	8	17,49	16,99	17,99
7	8,5	8	9	16,49	15,99	16,99
8	9,5	9	10	15,49	14,99	15,99
9	10,5	10	11	14,49	13,99	14,99
10	11,5	11	12	13,49	12,99	13,99
11	12,5	12	13	12,49	11,99	12,99
12	13,5	13	14	11,49	10,99	11,99
13	14,5	14	15	10,49	9,99	10,99
14	15,5	15	16	9,49	8,99	9,99
15	16,5	16	17	8,49	7,99	8,99
16	17,5	17	18	7,49	6,99	7,99
17	18,5	18	19	6,49	5,99	6,99
18	19,5	19	20	5,49	4,99	5,99
19	20,5	20	21	4,49	3,99	4,99
20	21,5	21	22	3,49	2,99	3,99
21	22,5	22	23	2,49	1,99	2,99
22	23,5	23	24	1,49	0,99	1,99

Tabla 2.5-135. Distribución de las Capas Medidas desde el Transductor del ADCP RDI.- Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

RDI						
Capa	Distancia al Transductor (m)			Profundidad (m) al NMM		
	Media	Inicio	Término	Media	Inicio	Término
1	1,62	1,37	1,87	19,33	19,08	19,58
2	2,12	1,87	2,37	18,83	18,58	19,08
3	2,62	2,37	2,87	18,33	18,08	18,58
4	3,12	2,87	3,37	17,83	17,58	18,08
5	3,62	3,37	3,87	17,33	17,08	17,58
6	4,12	3,87	4,37	16,83	16,58	17,08
7	4,62	4,37	4,87	16,33	16,08	16,58
8	5,12	4,87	5,37	15,83	15,58	16,08
9	5,62	5,37	5,87	15,33	15,08	15,58
10	6,12	5,87	6,37	14,83	14,58	15,08
11	6,62	6,37	6,87	14,33	14,08	14,58
12	7,12	6,87	7,37	13,83	13,58	14,08
13	7,62	7,37	7,87	13,33	13,08	13,58
14	8,12	7,87	8,37	12,83	12,58	13,08
15	8,62	8,37	8,87	12,33	12,08	12,58
16	9,12	8,87	9,37	11,83	11,58	12,08

RDI						
Capa	Distancia al Transductor (m)			Profundidad (m) al NMM		
	Media	Inicio	Término	Media	Inicio	Término
17	9,62	9,37	9,87	11,33	11,08	11,58
18	10,12	9,87	10,37	10,83	10,58	11,08
19	10,62	10,37	10,87	10,33	10,08	10,58
20	11,12	10,87	11,37	9,83	9,58	10,08
21	11,62	11,37	11,87	9,33	9,08	9,58
22	12,12	11,87	12,37	8,83	8,58	9,08
23	12,62	12,37	12,87	8,33	8,08	8,58
24	13,12	12,87	13,37	7,83	7,58	8,08
25	13,62	13,37	13,87	7,33	7,08	7,58
26	14,12	13,87	14,37	6,83	6,58	7,08
27	14,62	14,37	14,87	6,33	6,08	6,58
28	15,12	14,87	15,37	5,83	5,58	6,08
29	15,62	15,37	15,87	5,33	5,08	5,58
30	16,12	15,87	16,37	4,83	4,58	5,08
31	16,62	16,37	16,87	4,33	4,08	4,58
32	17,12	16,87	17,37	3,83	3,58	4,08
33	17,62	17,37	17,87	3,33	3,08	3,58
34	18,12	17,87	18,37	2,83	2,58	3,08
35	18,62	18,37	18,87	2,33	2,08	2,58
36	19,12	18,87	19,37	1,83	1,58	2,08

- **Estadística Descriptiva**

La estadística básica (Tabla 2.5-136) de las magnitudes de las corrientes indican que en el ADCP Sontek, las corrientes en promedio fluctuaron entre 0,14 y 0,15 m/s (0,27 y 0,29 nudos, respectivamente) y las magnitudes máximas entre 0,42 (capa 12) y 0,77 m/s (capa 1) (en nudos entre 0,81 y 1,49). Según esto, la columna es bastante homogénea en la intensidad de las corrientes, lo que se refleja en las desviaciones estándares y los coeficientes de variación.

En el ADCP RDI (Tabla 2.5-137), las magnitudes promedio se incrementan desde 0,06 m/s (0,12 nudos) en la capa de fondo (capa 1) hasta 0,12 m/s (0,23 nudos) en la capa superficial (capa 36); mientras que la menor magnitud máxima se registró en la capa 3 (0,32 m/s ó 0,61 nudos) y la máxima magnitud en la capa 36 (0,48 m/s ó 0,92 nudos). Los coeficientes de variación muestran que la variabilidad fluctuó entre 55,49 y 6,27%, siendo más variable en las capas más profundas.

Las frecuencias relativas de las observaciones del ADCP Sontek (Tabla 2.5-138 y Figura 2.5-112) indican el predominio de las intensidades entre 5 y 20 cm/s, con frecuencias que van desde el 68,0% al 71,5% de los registros por capa. La mayor frecuencia relativa es del 27,80% obtenida en la capa 18 en el rango de corrientes entre 10 m y 15 cm/s.

En el ADCP RDI (Tabla 2.5-139 y Figura 2.5-112), entre la capa de fondo y la capa 12, las corrientes dominantes fluctuaron entre 3 y 5 cm/s, con una frecuencia relativa de entre el 63,53 y 65,61% de las observaciones de cada capa, siendo más frecuentes en estas capas las

corrientes de entre 5 y 10 cm/s en la capa 8 (43,74%). Entre la capa 13 y 22 las corrientes dominantes están en el rango 5 a 10 cm/s (entre 41,17 y 43,07%), mientras que entre las capas 23 a 36 predominan las corrientes entre 10 y 15 cm/s (57,39 a 62,82% de las observaciones), manteniéndose las mayores frecuencia en el rango 5 a 10 cm/s.

Las direcciones de las corrientes predominantes del ADCP Sontek (Tabla 2.5-140 y Figura 2.5-113), fueron del NE (entre el 22,00 y 26,79% de los registros) y E (entre 22,45 y 27,81%), presentándose la mayor frecuencia relativa en la capa 3 correspondiente a corrientes al E.

En el ADCP RDI (Tabla 2.5-141 y Figura 2.5-113), hay un cambio en la distribución de las frecuencias relativas de fondo a superficie, siendo más dominantes las corrientes al S y SW cerca del fondo; a medida que se asciende hacia las capas superficiales, van incrementado su dominancia las corrientes al N y NW.

Tabla 2.5-136. Estadística de la Magnitud de las Corrientes de cada Capa del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Capa	Profundidad [m]	N	Magnitud [m/s]				Coeficiente Variación	Magnitud (nudos)	
			Mínimo	Promedio	Máximo	Des. Est.		Promedio	Máximo
1	22,49	6903	0,00	0,15	0,77	0,08	54,15	0,29	1,49
2	21,49	6903	0,00	0,14	0,56	0,07	52,74	0,27	1,08
3	20,49	6903	0,00	0,14	0,46	0,07	50,65	0,27	0,90
4	19,49	6903	0,00	0,14	0,44	0,07	50,98	0,27	0,86
5	18,49	6903	0,00	0,14	0,43	0,07	51,39	0,27	0,83
6	17,49	6903	0,00	0,14	0,62	0,07	53,36	0,27	1,21
7	16,49	6903	0,00	0,14	0,51	0,07	51,01	0,27	0,98
8	15,49	6903	0,00	0,14	0,44	0,07	51,10	0,27	0,86
9	14,49	6903	0,00	0,14	0,49	0,07	51,00	0,27	0,95
10	13,49	6903	0,00	0,14	0,45	0,07	50,98	0,27	0,88
11	12,49	6903	0,00	0,14	0,45	0,07	51,25	0,27	0,87
12	11,49	6903	0,00	0,14	0,42	0,07	50,57	0,27	0,81
13	10,49	6903	0,00	0,14	0,45	0,07	51,39	0,27	0,88
14	9,49	6903	0,00	0,14	0,49	0,07	50,52	0,27	0,95
15	8,49	6903	0,00	0,14	0,56	0,07	51,64	0,27	1,09
16	7,49	6903	0,00	0,14	0,50	0,07	50,88	0,27	0,98
17	6,49	6903	0,00	0,14	0,57	0,07	52,59	0,27	1,10
18	5,49	6903	0,00	0,14	0,51	0,07	51,82	0,27	0,98
19	4,49	6903	0,00	0,14	0,52	0,07	52,62	0,27	1,02
20	3,49	6903	0,00	0,14	0,59	0,07	53,56	0,27	1,14
21	2,49	6903	0,00	0,14	0,54	0,08	54,37	0,27	1,06
22	1,49	6903	0,00	0,14	0,60	0,08	55,12	0,27	1,16

Tabla 2.5-137. Estadística de la Magnitud de las Corrientes de cada Capa del ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Capa	Profundidad [m]	N	Magnitud [m/s]				Coeficiente Variación	Magnitud (nudos)	
			Mínimo	Promedio	Máximo	Des. Est.		Promedio	Máximo
1	19,33	6898	0,00	0,06	0,36	0,04	62,27	0,12	0,70
2	18,83	6898	0,00	0,06	0,33	0,04	61,97	0,13	0,64
3	18,33	6898	0,00	0,07	0,32	0,04	60,84	0,13	0,61
4	17,83	6898	0,00	0,07	0,35	0,04	60,79	0,13	0,67
5	17,33	6898	0,00	0,07	0,33	0,04	60,45	0,13	0,64
6	16,83	6898	0,00	0,07	0,34	0,04	60,25	0,13	0,67
7	16,33	6898	0,00	0,07	0,38	0,04	59,70	0,13	0,73
8	15,83	6898	0,00	0,07	0,38	0,04	59,86	0,13	0,74
9	15,33	6898	0,00	0,07	0,38	0,04	59,83	0,13	0,73
10	14,83	6898	0,00	0,07	0,38	0,04	60,66	0,14	0,73
11	14,33	6898	0,00	0,07	0,38	0,04	59,98	0,14	0,74
12	13,83	6898	0,00	0,07	0,38	0,04	60,32	0,14	0,73
13	13,33	6898	0,00	0,07	0,41	0,04	60,46	0,14	0,80
14	12,83	6898	0,00	0,07	0,38	0,04	60,73	0,14	0,75
15	12,33	6898	0,00	0,07	0,39	0,04	60,70	0,14	0,76
16	11,83	6898	0,00	0,07	0,39	0,05	60,92	0,15	0,76
17	11,33	6898	0,00	0,08	0,41	0,05	60,45	0,15	0,79
18	10,83	6898	0,00	0,08	0,39	0,05	61,20	0,15	0,76
19	10,33	6898	0,00	0,08	0,42	0,05	60,93	0,15	0,82
20	9,83	6898	0,00	0,08	0,46	0,05	61,37	0,15	0,90
21	9,33	6898	0,00	0,08	0,43	0,05	60,95	0,16	0,83
22	8,83	6898	0,00	0,08	0,45	0,05	61,25	0,16	0,87
23	8,33	6898	0,00	0,08	0,44	0,05	60,83	0,16	0,85
24	7,83	6898	0,00	0,08	0,42	0,05	60,81	0,17	0,81
25	7,33	6898	0,00	0,09	0,44	0,05	60,44	0,17	0,86
26	6,83	6898	0,00	0,09	0,45	0,05	60,42	0,17	0,87
27	6,33	6898	0,00	0,09	0,43	0,05	59,89	0,18	0,83
28	5,83	6898	0,00	0,09	0,44	0,05	58,40	0,18	0,86
29	5,33	6898	0,00	0,10	0,43	0,06	59,04	0,19	0,83
30	4,83	6898	0,00	0,10	0,42	0,06	58,50	0,19	0,81
31	4,33	6898	0,00	0,10	0,44	0,06	57,74	0,20	0,85
32	3,83	6898	0,00	0,11	0,45	0,06	57,18	0,21	0,87
33	3,33	6898	0,00	0,11	0,45	0,06	57,05	0,21	0,88
34	2,83	6898	0,00	0,11	0,46	0,06	56,08	0,22	0,89
35	2,33	6898	0,00	0,12	0,47	0,07	55,49	0,23	0,92
36	1,83	6898	0,00	0,12	0,48	0,07	56,27	0,23	0,92

Tabla 2.5-138. Frecuencia Relativa de las Observaciones por Rango de Magnitudes del ADCP Sontek. Sontek, Campaña de Verano de 2012

Capa	Rango de Magnitud (cm/s)								
	<1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 5,0	5,0 – 10,0	10,0 – 15,0	15,0 – 20,0	20,0 – 25,0	25,0 – 30,0	>30,0
1	0,87	2,45	5,07	21,58	25,45	21,09	12,81	6,08	4,59
2	1,14	2,61	5,55	23,96	25,16	20,64	13,05	5,17	2,71
3	0,78	2,72	5,69	22,77	27,58	21,01	11,99	5,33	2,12
4	0,96	2,56	5,78	23,98	27,58	19,96	12,24	4,78	2,16
5	1,00	2,56	5,98	23,41	27,58	20,01	11,79	5,39	2,27
6	0,90	2,56	5,97	23,55	27,23	20,27	11,47	5,43	2,61
7	0,94	2,40	5,81	22,99	27,00	20,87	12,26	4,94	2,78
8	1,09	2,90	6,11	22,74	26,79	21,28	11,73	5,20	2,16
9	0,97	2,59	5,82	23,27	27,19	20,95	12,02	5,01	2,17
10	0,84	2,81	6,16	23,32	27,25	20,72	11,85	5,16	1,90
11	0,84	2,62	6,33	23,96	26,66	20,25	12,27	5,14	1,93
12	0,96	2,71	5,72	23,24	26,31	21,93	11,94	5,23	1,97
13	1,12	2,56	6,08	23,40	26,86	20,38	12,24	5,14	2,22
14	1,01	2,42	5,69	22,99	26,87	21,58	12,56	4,62	2,25
15	1,03	3,17	6,59	22,40	26,79	21,24	11,85	4,78	2,16
16	0,91	2,80	5,37	23,25	26,47	21,73	11,76	5,30	2,40
17	0,80	3,10	6,27	23,34	26,22	20,89	11,47	5,26	2,65
18	1,10	2,59	6,14	22,51	27,80	20,19	11,79	5,58	2,29
19	1,00	2,62	5,95	24,37	25,81	20,38	12,30	4,97	2,59
20	0,97	3,10	6,63	23,27	25,95	20,57	11,62	5,07	2,82
21	1,04	2,98	6,62	23,99	26,76	19,24	11,20	5,16	3,01
22	1,10	3,11	6,69	23,13	25,97	18,89	12,08	5,33	3,68

Tabla 2.5-139. Frecuencia Relativa de las Observaciones por Rango de Magnitudes del ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Capa	Rango de Magnitud [cm/s]								
	<1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 5,0	5,0 – 10,0	10,0 – 15,0	15,0 – 20,0	20,0 – 25,0	25,0 – 30,0	>30,0
1	5,58	13,87	23,95	41,33	11,67	2,87	0,58	0,12	0,03
2	5,18	13,21	23,64	41,50	12,53	3,19	0,57	0,13	0,06
3	4,07	13,26	23,63	41,98	12,99	3,29	0,55	0,20	0,01
4	4,58	12,79	22,08	42,77	13,86	3,04	0,64	0,20	0,04
5	4,57	12,28	22,06	42,23	14,87	3,13	0,68	0,07	0,10
6	4,49	12,02	22,30	43,07	13,95	3,33	0,58	0,17	0,09
7	4,16	11,60	22,05	43,23	14,51	3,57	0,70	0,12	0,07
8	4,68	11,58	20,75	43,74	15,05	3,26	0,74	0,14	0,06
9	4,03	11,45	21,08	43,69	15,25	3,46	0,78	0,16	0,09
10	4,51	11,73	20,11	43,46	15,31	3,87	0,72	0,20	0,09
11	3,94	11,63	20,66	43,20	15,73	3,77	0,81	0,17	0,09
12	4,00	10,93	20,60	42,93	16,47	3,87	0,93	0,17	0,10
13	3,93	11,09	19,79	43,07	16,45	4,49	0,86	0,20	0,12
14	3,94	10,97	19,96	42,39	16,74	4,65	1,01	0,20	0,12
15	3,96	10,73	19,22	42,65	17,09	4,93	1,10	0,20	0,12
16	3,75	10,81	19,15	41,59	17,76	5,48	1,06	0,26	0,13
17	3,35	10,08	19,06	41,87	18,69	5,22	1,33	0,32	0,09
18	3,89	9,73	19,21	41,30	18,03	6,09	1,39	0,22	0,14
19	3,61	9,47	18,56	41,17	18,73	6,42	1,57	0,35	0,13
20	3,65	9,32	17,79	41,84	18,51	6,61	1,77	0,39	0,12
21	3,25	9,10	17,38	41,55	19,21	6,92	2,00	0,46	0,13
22	3,36	8,60	17,27	41,27	19,47	6,92	2,42	0,58	0,12
23	3,10	8,54	17,25	39,92	20,77	7,49	2,26	0,51	0,14
24	3,15	8,05	16,24	40,66	20,60	7,83	2,71	0,62	0,14
25	2,55	8,67	15,37	39,97	21,50	8,23	2,86	0,71	0,14
26	2,80	7,64	14,80	40,13	21,37	9,38	2,78	0,94	0,16
27	2,71	7,41	14,18	39,00	22,59	9,67	3,32	0,88	0,25
28	2,15	6,34	13,76	38,84	24,04	9,80	3,73	1,09	0,28
29	2,00	6,67	13,35	37,87	23,75	10,89	4,03	1,04	0,41
30	2,07	6,26	12,29	36,65	25,18	11,37	4,44	1,29	0,45
31	1,87	5,61	11,29	35,27	26,69	12,35	4,73	1,58	0,61
32	1,81	5,00	11,22	34,01	27,30	13,15	5,00	1,86	0,65
33	1,90	4,90	10,03	32,81	27,44	14,03	6,02	1,88	0,99
34	1,59	4,41	9,45	31,05	28,21	15,44	6,42	2,31	1,12
35	1,19	4,12	8,94	29,82	28,11	17,02	7,00	2,35	1,45
36	1,52	4,07	8,10	29,82	27,56	17,19	7,19	2,75	1,78

Figura 2.5-112. Frecuencias Relativas por Rango de Magnitudes de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

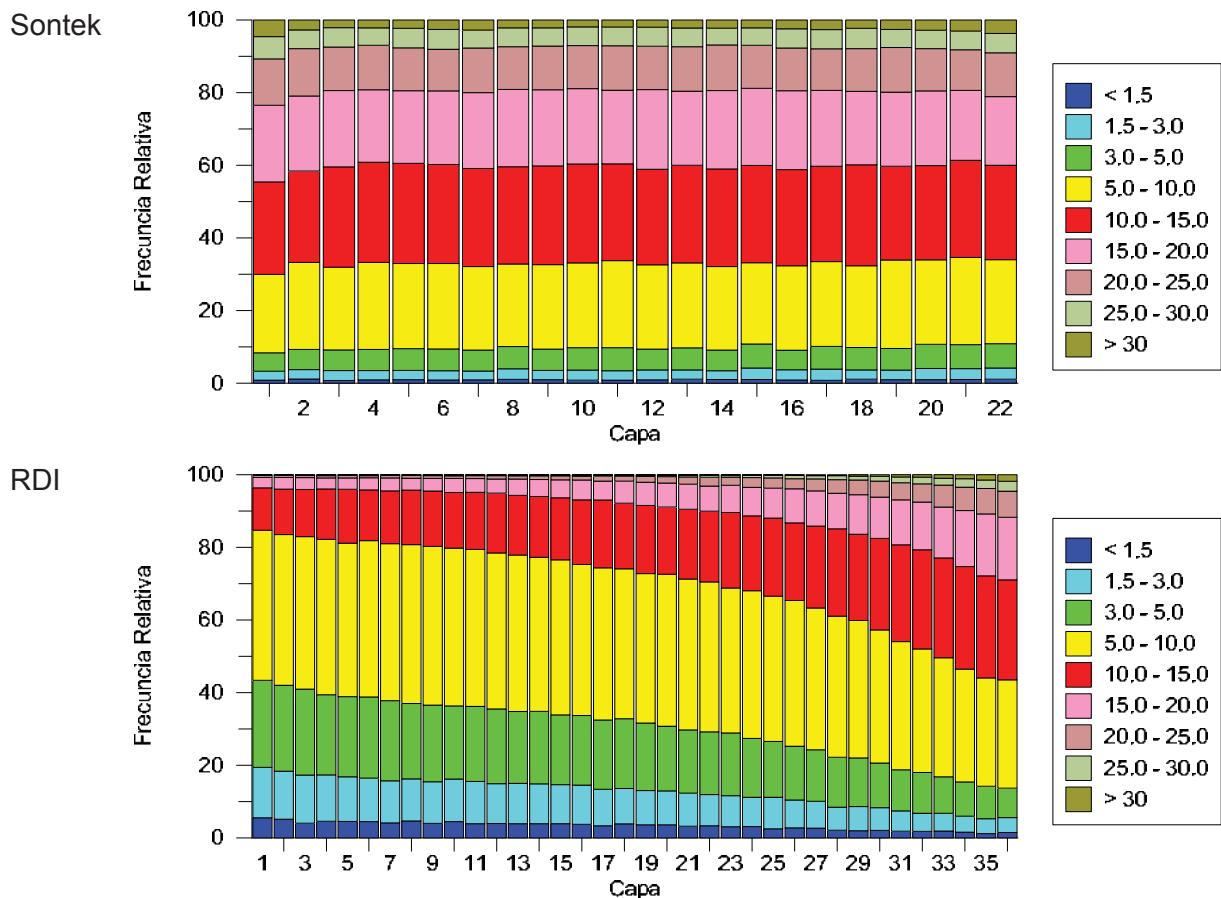


Tabla 2.5-140. Frecuencia Relativa de la Corriente por Rango de Dirección en cada Capa del ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Capa	Dirección							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	13,47	24,79	26,92	12,15	5,90	4,46	5,00	7,32
2	13,85	24,08	26,73	13,62	6,06	4,51	4,29	6,88
3	13,95	24,80	27,81	13,60	6,23	3,43	4,09	6,08
4	12,82	25,87	27,15	13,94	6,85	3,67	3,98	5,72
5	13,12	26,79	27,35	13,59	6,08	3,95	3,59	5,52
6	13,75	25,39	26,15	14,46	7,03	4,32	3,48	5,43
7	12,70	23,69	26,10	16,88	8,03	4,35	3,40	4,85
8	11,94	24,57	27,36	15,94	7,58	4,29	3,45	4,88
9	12,65	25,03	27,51	15,57	7,56	3,85	3,22	4,61
10	11,68	25,37	27,09	16,38	7,50	4,26	3,07	4,65
11	12,36	25,37	26,73	15,99	8,20	4,04	2,80	4,52
12	11,57	25,31	27,28	15,95	8,01	4,51	3,13	4,24
13	11,71	24,73	26,16	17,56	7,76	4,20	3,43	4,45
14	11,40	24,51	26,39	17,54	8,50	3,75	3,52	4,37
15	11,60	23,80	26,25	18,05	8,72	4,07	3,10	4,40

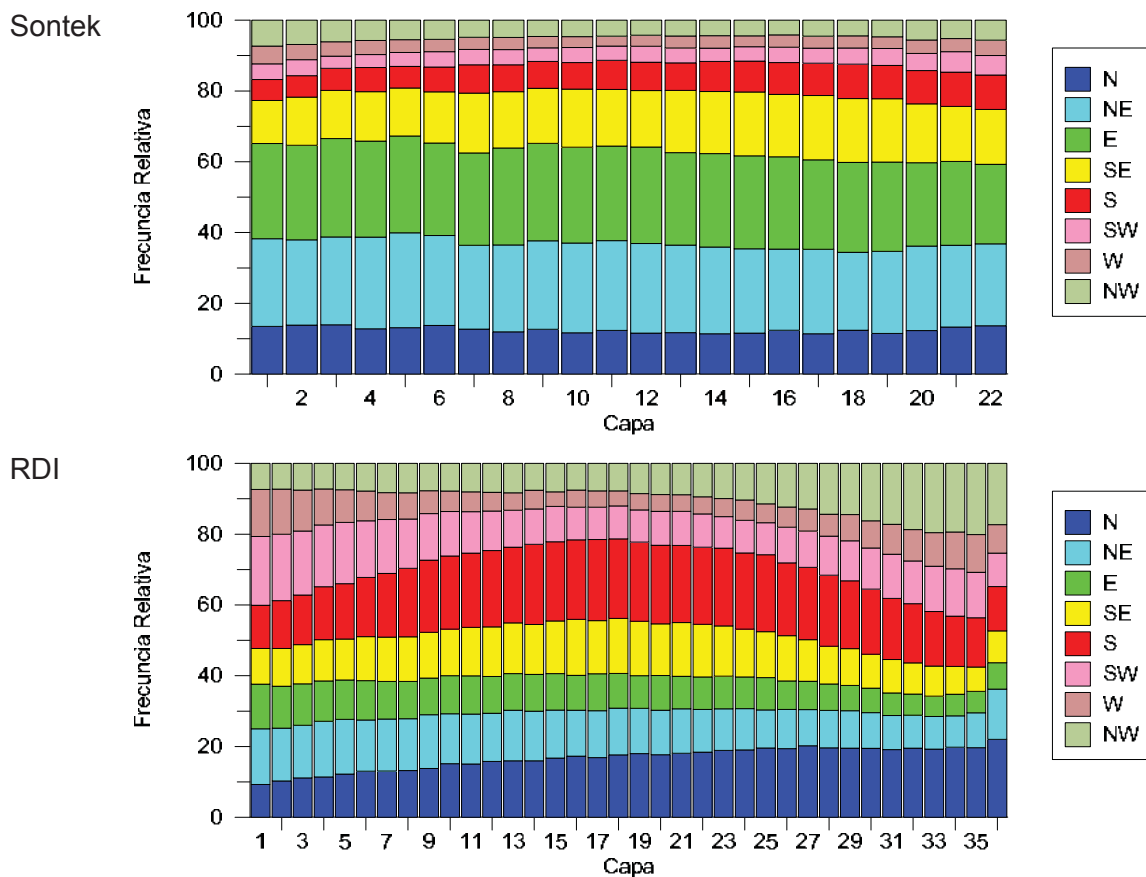
Capa	Dirección							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
16	12,39	22,92	26,10	17,60	9,04	4,33	3,45	4,17
17	11,39	23,90	25,26	18,15	9,16	4,24	3,38	4,52
18	12,40	22,00	25,42	18,02	9,73	4,56	3,43	4,42
19	11,49	23,19	25,21	17,92	9,39	4,81	3,29	4,71
20	12,30	23,86	23,58	16,62	9,39	4,84	3,80	5,62
21	13,31	23,08	23,69	15,57	9,68	5,79	3,68	5,20
22	13,65	23,18	22,45	15,51	9,72	5,50	4,32	5,66

Tabla 2.5-141. Frecuencia Relativa de la Corriente por Rango de Dirección en cada Capa del ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Capa	Dirección							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	9,28	15,71	12,64	10,09	12,19	19,43	13,29	7,36
2	10,28	14,93	11,82	10,67	13,51	18,79	12,71	7,29
3	11,12	14,89	11,68	11,10	14,02	18,08	11,57	7,54
4	11,39	15,74	11,37	11,68	14,95	17,47	10,18	7,22
5	12,21	15,45	11,15	11,58	15,61	17,34	9,22	7,44
6	13,05	14,45	11,13	12,42	16,70	16,02	8,41	7,81
7	13,06	14,70	10,64	12,50	18,01	15,24	7,58	8,28
8	13,22	14,66	10,52	12,61	19,34	13,93	7,41	8,31
9	13,82	15,16	10,37	12,95	20,38	13,12	6,48	7,73
10	15,13	14,11	10,79	13,15	20,64	12,58	5,77	7,83
11	15,06	14,12	10,77	13,71	20,96	11,71	5,62	8,03
12	15,80	13,61	10,39	14,02	21,54	11,15	5,29	8,19
13	15,99	14,28	10,35	14,32	21,40	10,44	4,91	8,31
14	15,96	14,00	10,42	14,08	22,69	9,99	5,26	7,60
15	16,74	13,54	10,32	14,87	22,35	10,00	4,12	8,05
16	17,27	12,99	9,86	15,80	22,48	9,21	4,86	7,54
17	16,87	13,26	10,41	15,02	22,93	9,12	4,60	7,78
18	17,64	13,18	9,84	15,56	22,46	9,32	4,25	7,76
19	18,01	12,77	9,23	15,38	22,37	9,10	4,61	8,52
20	17,67	12,60	9,79	14,63	22,17	9,60	4,73	8,83
21	18,09	12,55	9,19	15,18	21,82	9,61	4,68	8,87
22	18,40	12,08	9,19	14,84	21,83	9,39	4,81	9,45
23	18,90	11,74	9,23	14,18	21,98	8,93	5,07	9,96
24	19,06	11,66	8,93	13,54	21,48	9,25	5,73	10,35
25	19,60	10,76	9,13	12,97	21,75	9,00	5,36	11,42
26	19,40	11,06	8,07	12,77	20,59	10,09	5,67	12,35
27	20,21	10,21	8,00	11,77	20,46	10,23	6,26	12,86
28	19,64	10,57	7,47	10,67	20,05	11,05	6,20	14,35
29	19,53	10,58	7,16	10,38	19,18	11,28	7,42	14,47
30	19,50	10,09	6,89	9,61	18,40	11,63	7,67	16,22

Capa	Dirección							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
31	19,15	9,63	6,38	9,44	17,28	12,45	8,44	17,24
32	19,56	9,29	5,96	8,84	16,73	12,06	8,83	18,73
33	19,27	9,22	5,74	8,52	15,41	12,79	9,48	19,57
34	19,82	8,87	6,09	7,84	14,22	13,38	10,38	19,40
35	19,69	9,86	6,03	6,89	13,93	12,83	10,68	20,09
36	22,01	14,22	7,47	9,00	12,51	9,42	8,07	17,29

Figura 2.5-113. Frecuencias Relativas por Rango de Dirección de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



• **Flujo Residual y Vectores Progresivos**

En el ADCP Sontek, el análisis del flujo residual o neto para esta campaña de verano (Tabla 2.5-142 y Figura 2.5-114) indica que las corrientes residuales desde la capa 1 a la 14 y de la capa 20 a la 22 fueron al ENE; y de la capa 15 a la 19 el transporte fue hacia el E. En tanto, se estima que una partícula pasiva sería transportada entre 258,05 y 301,05 km con velocidades residuales promedio para el periodo de 6,92 y 8,11 cm/s, respectivamente (Figura 2.5-115).

En el caso del ADCP RDI, este análisis muestra una situación más variable (Tabla 2.5-143 y Figura 2.5-114), en la cual las corrientes residuales rotan desde el SSW (en el fondo) al NW en superficie, con excepción de la capa 36 que va al N. De la capa 1 a la 22 el transporte neto fluctúa entre 40 y 55,91 km, reduciéndose el transporte desde la capa 22 a la capa 27, en la cual se alcanza un transporte de 3,16 km. Desde esta capa se va incrementando el transporte hasta alcanzar los 133,93 km en la capa superficial (Figura 2.5-115).

Tabla 2.5-142. Flujo Neto (Dirección y Magnitud) y Distancia Transportada ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Capa	Profundidad [m]	Dirección [grados]		Magnitud [cm/s]	Distancia [km]
1	22,49	67,03	(ENE)	7,82	291,32
2	21,49	68,25	(ENE)	7,68	286,46
3	20,49	68,96	(ENE)	8,00	298,18
4	19,49	70,18	(ENE)	7,92	295,28
5	18,49	67,93	(ENE)	8,11	302,21
6	17,49	69,98	(ENE)	7,94	295,83
7	16,49	76,85	(ENE)	7,77	289,80
8	15,49	74,56	(ENE)	7,96	296,58
9	14,49	74,09	(ENE)	8,06	300,45
10	13,49	75,37	(ENE)	8,08	301,05
11	12,49	76,31	(ENE)	8,00	298,20
12	11,49	76,91	(ENE)	8,02	299,14
13	10,49	78,30	(ENE)	7,98	297,52
14	9,49	78,57	(ENE)	7,97	297,14
15	8,49	78,93	(E)	7,78	289,89
16	7,49	79,41	(E)	7,78	289,85
17	6,49	79,67	(E)	7,76	289,20
18	5,49	80,32	(E)	7,45	277,65
19	4,49	80,01	(E)	7,42	276,58
20	3,49	76,62	(ENE)	7,23	269,52
21	2,49	75,39	(ENE)	6,97	259,73
22	1,49	71,48	(ENE)	6,92	258,05

Tabla 2.5-143. Flujo Neto (Dirección y Magnitud) y Distancia Transportada ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Capa	Profundidad [m]	Dirección		Magnitud [cm/s]	Distancia [km]
		[grados]			
1	19,33	213,45	(SSW)	1,13	46,58
2	18,83	207,62	(SSW)	1,10	45,58
3	18,33	201,69	(SSW)	1,08	44,51
4	17,83	193,50	(SSW)	1,01	41,83
5	17,33	184,15	(S)	1,01	41,78
6	16,83	175,08	(S)	0,98	40,70
7	16,33	168,75	(S)	1,03	42,78
8	15,83	162,31	(SSE)	1,11	45,82
9	15,33	154,06	(SSE)	1,18	48,64
10	14,83	151,14	(SSE)	1,14	47,08
11	14,33	147,72	(SSE)	1,23	50,70
12	13,83	144,97	(SE)	1,26	52,16
13	13,33	139,63	(SE)	1,28	53,14
14	12,83	139,32	(SE)	1,33	54,85
15	12,33	135,64	(SE)	1,32	54,81
16	11,83	135,82	(SE)	1,35	55,91
17	11,33	132,70	(SE)	1,34	55,43
18	10,83	131,89	(SE)	1,33	55,04
19	10,33	130,81	(SE)	1,21	50,01
20	9,83	130,06	(SE)	1,14	47,14
21	9,33	128,68	(SE)	1,10	45,35
22	8,83	128,21	(SE)	0,97	40,00
23	8,33	125,90	(SE)	0,84	34,71
24	7,83	121,95	(ESE)	0,67	27,71
25	7,33	119,73	(ESE)	0,49	20,36
26	6,83	111,27	(ESE)	0,21	8,88
27	6,33	345,00	(NNW)	0,08	3,12
28	5,83	315,82	(NW)	0,39	16,13
29	5,33	309,05	(NW)	0,68	27,94
30	4,83	311,77	(NW)	1,08	44,63
31	4,33	309,12	(NW)	1,47	61,00
32	3,83	310,52	(NW)	1,84	76,12
33	3,33	311,16	(NW)	2,25	93,18
34	2,83	311,67	(NW)	2,69	111,41
35	2,33	317,70	(NW)	2,97	123,11
36	1,83	354,41	(N)	3,24	133,93

Figura 2.5-114. Flujo Residual (Neto) de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Verano de Sontek RDI 2012

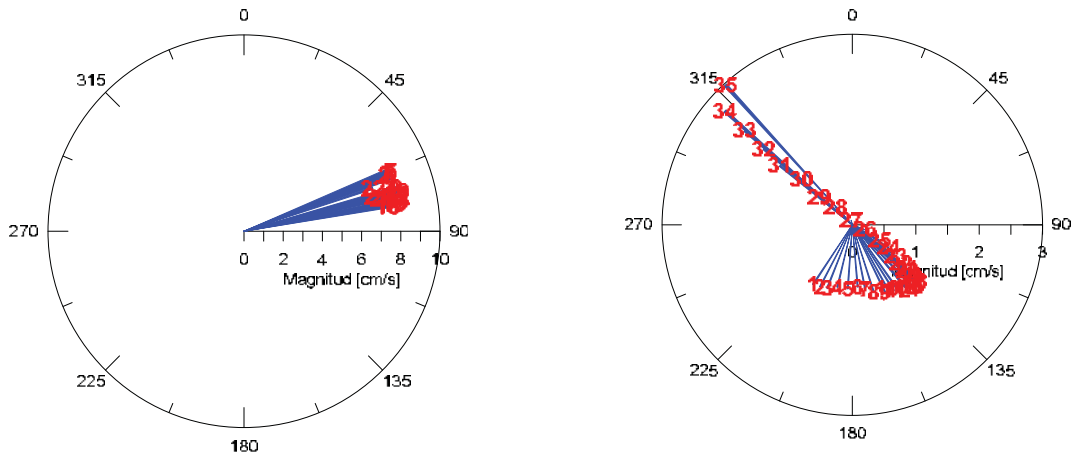
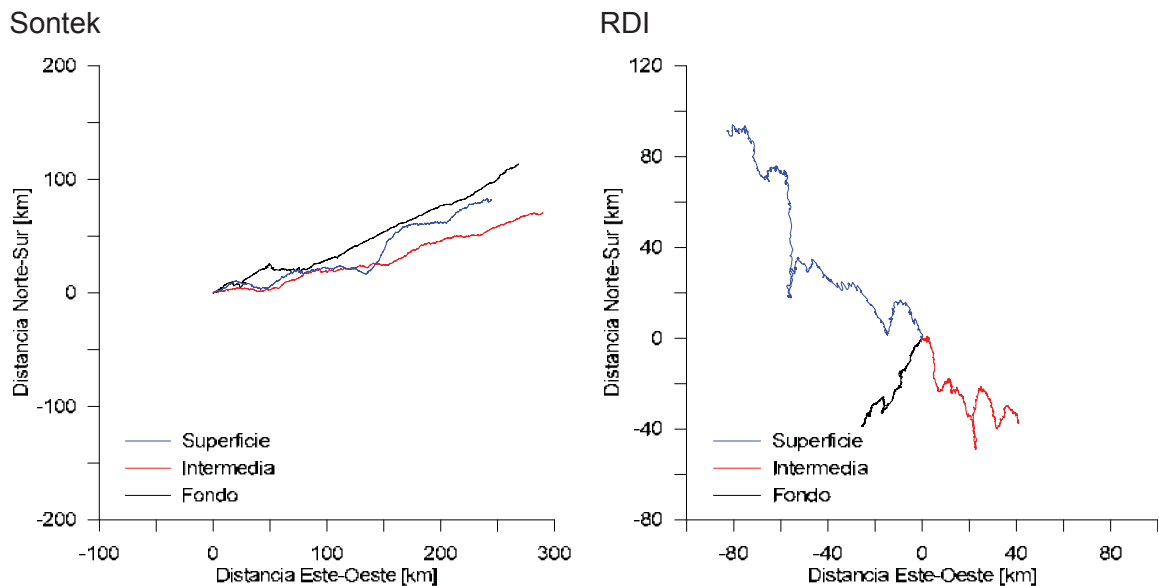


Figura 2.5-115. Diagrama de Vectores Progresivos de las Capas de Fondo, Intermedia y la más Cercana a la Superficie. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



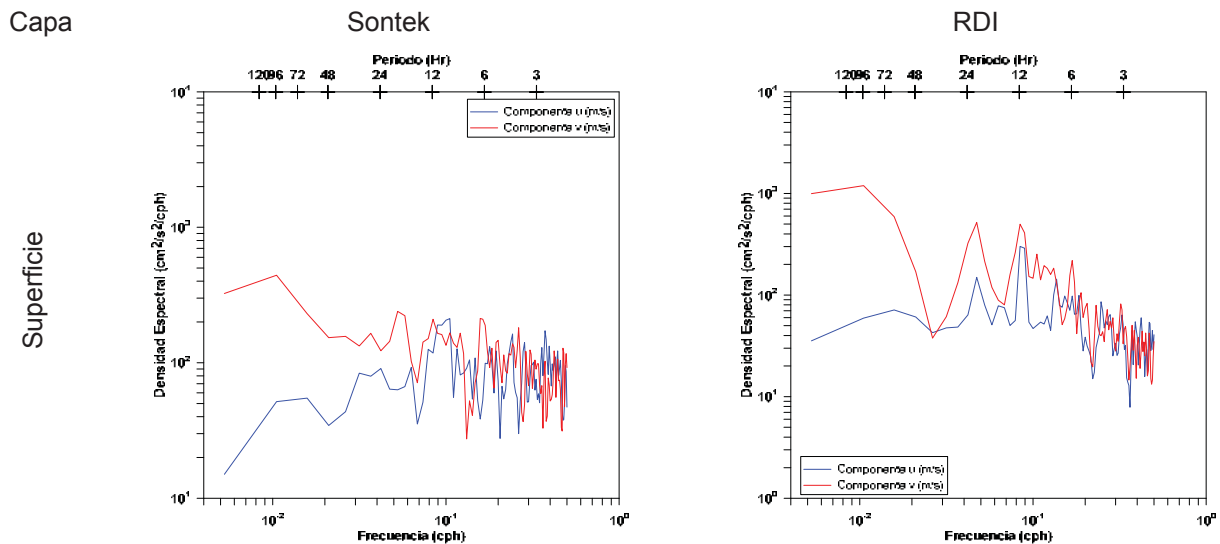
- Análisis Espectral**

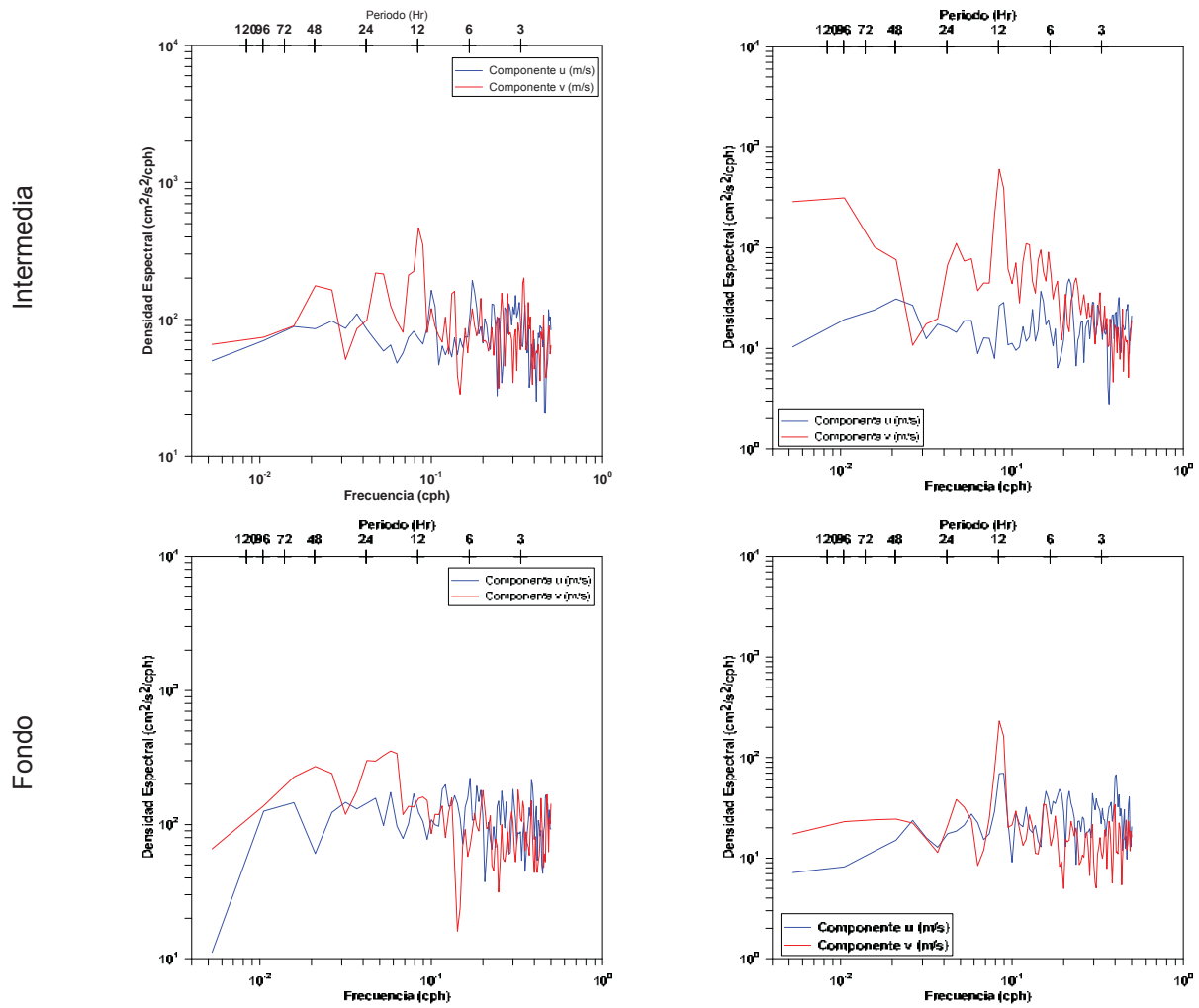
El análisis espectral del ADCP Sontek de los datos horarios de corrientes en la capa de superficie (Figura 2.5-116), muestra en la componente v (N-S) un peak energético en los periodos correspondientes entre 2 y 3 días (48 a 72 horas), atribuibles a la variación sinóptica; y un peak secundario en los periodos cercanos a las 24 horas, asociado a las variaciones diarias correspondiente al efecto combinado de la marea y la variación diaria del viento. En la componente u (E-W) se obtuvo un peak en los periodos cercanos a las 12 horas, asociado a las

variaciones semidiurnas de la marea. En la capa intermedia (Figura 2.5-116), la componente u no presenta peaks importantes de variación, mientras que la componente v (sentido norte –sur) presenta tres peak de energía asociado a las 12, 24 y 48 horas, siendo más intenso el de 12 hora. Estos pueden asociarse a las variaciones diarias de la marea y el viento (los de 12 y 24 horas) y a un aporte sinóptico el de 48 horas. En tanto que en la capa de fondo (Figura 2.5-116), la componente u no presentó un aporte importante de energía en algún periodo, mientras que la componente v mantiene el peak de las 24 y 48 horas.

En el ADCP RDI, los resultados muestran en toda la columna de agua peaks energéticos más definidos y con la componente v con más energía que la componente u. En la capa de superficie (Figura 2.5-116) se presentan los dos peak asociados a las variaciones diarias y que normalmente se vinculan a los efectos de las variaciones del viento y la marea; el peak asociado a las variaciones sinópticas correspondientes a la acción del viento. En la capa intermedia (Figura 2.5-116) se mantiene esta relación pero en los peak energéticos diarios es más intenso el de las 12 horas, y en la capa de fondo (Figura 2.5-116) sólo se mantiene el peak de las 12 horas.

Figura 2.5-116. Espectros de las Componentes u y v de la Corriente en la Capa más Cercana a la Superficie, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

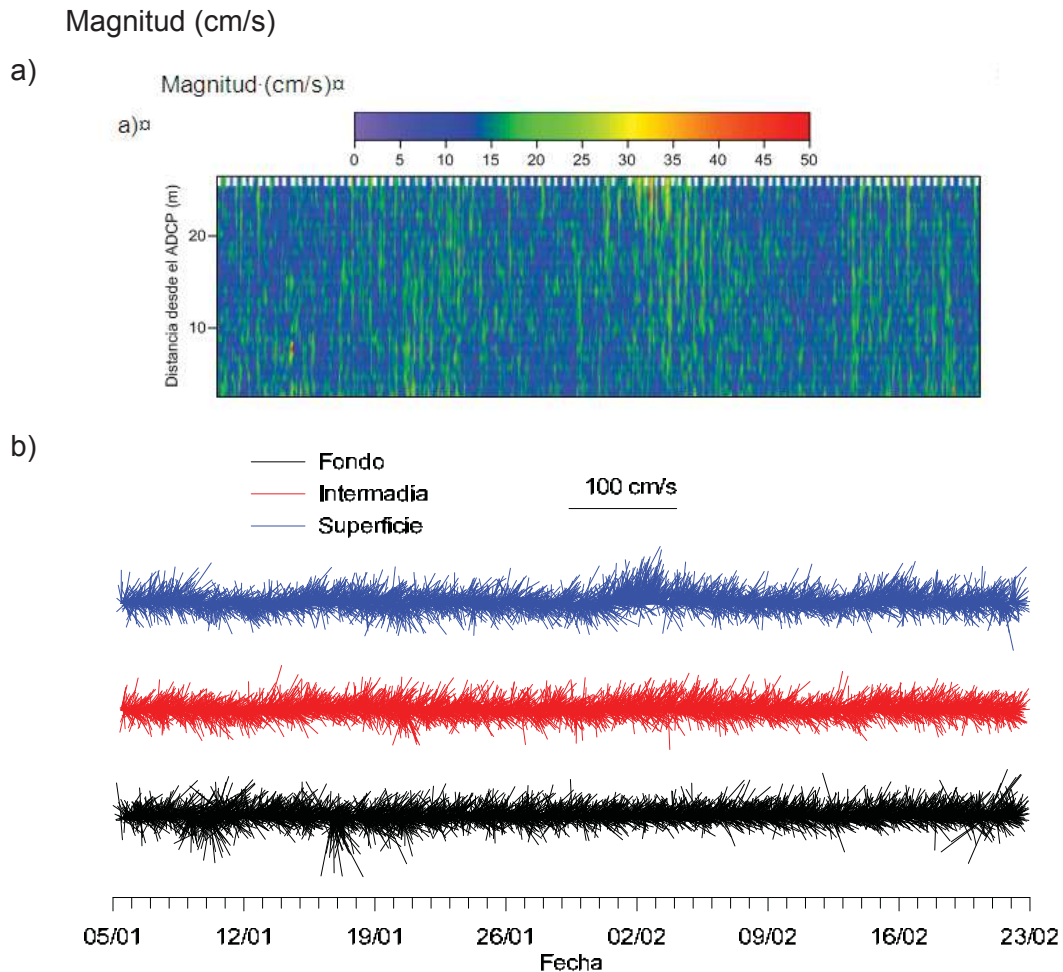




- **Series de Tiempo**

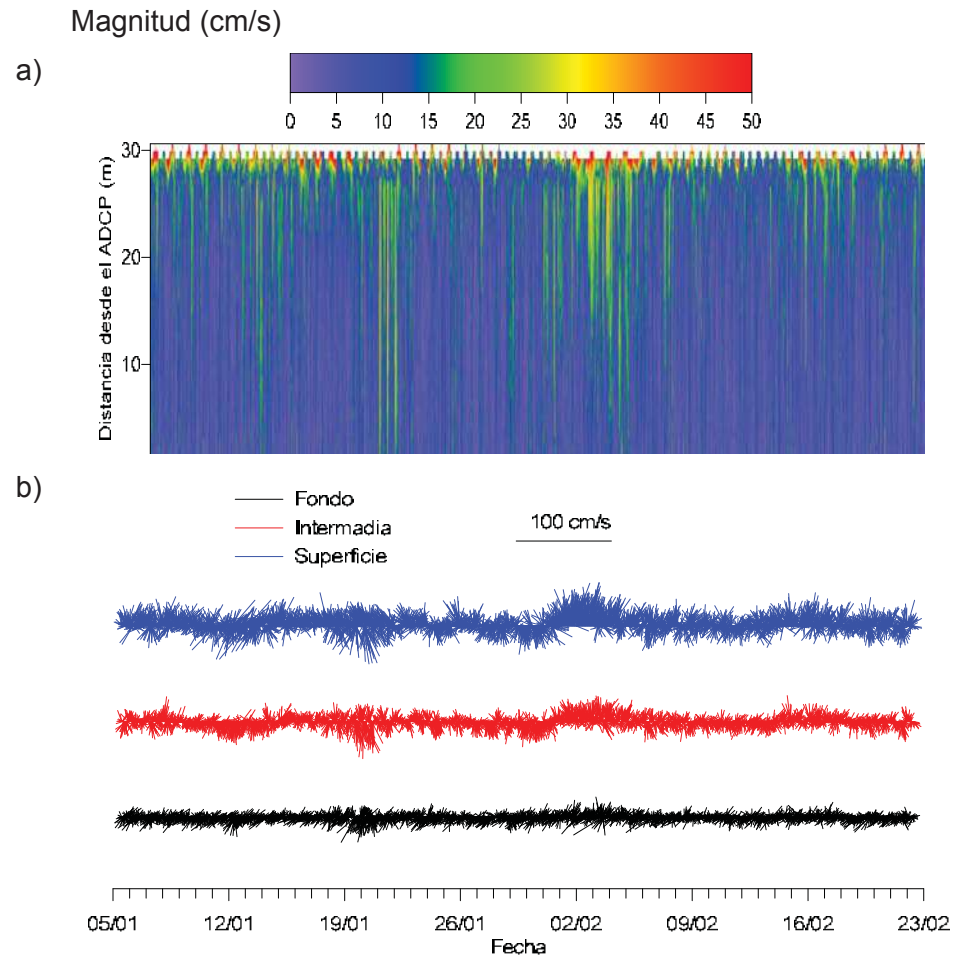
La revisión de la serie de tiempo de la magnitud de la corriente en profundidad del ADCP Sontek para esta campaña de verano (Figura 2.5-117(a)), muestra una columna de agua que en promedio presenta corrientes con intensidades menores a 15 cm/s, y que durante los periodos de tiempo en los cuales se incrementa las velocidades, la tendencia es que casi toda la columna sufra el aceleramiento de las corrientes. El evento más importante ocurre entre el 02 y 05 de febrero de 2012, en el cual se observa el incremento de las velocidades en toda la columna de agua. Los vectores de las corrientes (Figura 2.5-117(b)) en las capas de superficie, intermedia y de fondo, muestran el mismo comportamiento en el tiempo, con una variabilidad diaria y algunos períodos de mayores intensidades de las corrientes.

Figura 2.5-117. Registro de Corrientes en la Columna de Agua a) Variación en Tiempo y Distancia al ADCP Sontek de la Magnitud de la Corriente, y b) Vectores de Corrientes en las Capas de Fondo, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



En el ADCP RDI, para esta campaña de verano, la serie de tiempo muestra que entre los transductores y a una distancia de 20 m de éstos, normalmente las corrientes son menores a 10 cm/s, y que entre la superficie libre y aproximadamente 5 m, y alrededor de 2 m bajo ésta, las corrientes son más intensas (Figura 2.5-118 (a)). Se observan 4 eventos en los cuales la perturbación en superficie genera un aceleramiento de las capas más profundas; estos eventos tienen duraciones en el tiempo de un día hasta alrededor de cuatro días; el de mayor duración se presenta entre el 02 y 05 de febrero de 2012. Los vectores de corrientes de las distintas capas (Figura 2.5-118 (b)) muestran claramente lo indicado (el incremento de las corrientes desde el fondo hacia la superficie), así como los incrementos de las velocidades en los distintos eventos, los cuales no sólo muestran dicha intensificación de la corriente, sino que además cambios en las direcciones de los flujos, principalmente en superficie.

Figura 2.5-118. Registro de Corrientes en la Columna de Agua a) Variación en Tiempo y Distancia al ADCP RDI de la Magnitud de la Corriente, y b) Vectores de Corrientes en las Capas de Fondo, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



- **Relaciones con los Forzantes**

Las correlaciones cruzadas (Figura 2.5-119), análisis en el dominio del tiempo, de las componentes ortogonales de las corrientes registradas con el ADCP Sontek con la marea y las componentes ortogonales del viento, fueron menores a 0,5, lo que indica una baja relación entre la corriente y estos forzantes. La correlación cruzada más alta correspondió a la componente v del viento con la componente v de la corriente en el desfase de 0 horas. Una situación similar se observa en las correlaciones cruzadas (Figura 2.5-120) de las corrientes registradas en el ADCP RDI.

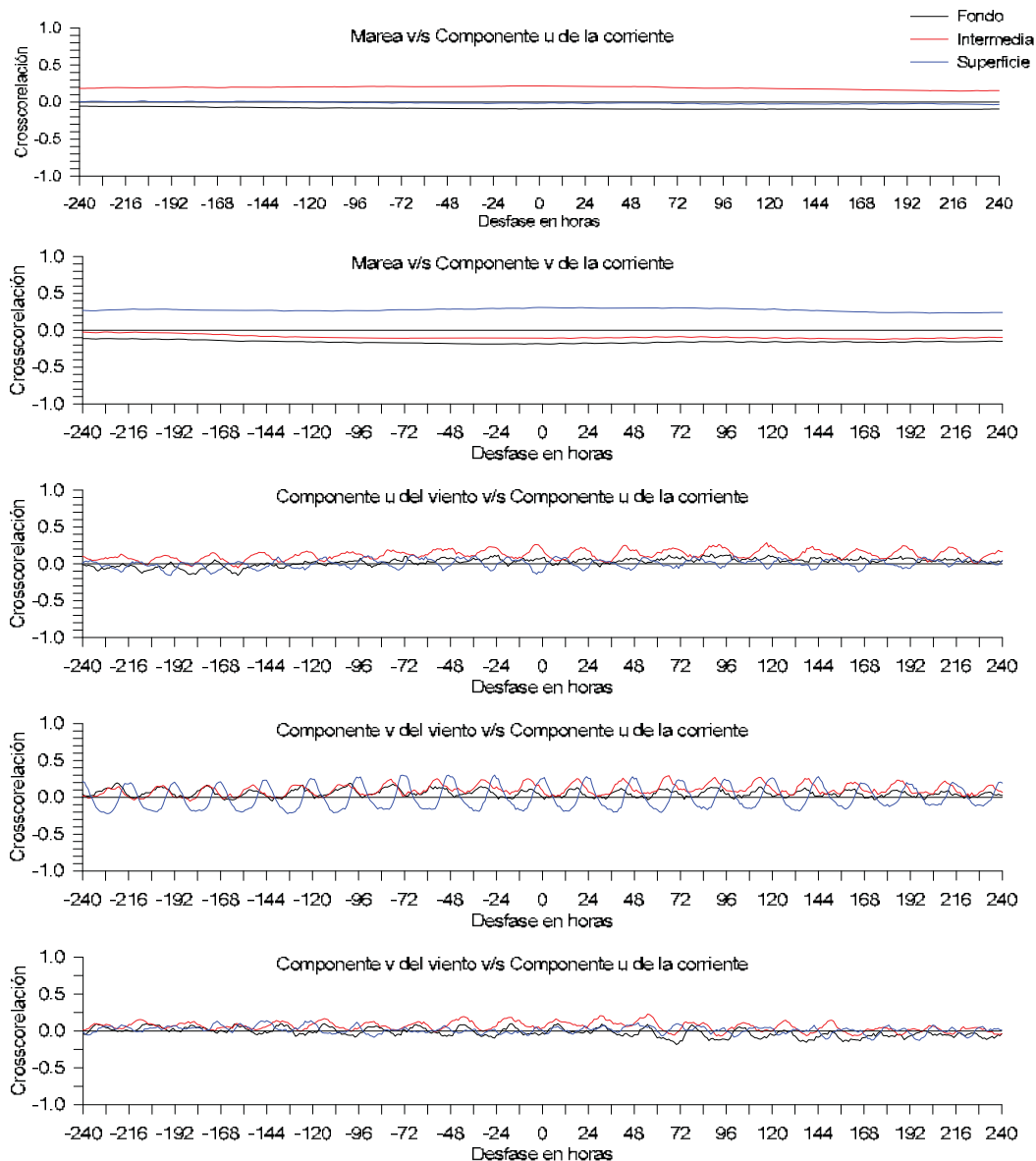
El análisis en el dominio de la frecuencia del registro de corrientes del ADCP Sontek (

Figura 2.5-121 a Figura 2.5-126) versus las forzantes, confirma que en todas las capas la marea aporta en la generación de las corrientes a distintas frecuencias, no siendo siempre la misma frecuencia y, por tanto, la misma coherencia. La componente ortogonal u del viento presenta coherencias significativas en el ciclo diario en toda la columna y, además, en la capa superficial sobre la componente v de la corriente en el ciclo sinóptico, mientras que las

coherencias significativas obtenidas con la componente ortogonal v de la corriente corresponden a las variaciones diarias.

La situación en el ADCP RDI (Figura 2.5-127 a Figura 2.5-132) es similar a lo obtenido en el ADCP Sontek, lo que era de esperar por la cercanía de ambos fondeos. Este análisis indica que ambas forzantes aportan a distintos periodos diurnos sobre las corrientes y sus aportes varían en profundidad.

Figura 2.5-119. Correlaciones Cruzadas de las Componentes Ortogonales de la Corriente con la Marea y las Componentes Ortogonales del Viento. ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



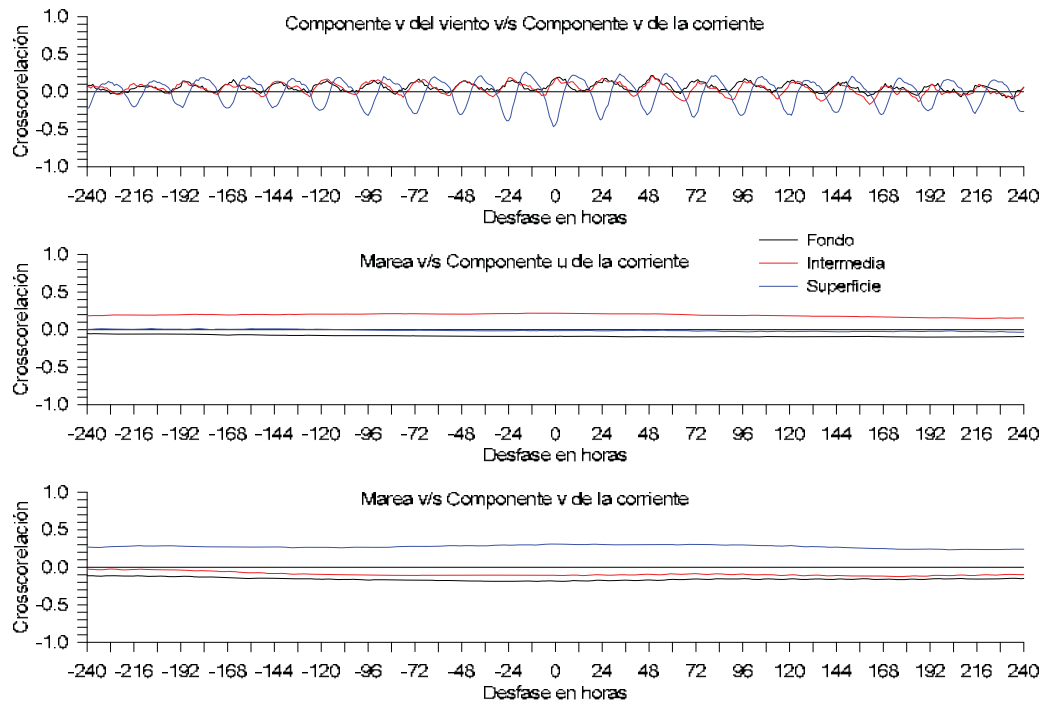
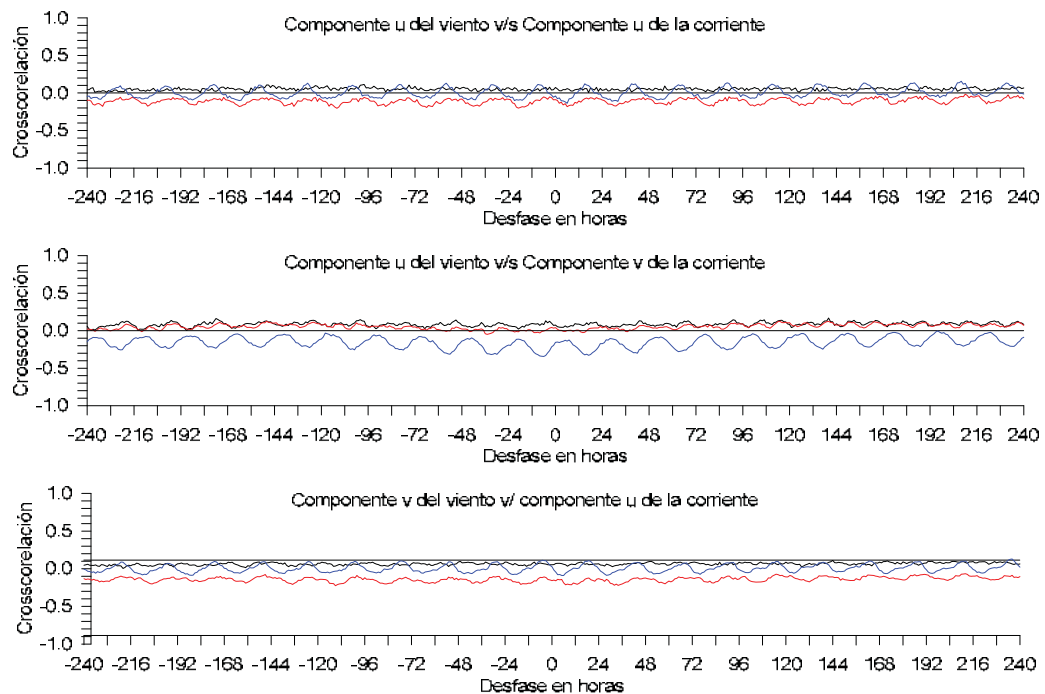


Figura 2.5-120. Correlaciones Cruzadas de las Componentes Ortogonales de la Corriente con la Marea y las Componentes Ortogonales del Viento. ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



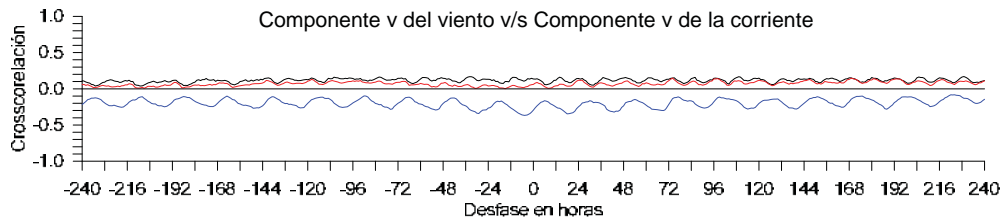


Figura 2.5-121. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

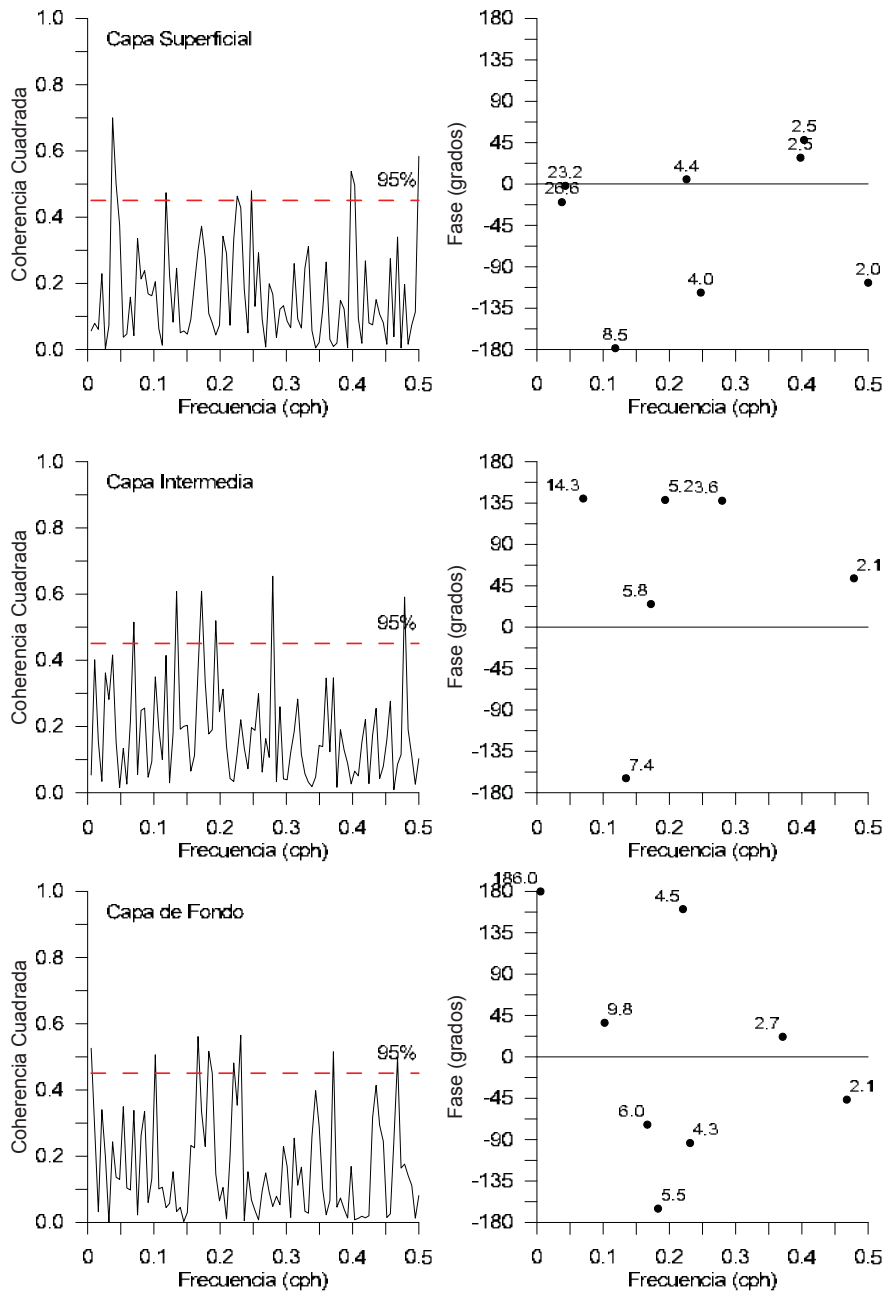


Figura 2.5-122. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

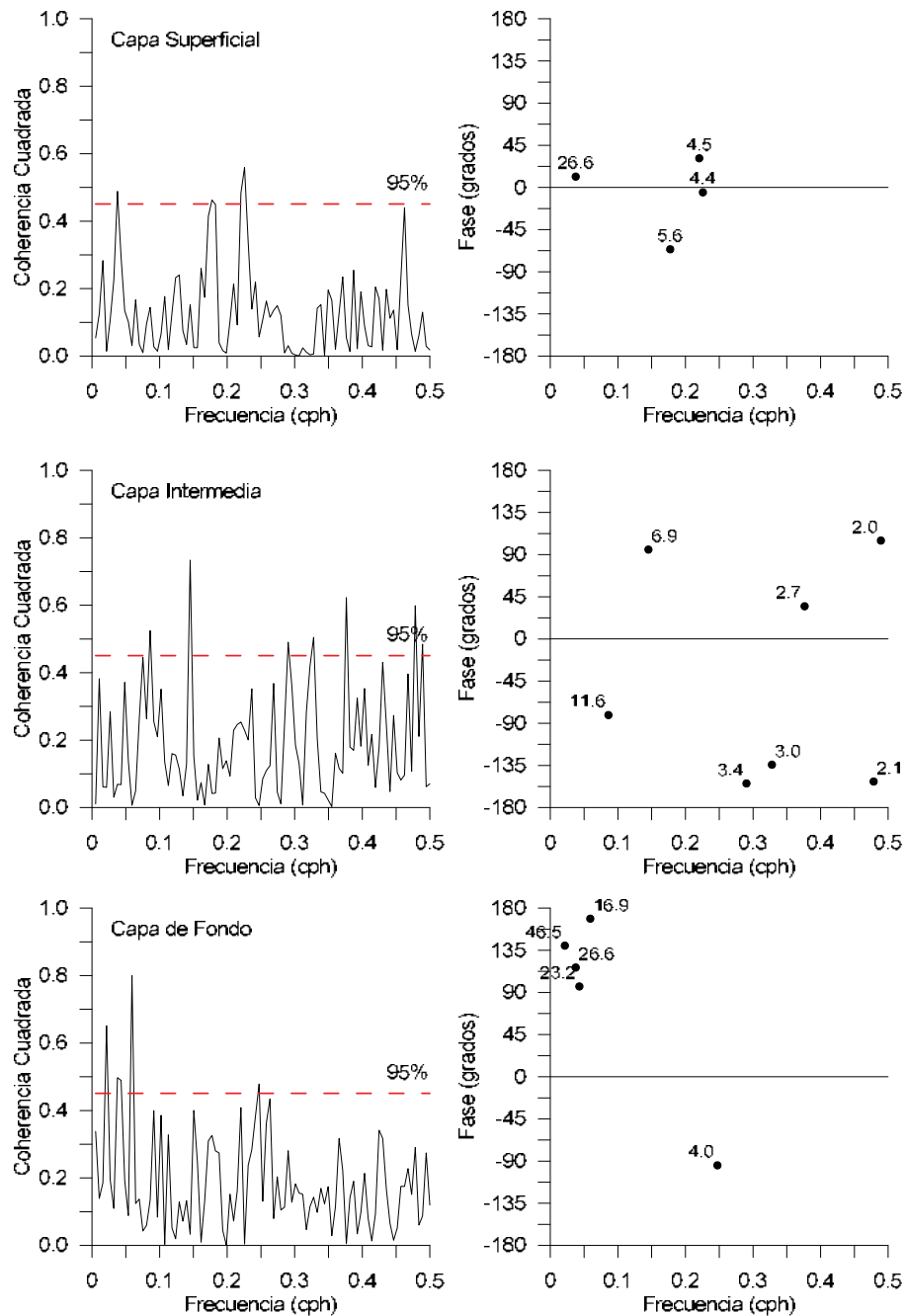


Figura 2.5-123. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

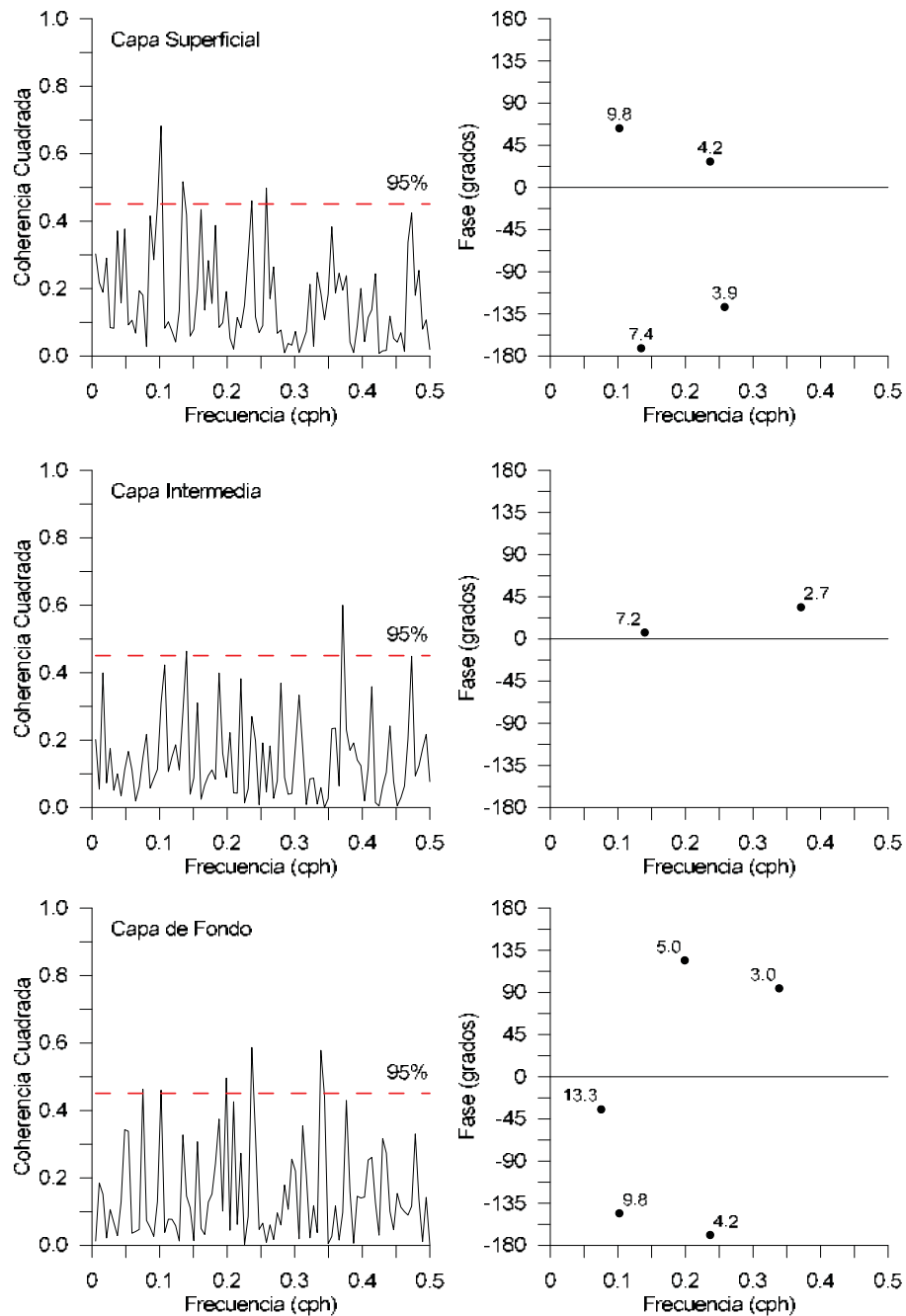


Figura 2.5-124. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

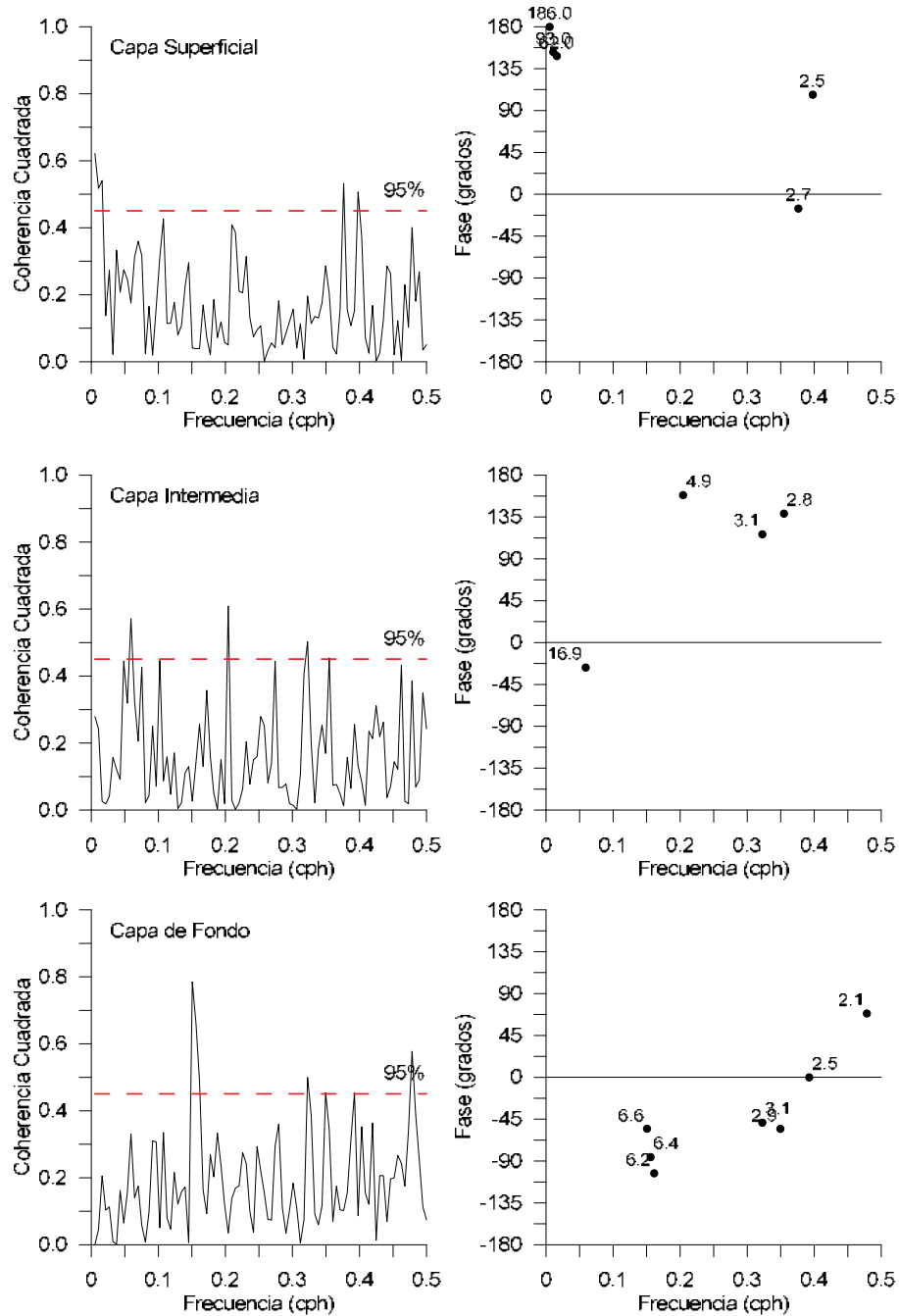


Figura 2.5-125. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

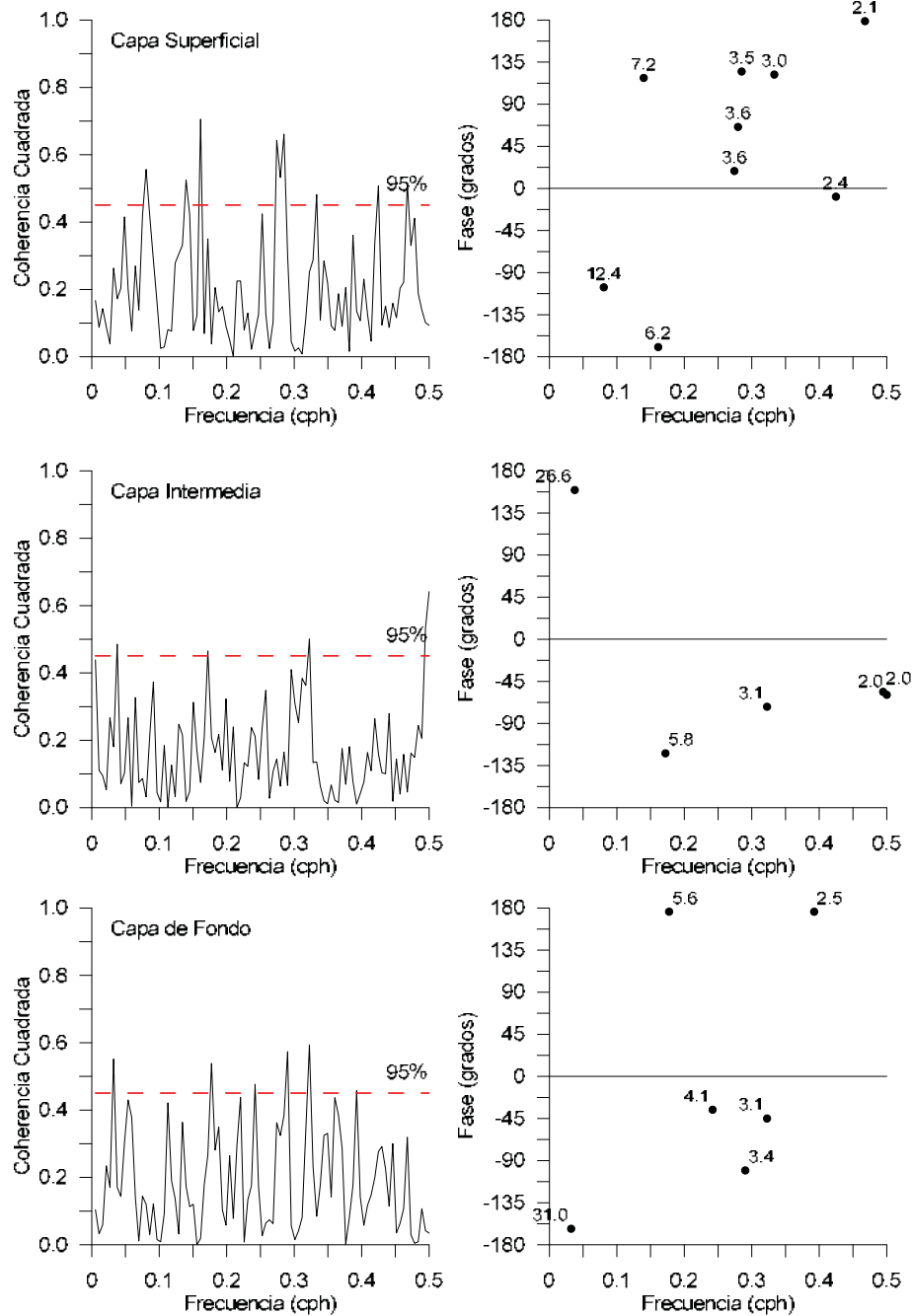


Figura 2.5-126. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Sontek. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

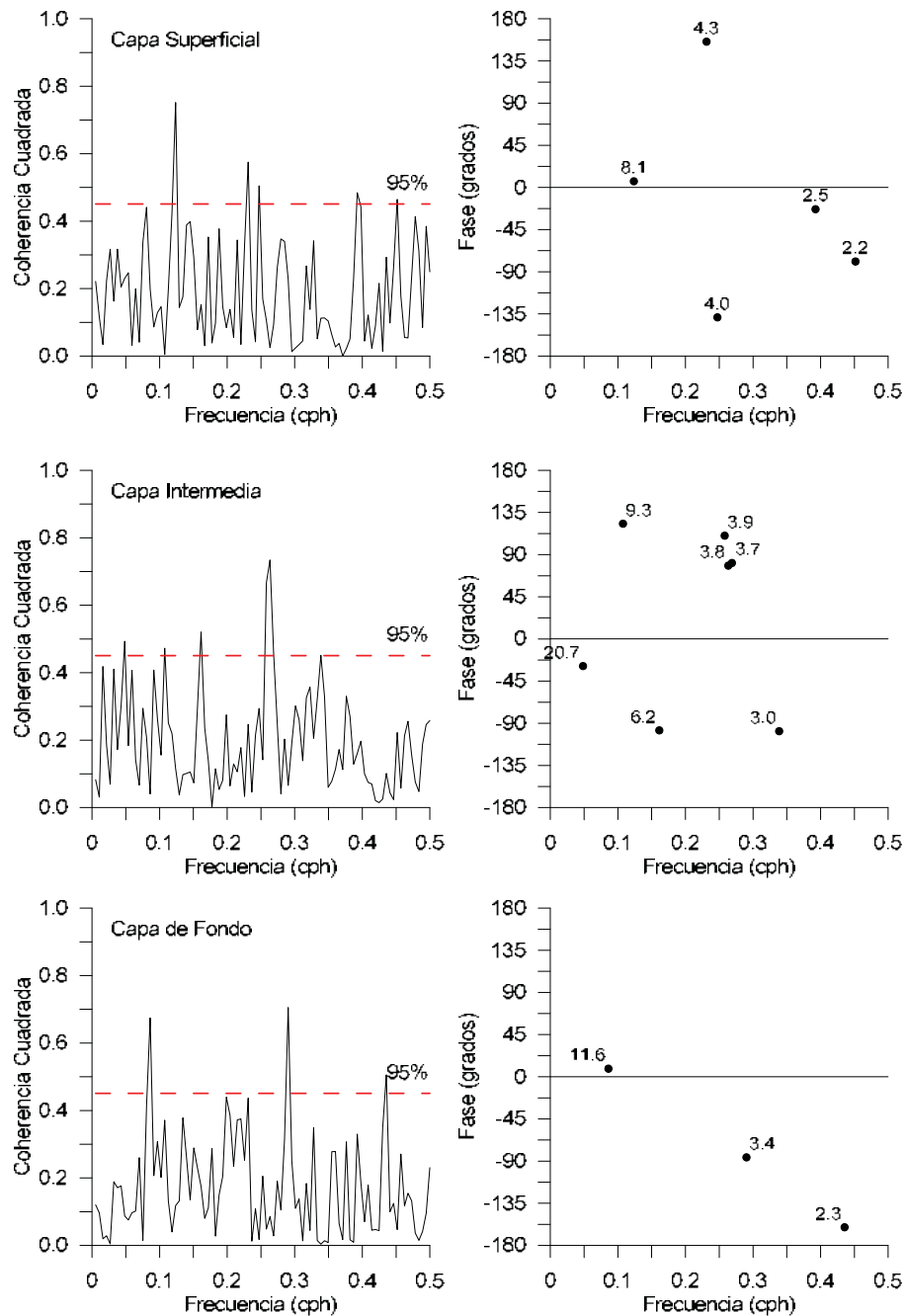


Figura 2.5-127. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

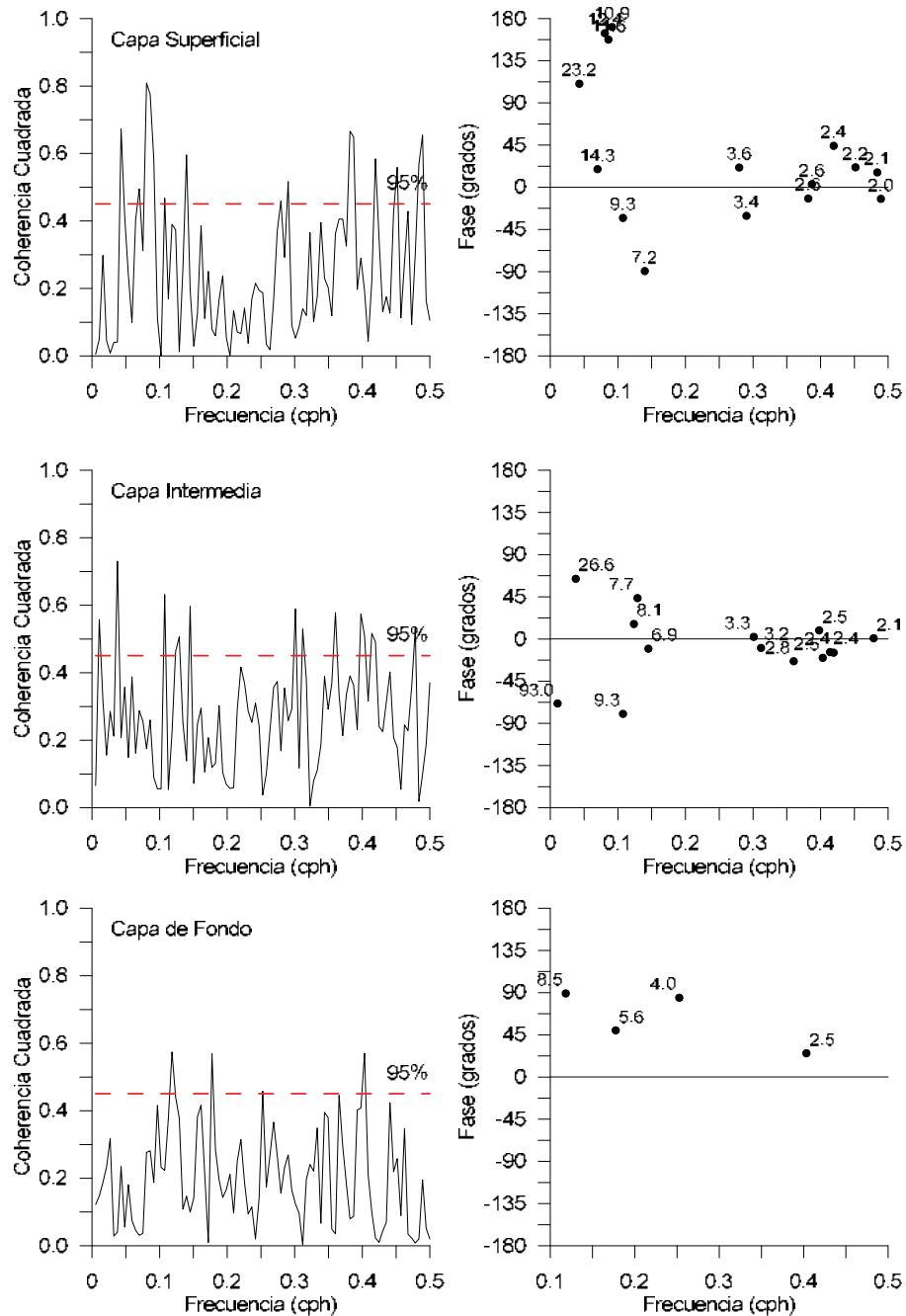


Figura 2.5-128. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

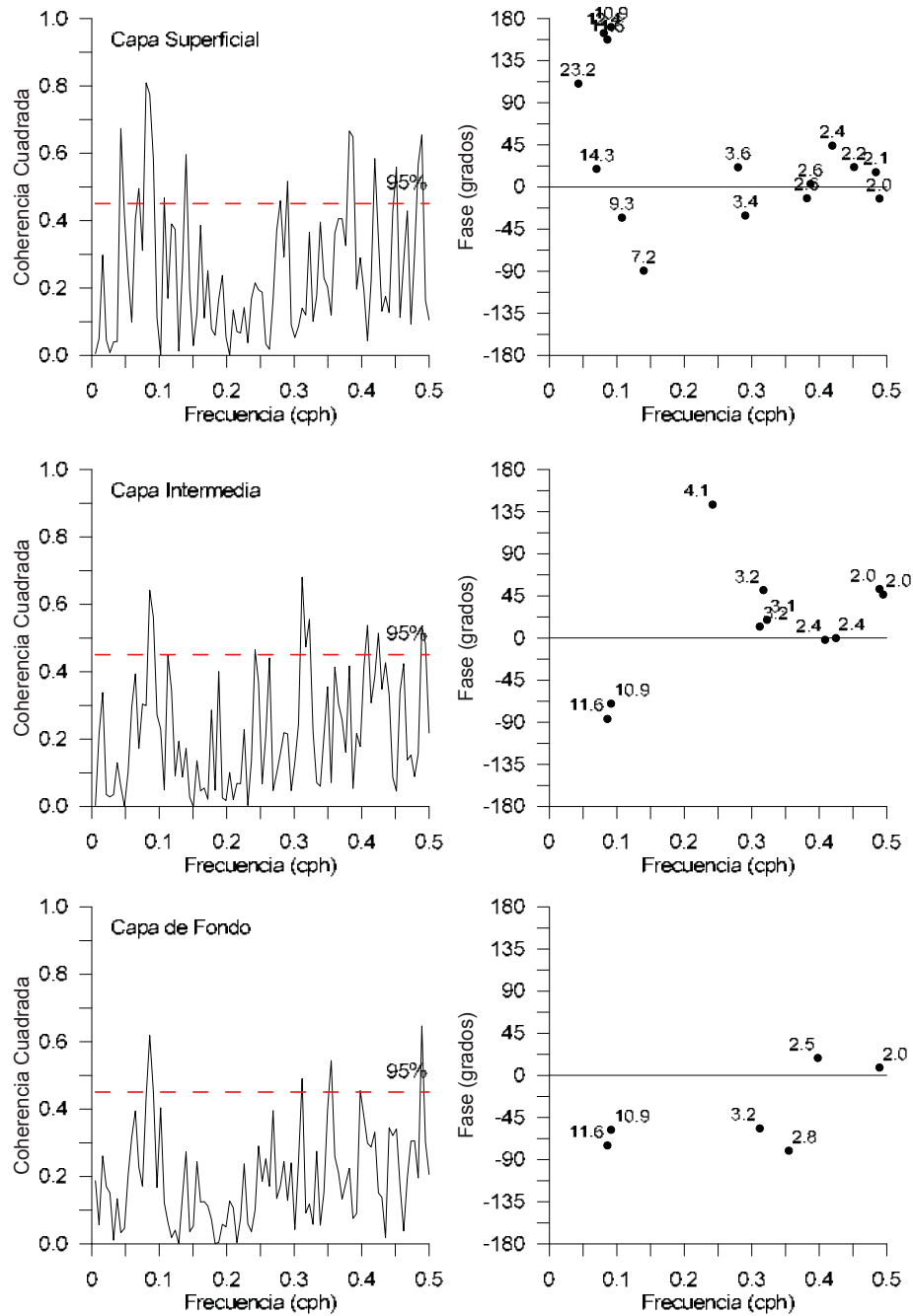


Figura 2.5-129. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

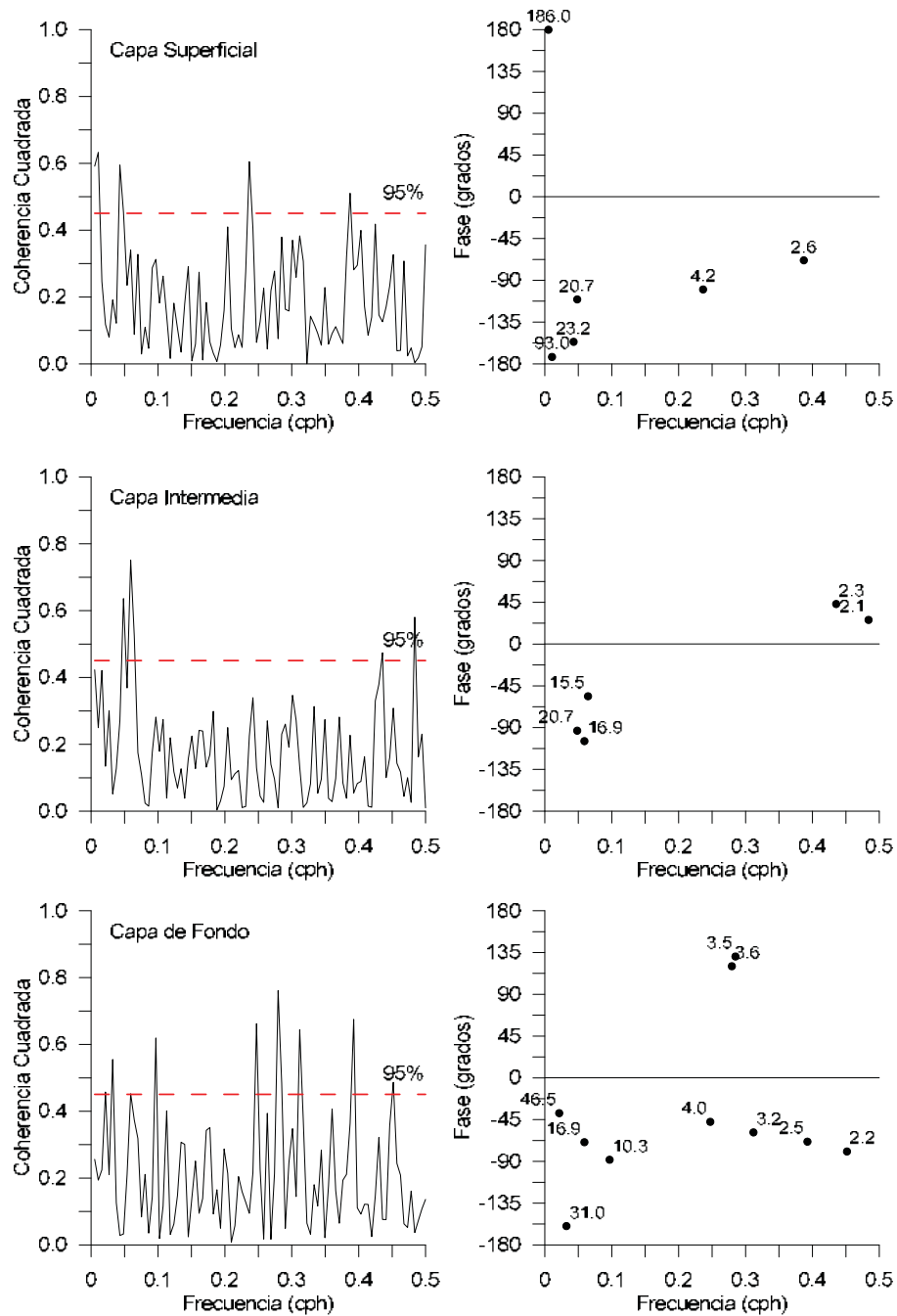


Figura 2.5-130. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

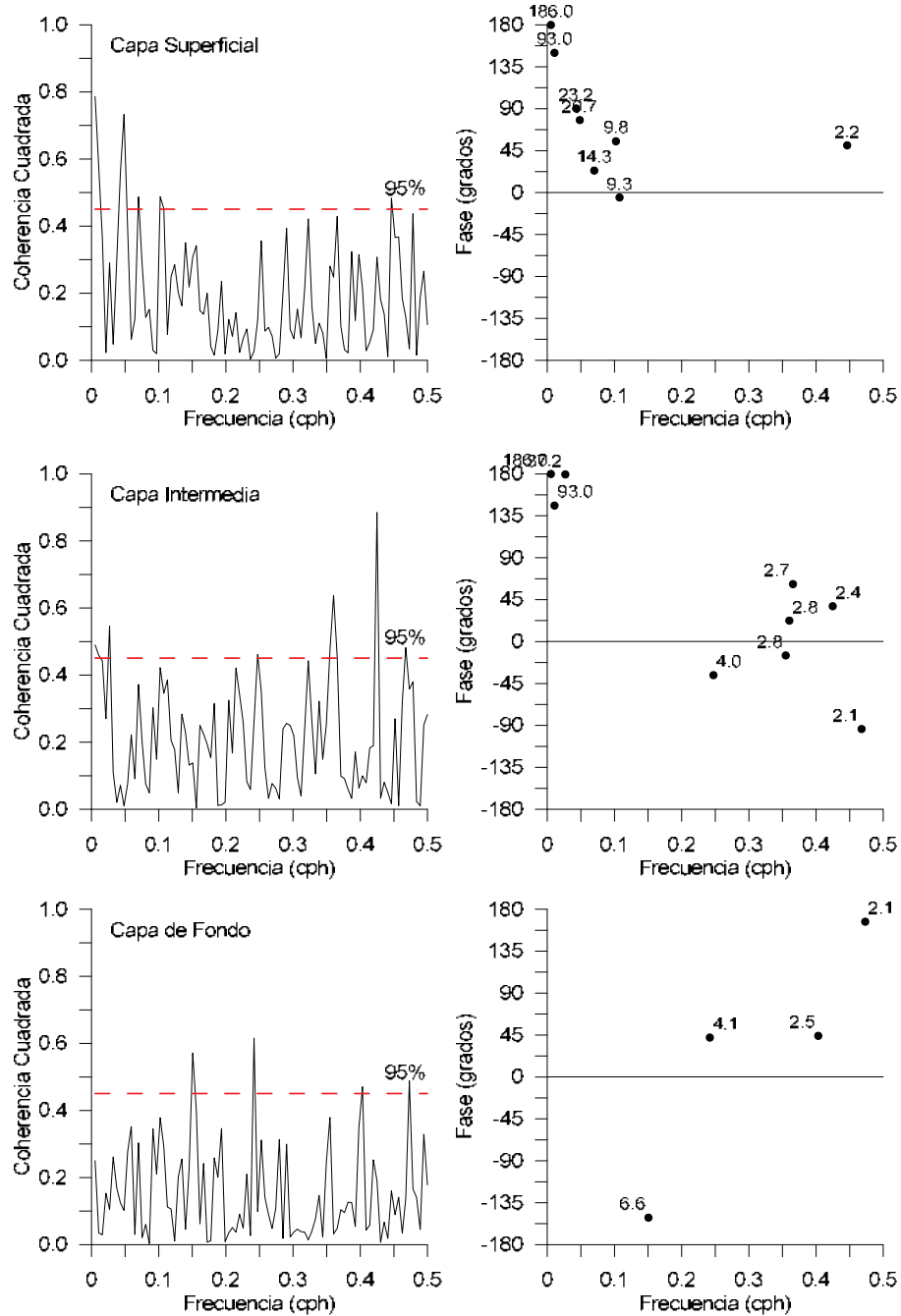


Figura 2.5-131. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

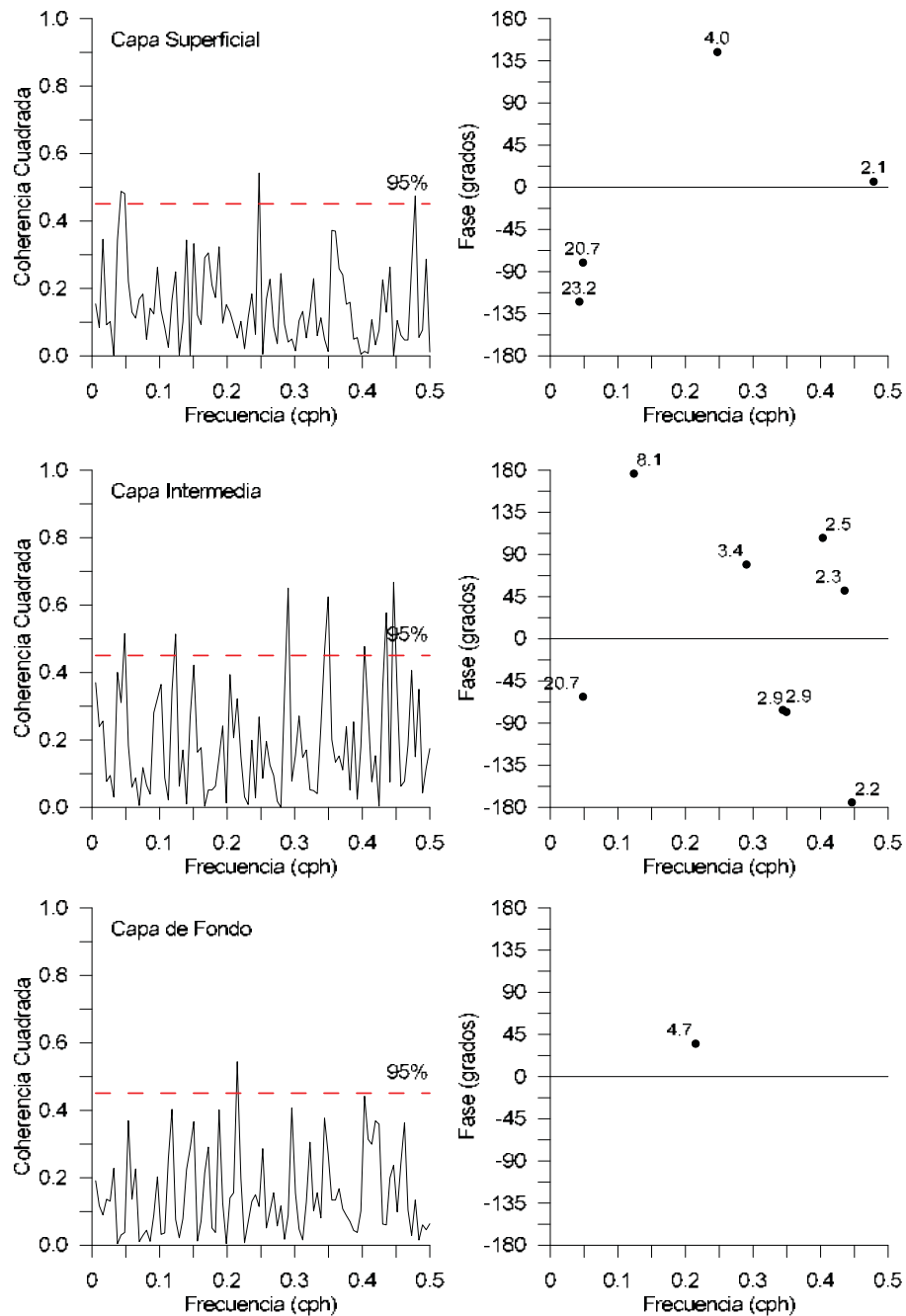
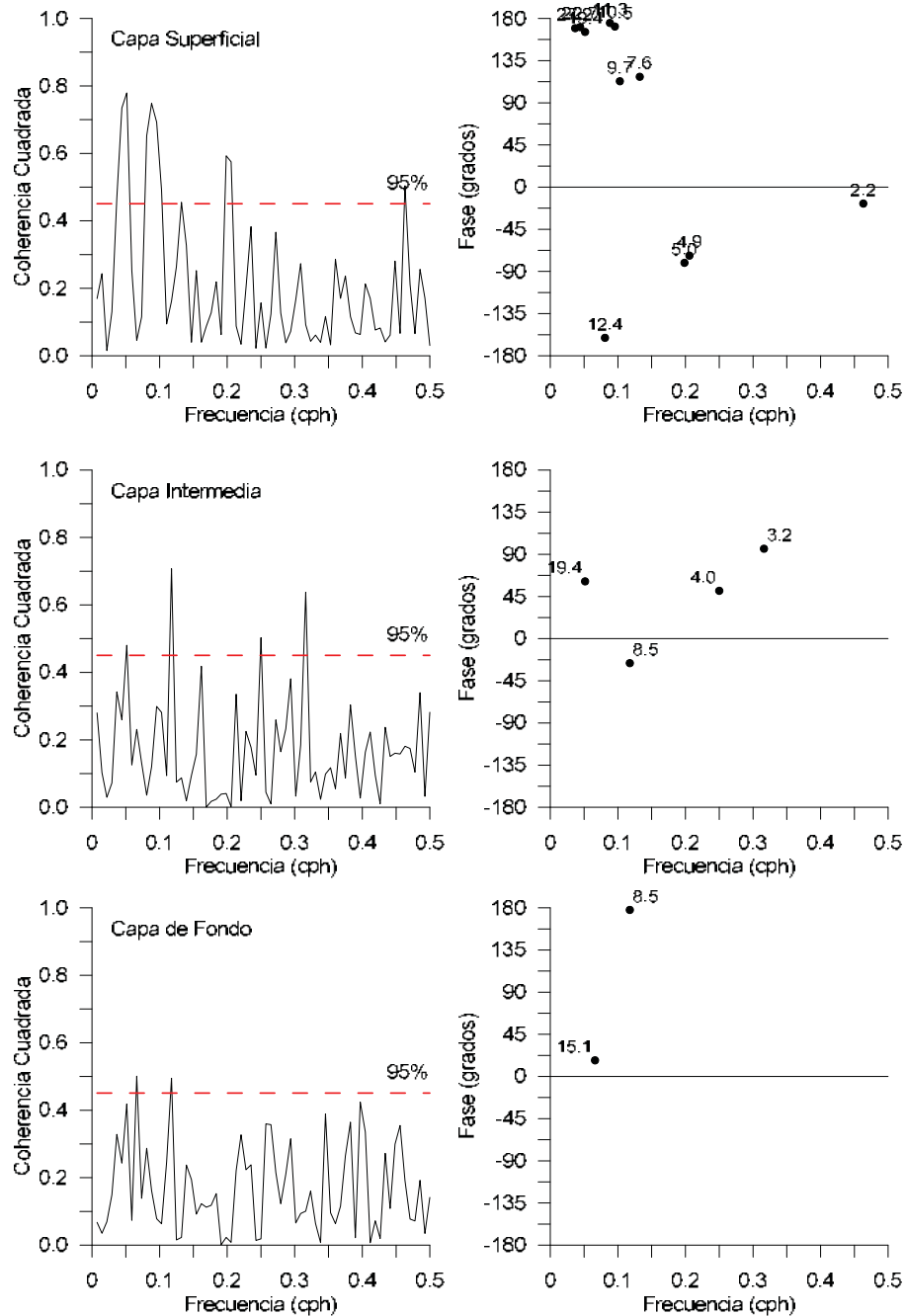


Figura 2.5-132. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP RDI. Sector km 14, Campaña de Verano de 2022



Campaña Otoño

De acuerdo con el registro de presión del ADCP Awac (Figura 2.5-133), este quedó fondeado a 14,82 m bajo el nivel medio del mar; de esta forma, la primera capa (Tabla 2.5-144), quedó centrada a 0,9 m de los transductores del ADCP, hallándose a 13,61 m del nivel medio del mar (NMM); en tanto que la capa 12 centrada a 11,9 m de los transductores, se halló a 2,61 m del NMM.

Figura 2.5-133. Registro del Sensor de Presión (dbar) Convertido a Profundidad (m). Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

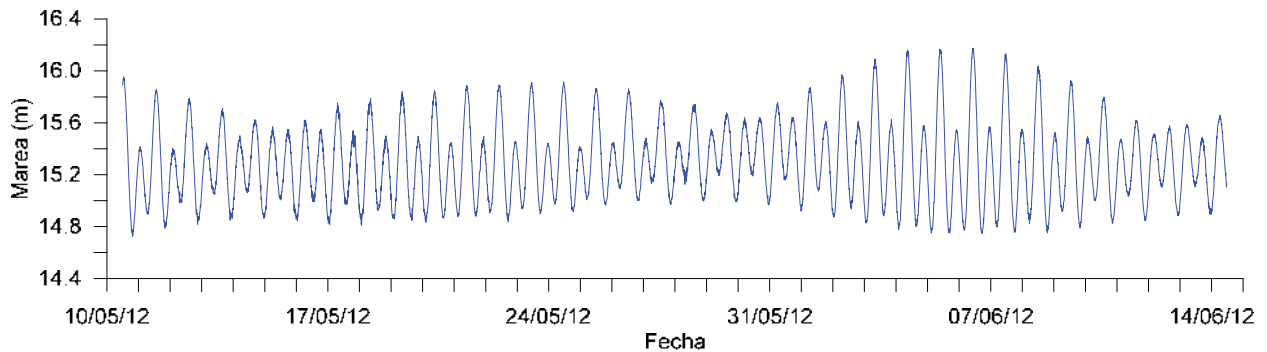


Tabla 2.5-144. Distribución de las Capas Medidas desde el Transductor del ADCP- Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Capa	Distancia al Transductor (m)			Profundidad (m) al NMM		
	Media	Inicio	Termino	Media	Inicio	Termino
1	0,9	0,4	1,4	13,61	13,11	14,11
2	1,9	1,4	2,4	12,61	12,11	13,11
3	2,9	2,4	3,4	11,61	11,11	12,11
4	3,9	3,4	4,4	10,61	10,11	11,11
5	4,9	4,4	5,4	9,61	9,11	10,11
6	5,9	5,4	6,4	8,61	8,11	9,11
7	6,9	6,4	7,4	7,61	7,11	8,11
8	7,9	7,4	8,4	6,61	6,11	7,11
9	8,9	8,4	9,4	5,61	5,11	6,11
10	9,9	9,4	10,4	4,61	4,11	5,11
11	10,9	10,4	11,4	3,61	3,11	4,11
12	11,9	11,4	12,4	2,61	2,11	3,11
13	12,9	12,4	13,4	1,61	1,11	2,11
14	13,9	13,4	14,4	0,61	0,11	1,11

- **Estadística Descriptiva**

La estadística básica (Tabla 2.5-145) de las magnitudes de las corrientes indican que en el ADCP las corrientes en promedio fluctuaron entre 0,05 y 0,07 m/s (0,09 y 0,13 nudos, respectivamente) y las magnitudes máximas entre 0,19 (capa 1) y 0,32 m/s (capa 5) (en nudos entre 0,37 y 0,72). Según esto la columna es bastante homogénea en la intensidad de las corrientes, lo que se refleja en las desviaciones estándares y los coeficientes de variación muestran que hay una mayor variabilidad en las capas más superficiales (capas 5 a 12 coeficientes mayores a 60).

Las frecuencias relativas de las observaciones (Figura 2.5-134) indican el predominio de las intensidades entre 5 y 10 cm/s, con frecuencias que van desde el 37,7% al 42,1% de los registros por capa, seguido por las corrientes con magnitudes entre 3 y 5 cm/s, con frecuencias relativas entre el 21,9 y 30,5% del registro de las capas.

De las capas si bien la frecuencia relativa del rango 5 a 10 se mantiene se incrementan las frecuencias relativas de las corrientes con magnitudes entre 10 y 15 cm/s, las cuales incrementan desde 9,4% en la capa 8 a 14,2 % en la capa 12.

Las direcciones de las corrientes predominantes (Tabla 2.5-147 y Figura 2.5-135) fueron del N (entre el 12,39 y 18,88% de los registros) y NW (entre 12,80 y 16,38%), seguido por las corrientes del S (entre el 8,97 y el 16,55%) presentándose la mayor frecuencia relativa en la capa de fondo correspondiente a corrientes al W.

Tabla 2.5-145. Estadística de la Magnitud de las Corrientes de cada Capa del ADCP. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Capa	Profundidad [m]	N	Magnitud [m/s]				Coeficiente Variación	Magnitud (nudos)	
			Mínimo	Promedio	Máximo	Des. Est.		Promedio	Máximo
1	13,6	5038	0,00	0,05	0,19	0,03	56,30	0,09	0,37
2	12,6	5038	0,00	0,06	0,26	0,03	58,62	0,11	0,51
3	11,6	5038	0,00	0,06	0,32	0,03	59,48	0,11	0,61
4	10,6	5038	0,00	0,06	0,27	0,03	59,03	0,11	0,52
5	9,6	5038	0,00	0,06	0,37	0,03	60,51	0,11	0,72
6	8,6	5038	0,00	0,06	0,36	0,03	60,84	0,11	0,69
7	7,6	5038	0,00	0,06	0,28	0,03	60,97	0,11	0,54
8	6,6	5038	0,00	0,06	0,31	0,04	61,38	0,11	0,59
9	5,6	5038	0,00	0,06	0,26	0,04	61,49	0,11	0,50
10	4,6	5038	0,00	0,06	0,26	0,04	61,26	0,12	0,51
11	3,6	5038	0,00	0,06	0,32	0,04	62,30	0,12	0,62
12	2,6	5038	0,00	0,07	0,31	0,04	61,98	0,13	0,61
13	1,6	5038	0,00	0,10	0,50	0,07	72,78	0,19	0,96
14	0,6	5038	0,00	0,20	0,79	0,15	75,43	0,40	1,53

Tabla 2.5-146. Frecuencia Relativa de las Observaciones por Rango de Magnitudes del ADCP, Campaña de Otoño de 2012

capa	Rango de Magnitud (cm/s)								
	<1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 5,0	5,0 – 10,0	10,0 – 15,0	15,0 – 20,0	20,0 – 25,0	25,0 – 30,0	>30,0
1	7,84	19,15	30,51	37,69	4,37	0,44	0,00	0,00	0,00
2	6,99	15,84	25,88	41,25	8,75	1,19	0,08	0,02	0,00
3	6,31	16,18	26,36	40,45	9,15	1,31	0,22	0,00	0,02
4	6,05	16,26	25,51	42,06	8,55	1,33	0,20	0,04	0,00
5	6,55	15,52	27,07	40,59	8,40	1,55	0,30	0,00	0,02
6	6,81	15,96	26,44	40,13	8,73	1,59	0,32	0,00	0,02
7	6,31	16,63	25,65	40,15	9,45	1,51	0,26	0,04	0,00
8	6,77	14,89	26,56	40,31	9,35	1,61	0,46	0,04	0,02
9	6,31	15,58	24,93	40,61	10,26	1,83	0,46	0,02	0,00
10	5,97	14,07	24,28	41,56	11,19	2,38	0,44	0,10	0,00
11	5,52	13,48	23,70	40,87	12,84	2,76	0,69	0,12	0,02
12	4,88	12,09	21,89	42,06	14,17	3,85	0,75	0,26	0,04
13	3,55	8,91	15,64	34,16	18,40	8,73	5,92	2,94	1,75
14	1,17	3,31	7,15	22,43	16,34	8,89	6,83	6,57	27,31

Figura 2.5-134. Frecuencias Relativas por Rango de Magnitudes de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

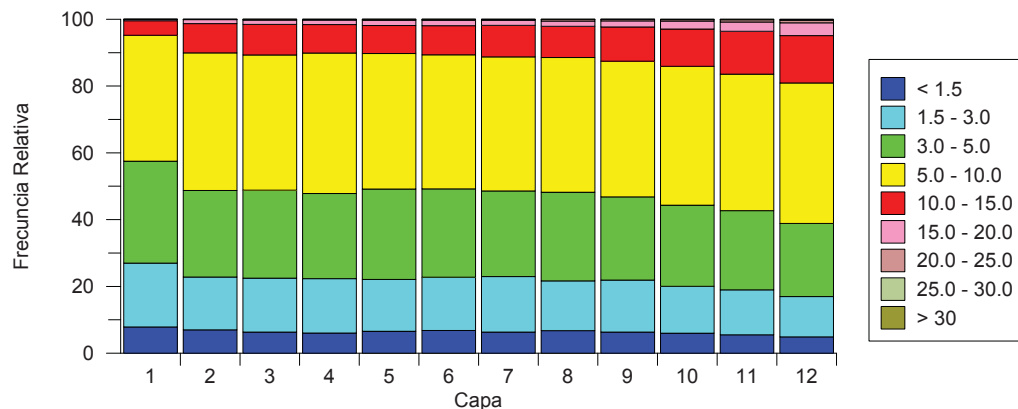


Figura 2.5-135. Frecuencias Relativas por Rango de Dirección de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

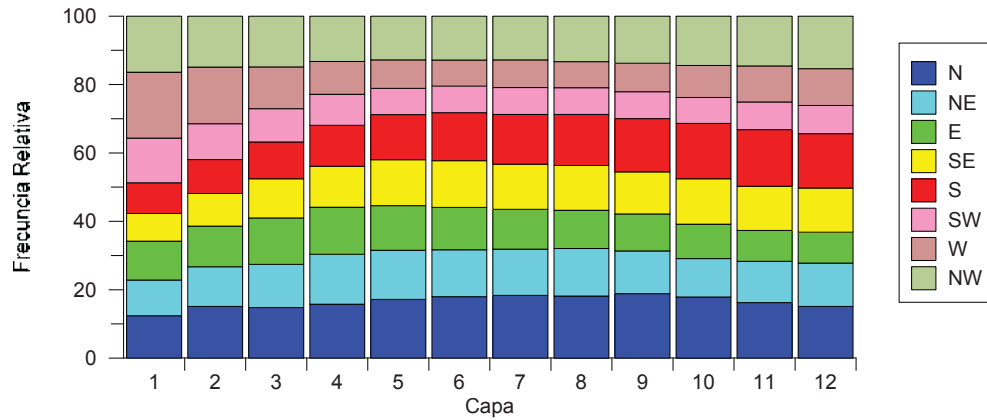


Tabla 2.5-147. Frecuencia Relativa de la Corriente por Rango de Dirección en cada Capa del ADCP. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Capa	Dirección							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	12,39	10,44	11,37	8,10	8,97	13,06	19,29	16,38
2	15,11	11,63	11,87	9,55	9,90	10,50	16,55	14,89
3	14,79	12,64	13,54	11,47	10,76	9,75	12,21	14,85
4	15,78	14,61	13,74	11,99	11,97	9,09	9,59	13,24
5	17,17	14,39	13,02	13,42	13,20	7,70	8,30	12,80
6	17,96	13,72	12,41	13,64	14,07	7,74	7,64	12,82
7	18,36	13,52	11,65	13,16	14,55	7,86	8,10	12,80
8	18,14	13,89	11,19	13,12	14,93	7,80	7,62	13,30
9	18,88	12,49	10,82	12,29	15,56	7,88	8,32	13,78
10	17,88	11,23	10,06	13,26	16,20	7,56	9,37	14,43
11	16,26	12,05	9,05	12,90	16,55	8,08	10,54	14,57
12	15,13	12,66	9,03	12,90	15,90	8,24	10,78	15,36
13	38,47	12,31	7,17	5,88	6,71	3,39	6,49	19,59
14	52,50	2,80	1,11	1,43	4,55	6,15	11,21	20,25

- Flujo Residual y Vectores Progresivos**

En el análisis del flujo residual o neto (Tabla 2.5-148 y Figura 2.5-136) indica que las corrientes residuales en las capas de fondo (1 a 3) fluctuaron entre WNW y el NW, para pasar flujos al NNE en la cuarta capa, desde la cual van rotando en sentido horario hasta dirigirse al NNE en las capas superficiales. La velocidad neta menor se obtuvo en la capa 11 (0,42 cm/s) que podría haber transportado una partícula pasiva al N unos 12,68 km durante el periodo de mediciones (Figura 2.5-137). La mayor velocidad neta se registró en la capa fondo (1,23 cm/s) hacia el WNW transportando una partícula a 37,03 km.

Tabla 2.5-148. Flujo Neto (Dirección y Magnitud) y Distancia Transportada. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Capa	Profundidad [m]	Dirección [grados]		Magnitud [cm/s]	Distancia [km]
1	13,61	293,00	(WNW)	1,23	37,03
2	12,61	319,91	(NW)	1,05	31,61
3	11,61	347,39	(NNW)	0,82	24,75
4	10,61	18,71	(NNE)	0,88	26,47
5	9,61	25,20	(NNE)	0,93	28,01
6	8,61	28,38	(NNE)	0,84	25,40
7	7,61	23,73	(NNE)	0,79	23,89
8	6,61	26,25	(NNE)	0,77	23,20
9	5,61	17,41	(NNE)	0,70	21,27
10	4,61	12,16	(NNE)	0,56	17,02
11	3,61	5,62	(N)	0,42	12,68
12	2,61	16,53	(NNE)	0,50	15,21
13	1,61	355,65	(N)	6,57	198,64
14	0,61	350,83	(N)	16,63	502,84

Figura 2.5-136. Flujo Residual (Neto) de cada Capa. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

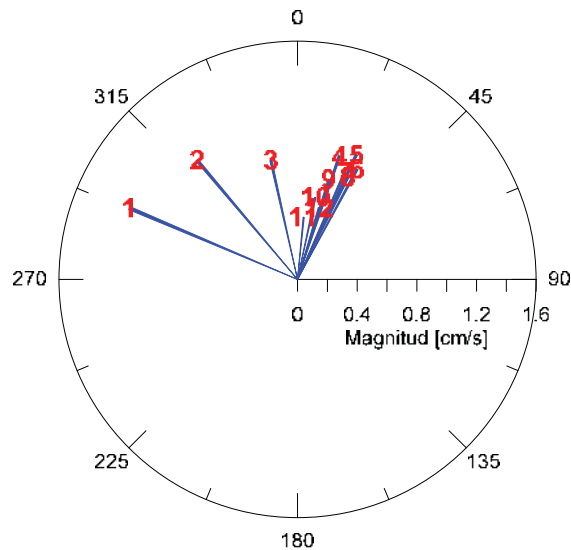
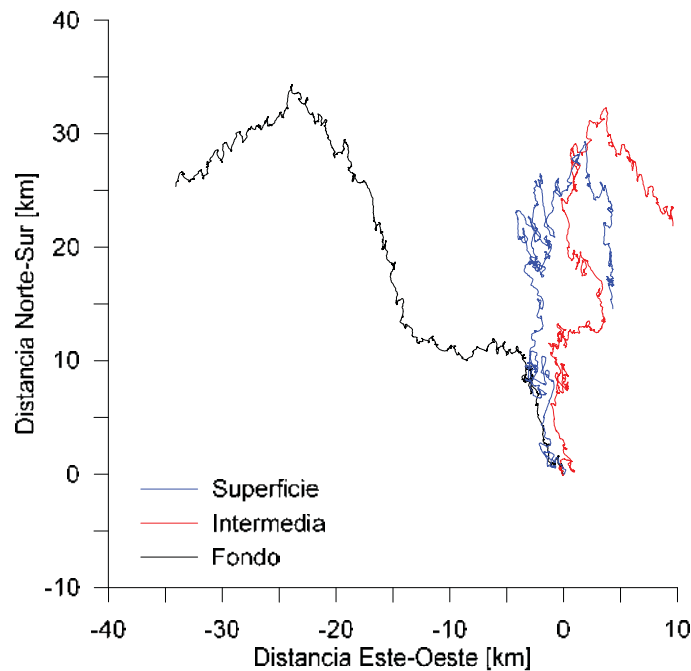


Figura 2.5-137. Diagrama de Vectores Progresivos de las Capas de Fondo, Intermedia y la más Cercana a la Superficie. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

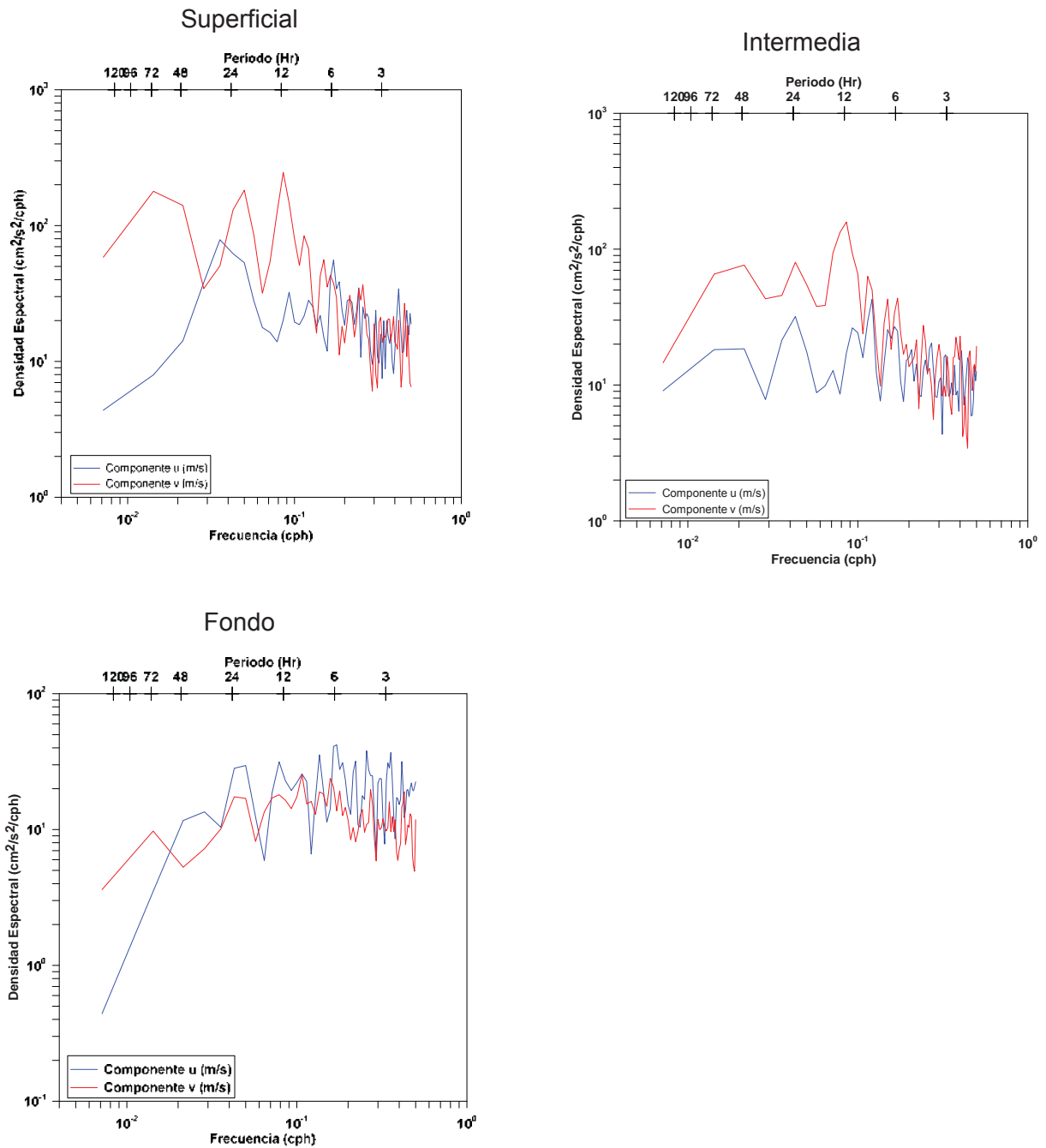


- **Análisis Espectral**

El análisis espectral (Figura 2.5-138) de los datos horarios de corrientes en la capa de fondo, no se muestran peaks energético definidos, observando mayor energía hacia periodos de alta frecuencia. En la componente u (E-W) se obtuvieron dos peaks de igual intensidad, el primero en las 12 horas y el segundo a las 24 horas, correspondiente a las variaciones diarias de la corriente.

En la capa intermedia la energía incrementa en la componente v, siendo el peak de las 12 horas la más intensa, seguidos por dos peaks, uno a las 24 horas las que corresponden a la variación diaria asociadas a la forzante mareal y el segundo de similar energía entre las 48 y 72 horas (2 a 3 días). En la capa superficial los aportes energéticos de los forzantes son similares a la capa anterior en las componentes ortogonales de la corriente pero de mayor intensidad; las mayores energías se obtuvieron en la componente v (N-S) quedando claro la influencia mareal y del ciclo diario del viento (12 y 24 horas) y por influencia sinóptica del viento (72 a 120 horas).

Figura 2.5-138. Espectros de las Componentes u y v de la Corriente en las Capas de Fondo, Intermedia y más Cercana a la Superficie. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

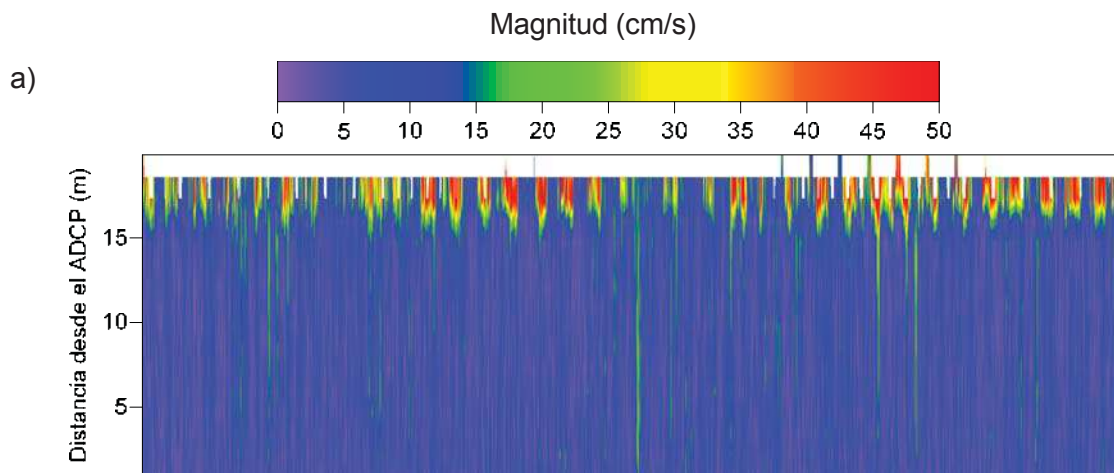


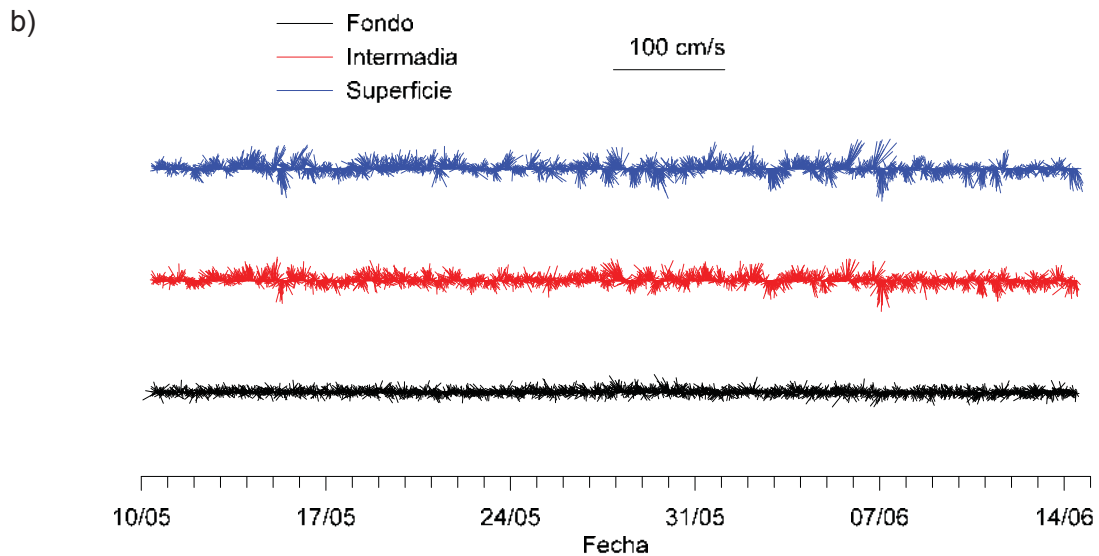
- **Series de Tiempo**

La revisión de la serie de tiempo de la magnitud de la corriente en profundidad del ADCP (Figura 2.5-139 (a)) muestra una columna de agua que en promedio presenta corrientes con intensidades menores a 15 cm/s, y que durante los periodos de tiempo en los cuales se incrementa las velocidades, la tendencia es que casi toda la columna sufra el aceleramiento de las corrientes. Los vectores de las corrientes (Figura 2.5-139 (b)) en las capas de superficie, intermedia y de fondo, muestran el mismo comportamiento en el tiempo, con una variabilidad diaria y algunos períodos de mayores intensidades de las corrientes, en especial, en las dos primeras capas.

Se observan algunos eventos en los cuales la perturbación en superficie genera una aceleramiento de las capas más profundas; estos eventos tienen duraciones en el tiempo de un par de días. Los vectores de corrientes de las distintas capas (Figura 2.5-139 (b)) muestran claramente lo indicado (el incremento de las corrientes desde el fondo hacia la superficie), así como los incrementos de las velocidades en los distintos eventos, los cuales no sólo muestran dicha intensificación de la corriente, sino que además cambios en las direcciones de los flujos. En algunos, por ejemplo en el evento que ocurrió entre el 15 y 16 de mayo, las corrientes en las capas de superficie e intermedia se dirigieron hacia el sur, y en el evento que ocurrió en torno al 6 de junio las corrientes tendieron a dirigirse hacia el norte.

Figura 2.5-139. Registro de Corrientes en la Columna de Agua a) Variación en Tiempo y Distancia al ADCP de la Magnitud de la Corriente, y b) Vectores de Corrientes en las Capas de Fondo, Intermedia y de Fondo. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012





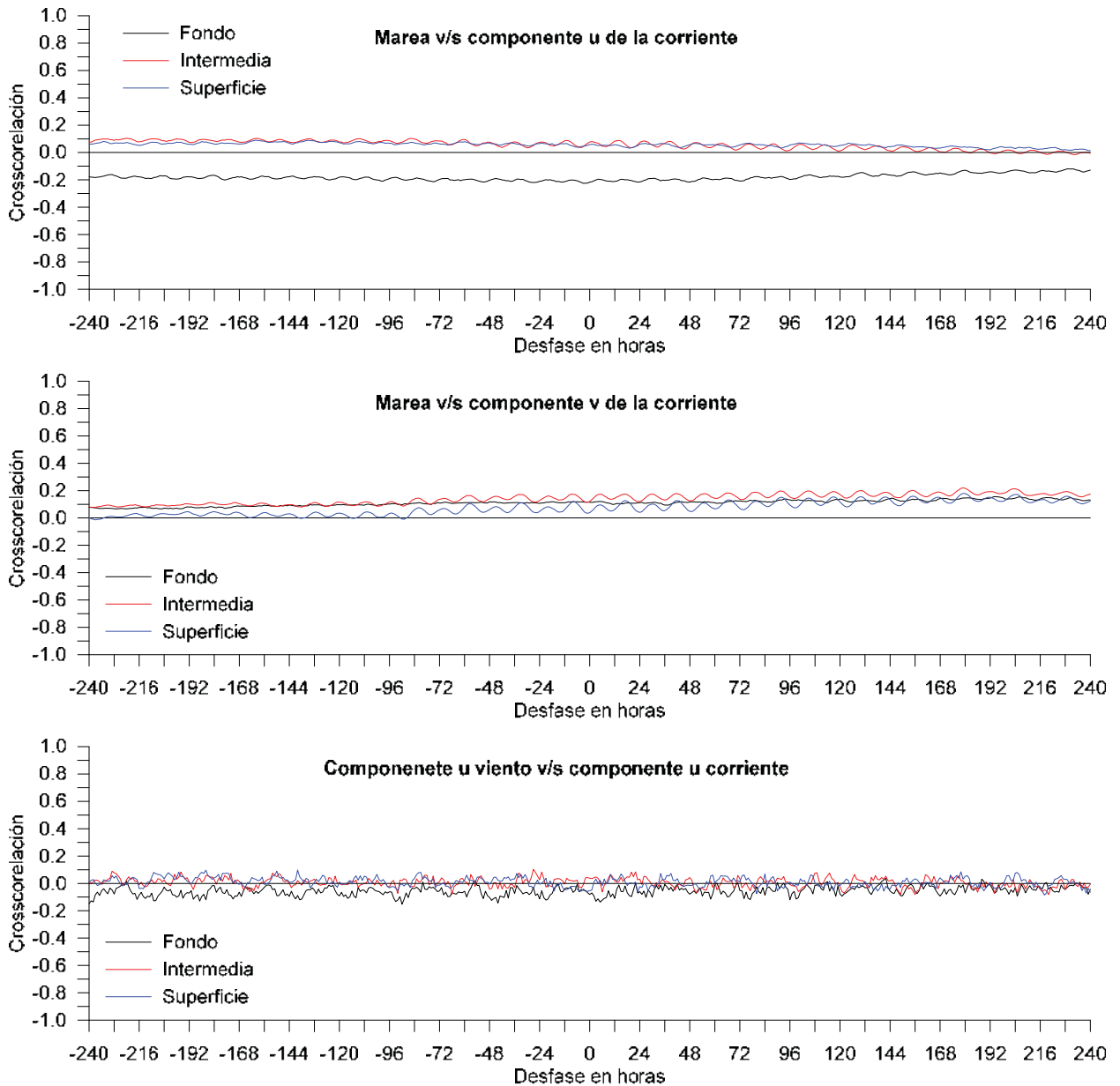
- **Relaciones con los Forzantes**

Las correlaciones cruzadas (Figura 2.5-140), análisis en el dominio del tiempo, de las componentes ortogonales de las corrientes registradas con la marea y las componentes ortogonales del viento, fueron menores a 0,5, lo que indica una baja relación entre la corriente y estos forzantes. Una situación similar se observa en las correlaciones cruzadas de la campaña de invierno y verano. En la campaña de otoño, la correlación cruzada más alta correspondió a la componente u de la corriente con la marea.

El análisis en el dominio de la frecuencia del registro de corrientes (Figura 2.5-141 a Figura 2.5-146) versus las forzantes, es posible observar que en todas las capas la marea aporta en la generación de las corrientes a distintas frecuencias, no siendo siempre la misma frecuencia y, por tanto, la misma coherencia. La componente ortogonal u del viento presenta coherencias significativas en el ciclo diario en toda la columna y, además, en la capa superficial e intermedia sobre la componente v de la corriente en el ciclo sinóptico, mientras que las coherencias significativas obtenidas con la componente ortogonal v de la corriente pueden corresponder a variaciones diarias.

Este análisis indica que ambas forzantes aportan a distintos periodos diurnos sobre las corrientes y sus aportes varían en profundidad.

Figura 2.5-140. Correlaciones Cruzadas de las Componentes Ortogonales de la Corriente con la Marea y las Componentes Ortogonales del Viento. ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012



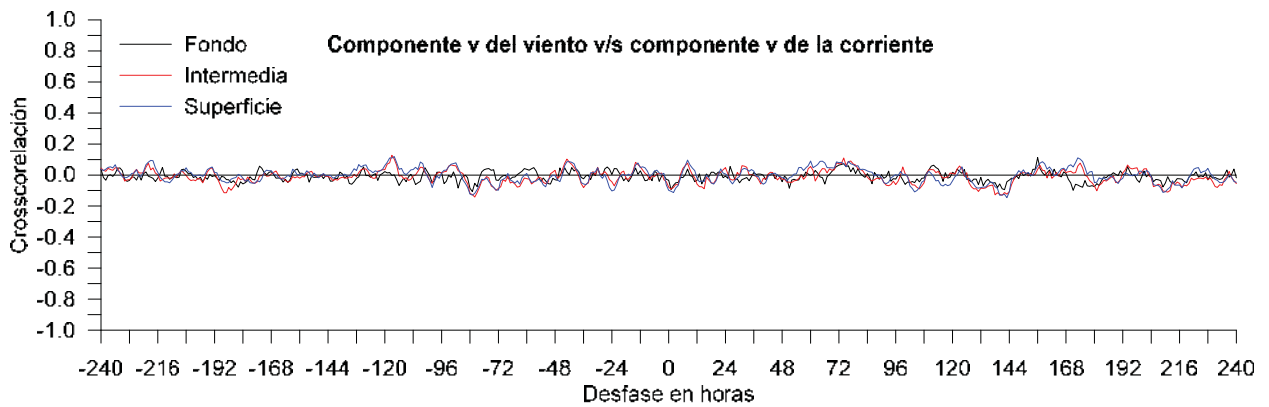
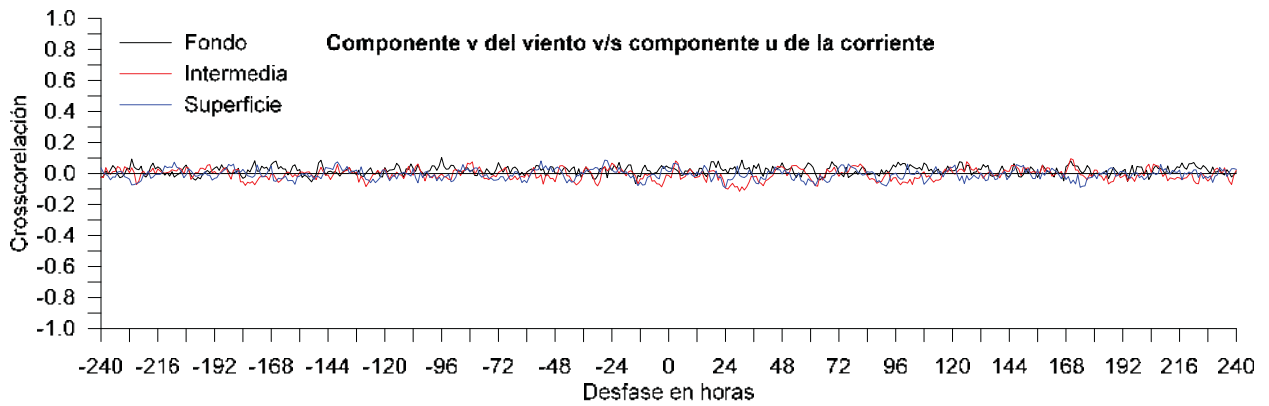
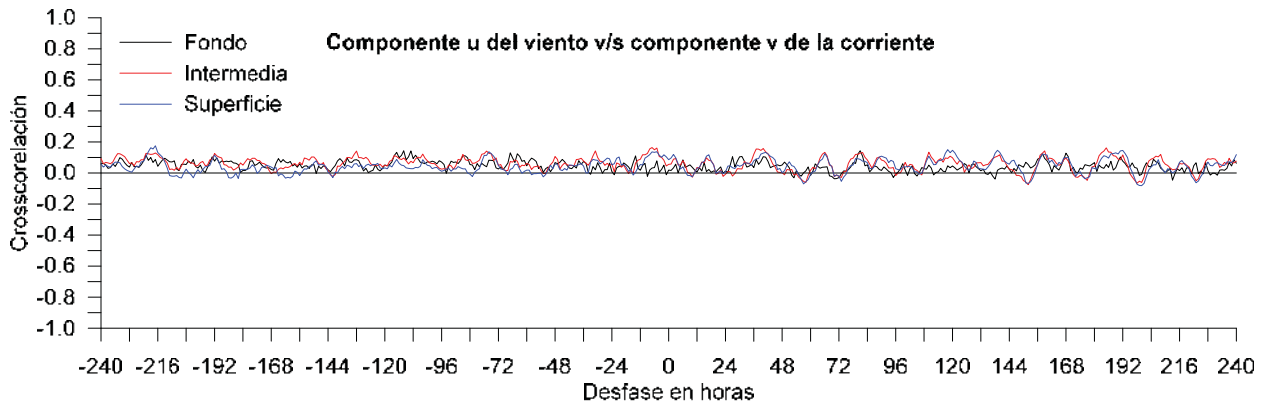


Figura 2.5-141. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

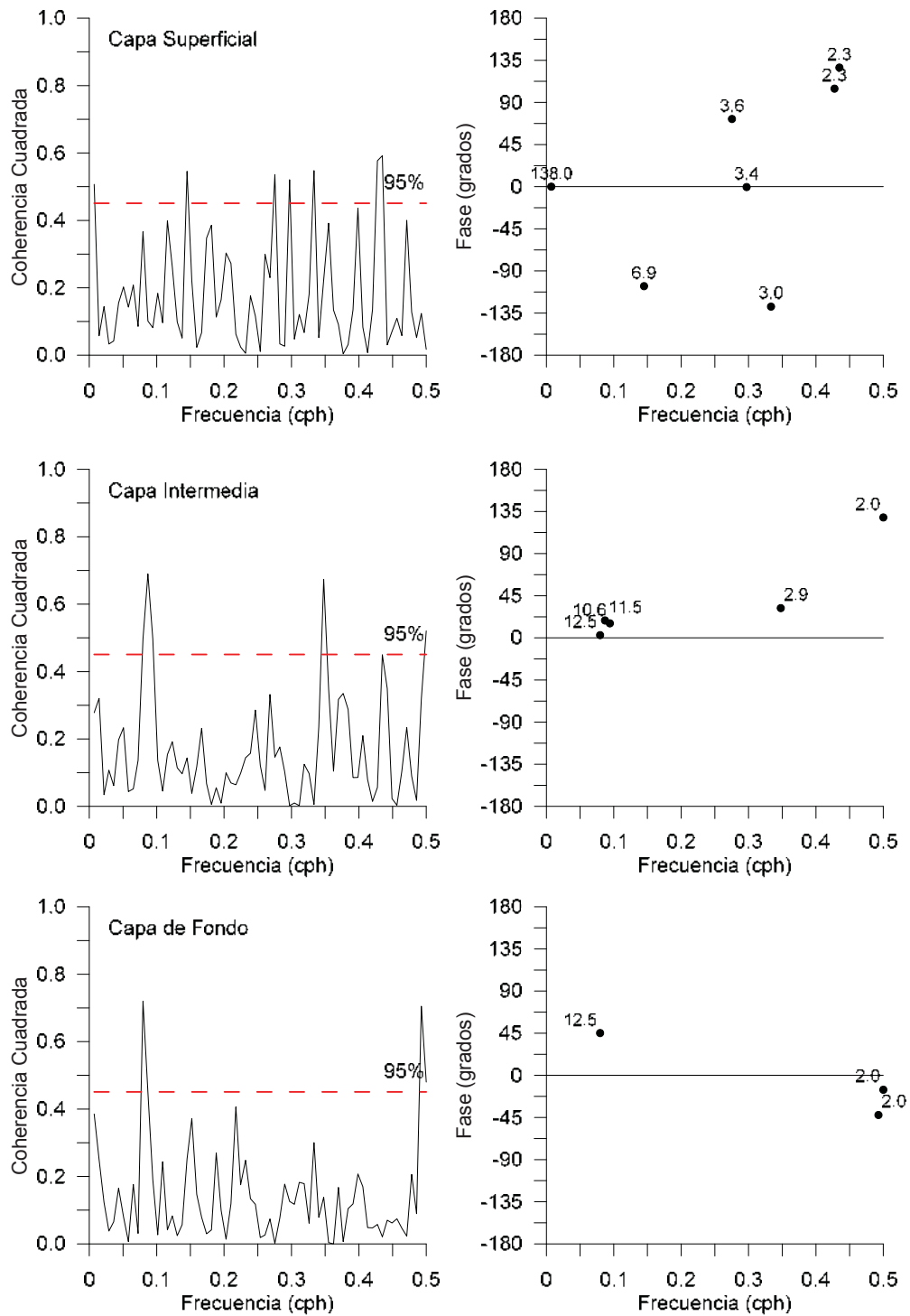


Figura 2.5-142. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Marea y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

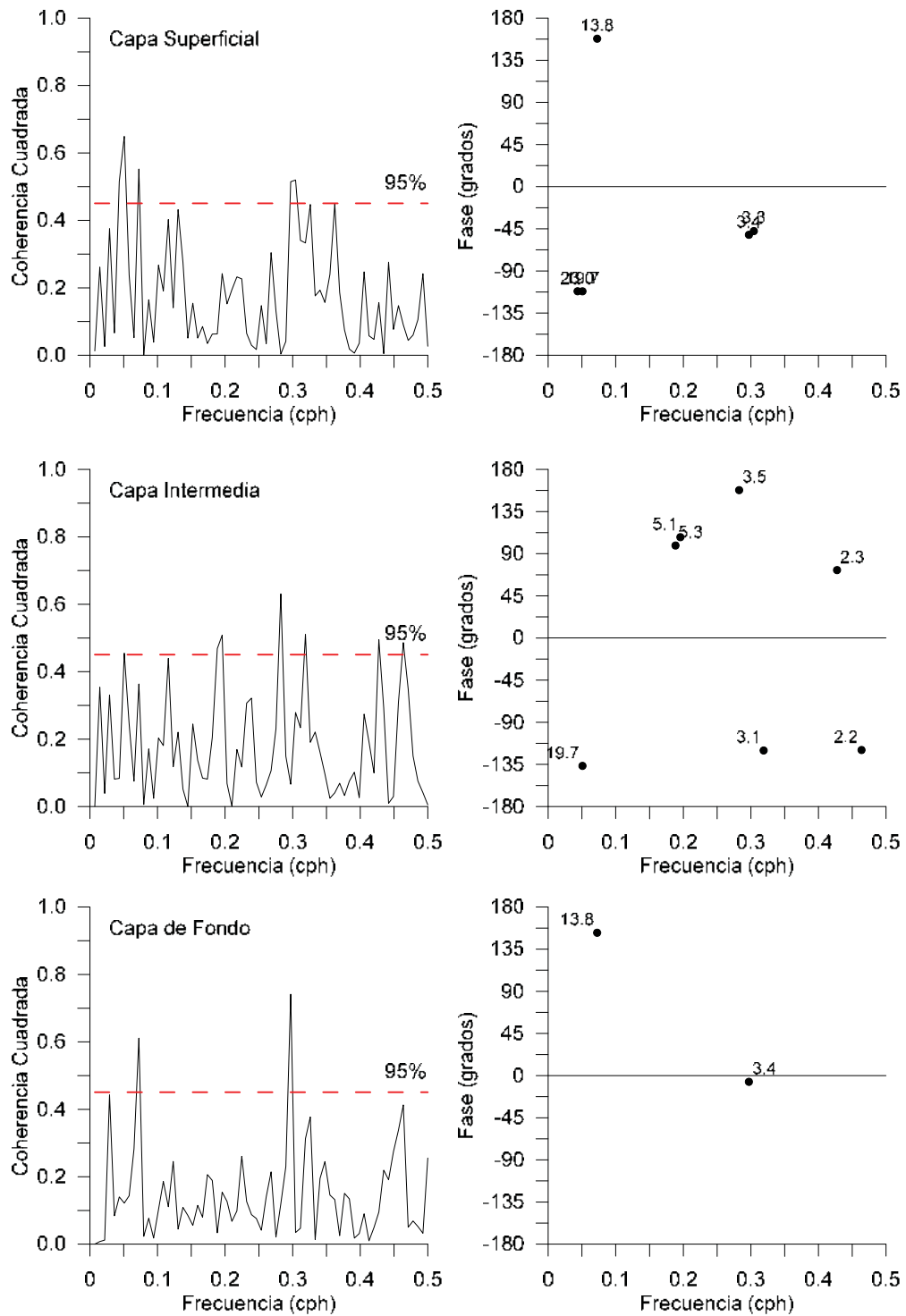


Figura 2.5-143. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de toño de 2012

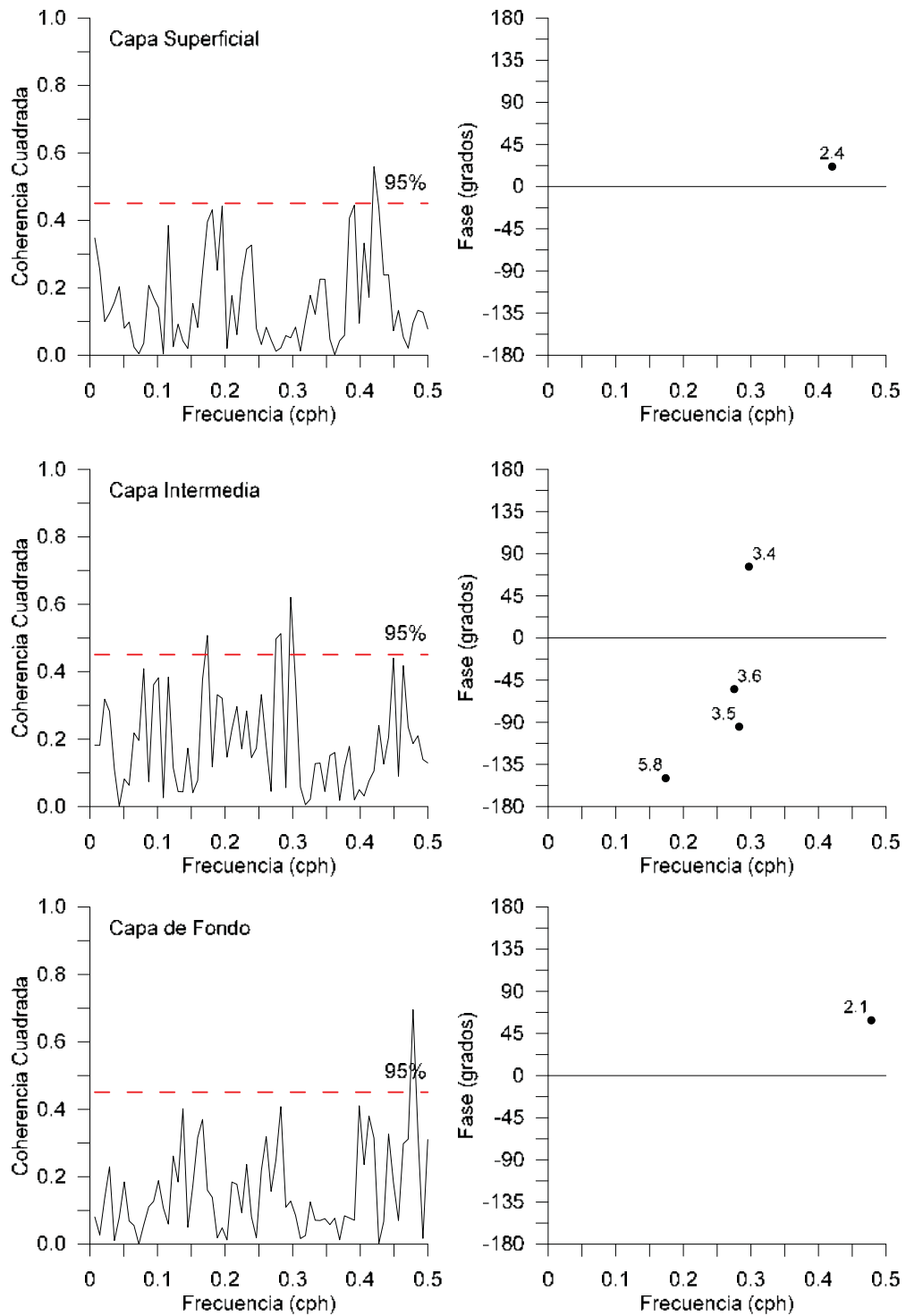


Figura 2.5-144. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente u del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

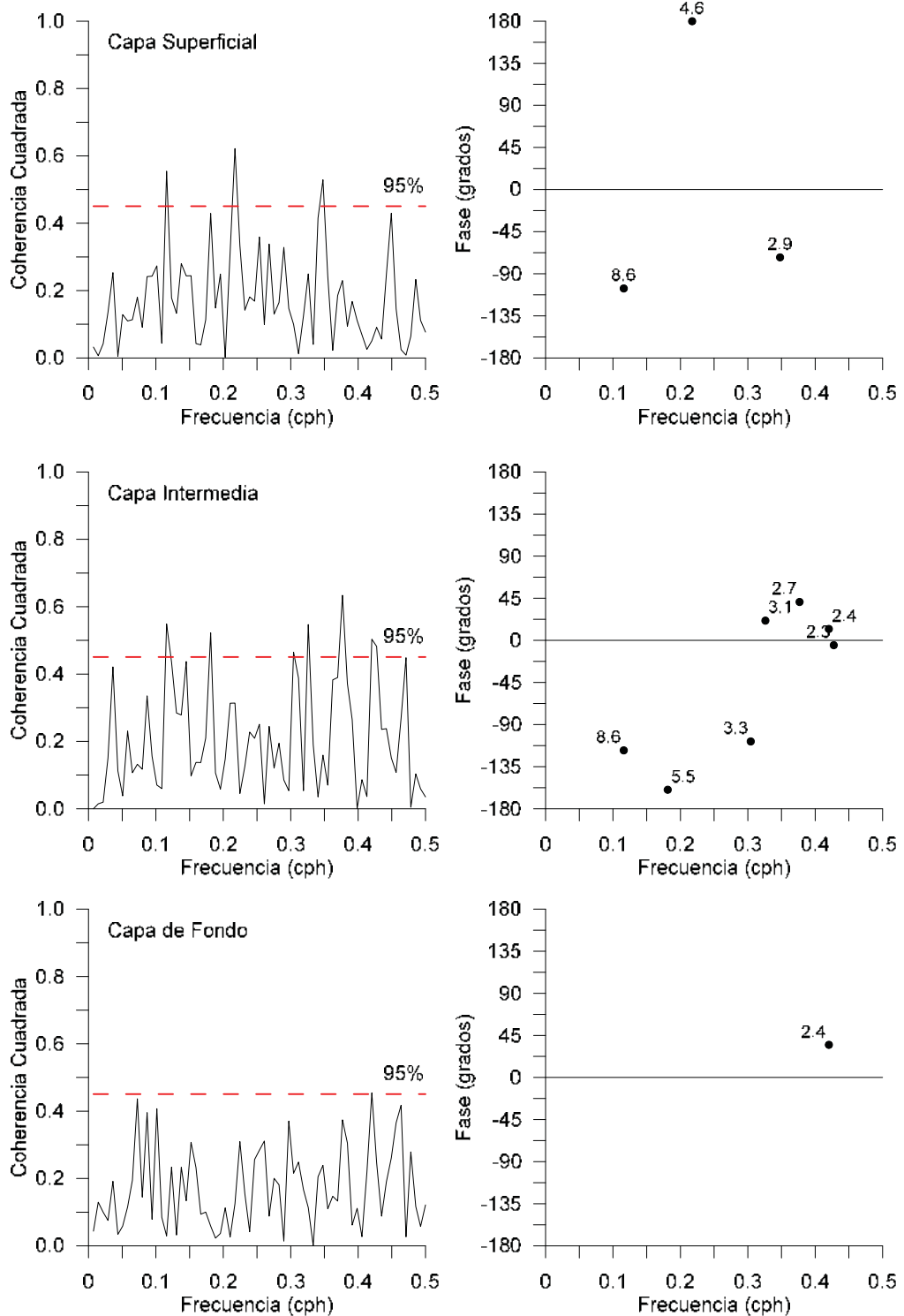


Figura 2.5-145. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente u de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

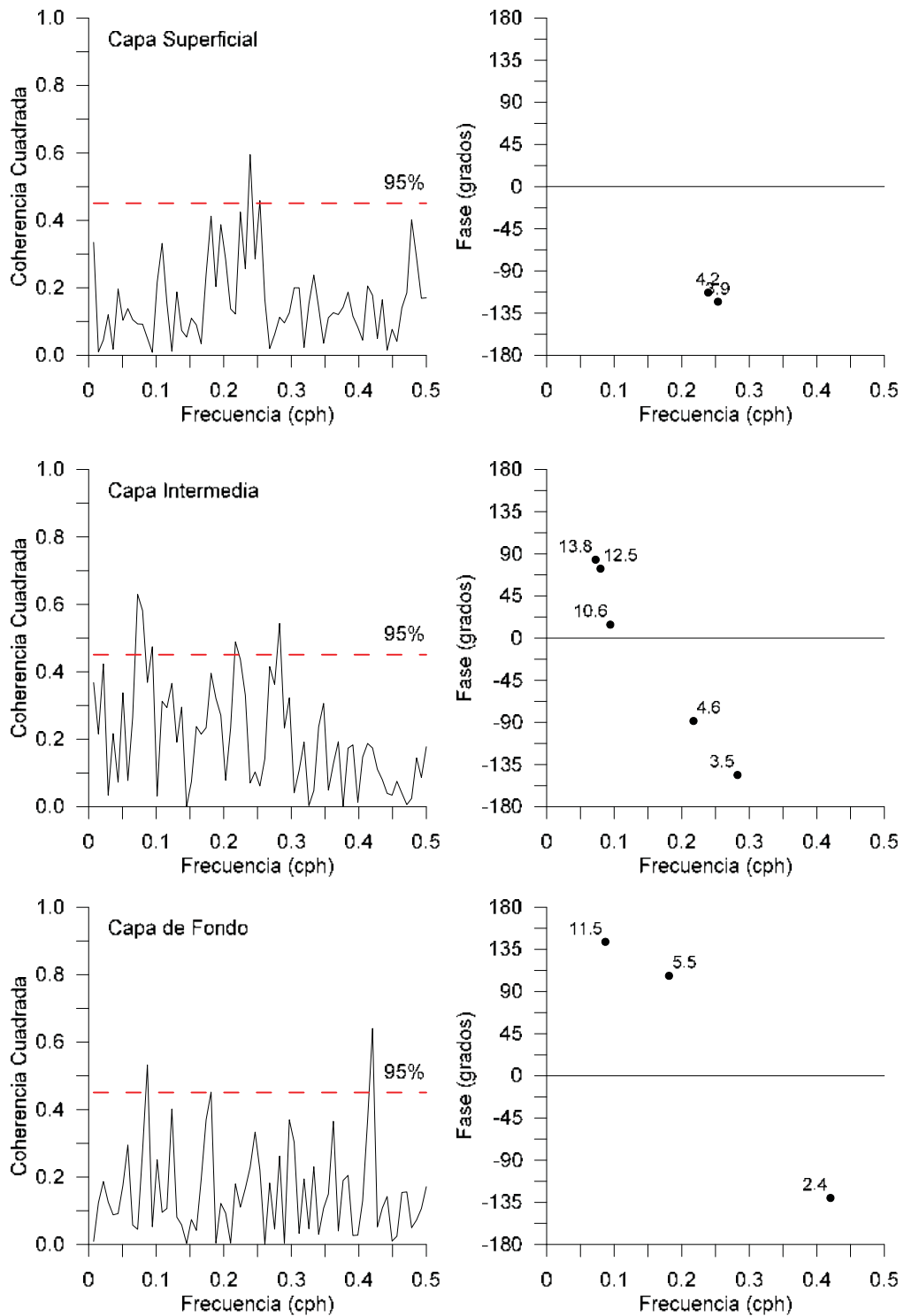
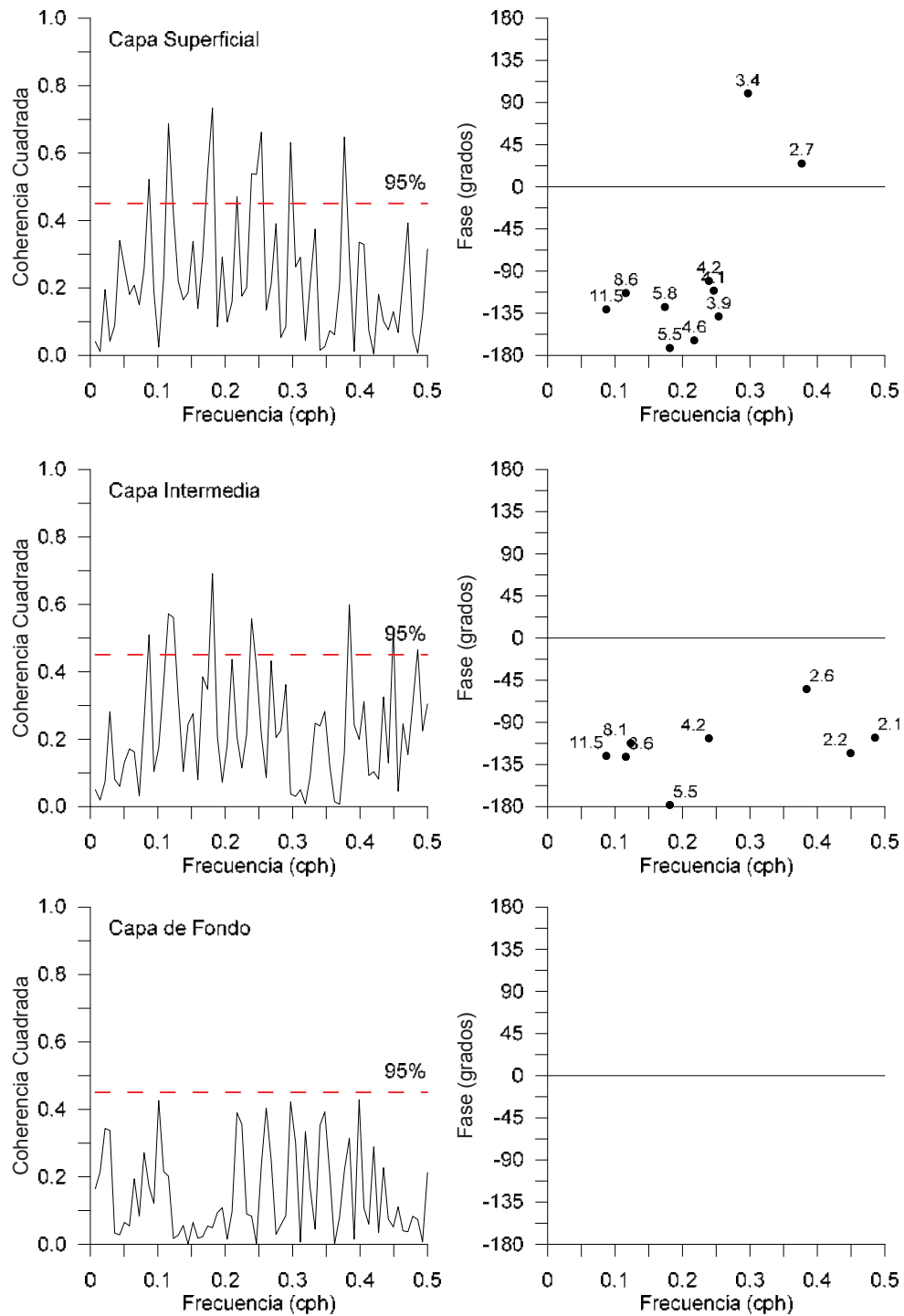


Figura 2.5-146. Coherencia Cuadrada y Fase entre la Componente v del Viento y la Componente v de las Corrientes Registradas en las Capas de Fondo, Intermedia y Superficial en el ADCP Awac. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011



2.5.4.5.4. Corrientes Lagrangianas

En consideración al comportamiento lagrangiano de los procesos de dispersión, es necesaria la realización y consideración de este tipo de mediciones. El uso de derivadores y trazadores (rodamina), proveerá de información necesaria para conocer la capacidad de dispersión y evaluación de los coeficientes de difusión en el área del proyecto.

2.5.4.5.4.1. Derivadores

Campaña Invierno

En total se realizaron 26 experimentos, en cada uno de ellos se liberaron un derivador a 5 m y otro a 10 m. En la Tabla 2.5-149 se indican la condición de la marea y las coordenadas de liberación de ambos derivadores (Figura 2.5-147).

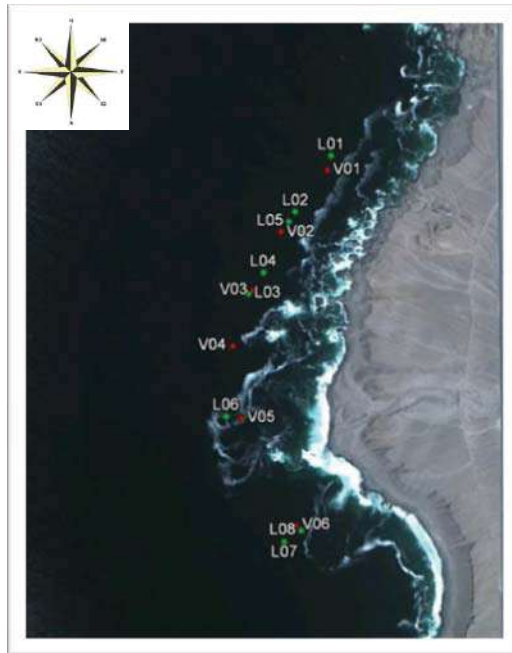
Tabla 2.5-149. Posición de Liberación de los Derivadores por Condición de Marea (Sicigia/Cuadratura y Llenante/Vaciante). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Marea		Lance	Coordenada	
			Este	Norte
Sicigia	Llenante	1	373.386	7.544.870
		2	373.268	7.544.684
		3	373.114	7.544.412
		4	373.164	7.544.482
		5	373.247	7.544.650
		6	373.043	7.544.007
		7	373.240	7.543.594
		8	373.297	7.543.631
	Vaciante	1	373.374	7.544.821
		2	373.221	7.544.617
		3	373.130	7.544.422
		4	373.063	7.544.239
		5	373.094	7.544.001
		6	373.281	7.543.648
Cuadratura	Llenante	1	373.334	7.544.844
		2	373.242	7.544.645
		3	373.143	7.544.466
		4	373.070	7.544.232
		5	373.050	7.543.933
		6	373.249	7.543.546
	Vaciante	1	373.321	7.544.857
		2	373.278	7.544.639
		3	373.153	7.544.462
		4	373.034	7.544.261
		5	373.076	7.543.948
		6	373.254	7.543.626

Datum WGS 84 Huso 19.

Figura 2.5-147. Posición de Liberación de los Derivadores a) Sicigia y b) Cuadratura. Se Diferencian los Lances en Llenante (L) y Vaciante (V). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

a) Sicigia



b) Cuadratura



- **Experimentos en Sicigia**

Los experimentos realizados, tanto durante la llenante como en la vaciante, en sicigia (Tabla 2.5-150), tuvieron una duración entre 25 minutos y una hora con 23 minutos.

Durante la llenante a 5 m de profundidad los derivadores recorrieron una distancia entre 50 y 712 m desde los puntos de liberación, con velocidades promedio de entre 3,3 y 7,7 cm/s, y con una dirección promedio al NNE (Figura 2.5-148). En tanto, los derivadores liberados a 10 m se desplazaron entre 52 y 797 m con velocidades entre 3,3 y 5,8 cm/s, con dirección promedio al NNE. En la vaciante, los derivadores a 5 m de profundidad fueron transportados en promedio hacia el NNE, recorriendo una distancia entre 266 y 424 m, con velocidades promedio entre 5,0 y 10,0 cm/s (Figura 2.5-148 y Tabla 2.5-150); mientras que los derivadores liberados a 10 m fueron transportados en promedio al NNE, con velocidades promedio entre 3,1 y 10,2 cm/s, recorriendo distancias entre 144 y 437 m.

De acuerdo con los registros obtenidos durante los experimentos de llenante, la marea estaba próxima a la estoa de pleamar con vientos del oeste, mientras que los experimentos de vaciantes se realizaron en plena vaciante y con vientos débiles del W y NNW (Tabla 2.5-150). Estas condiciones y las trayectorias de los derivadores, indican que las corrientes estuvieron dominadas por la acción del viento durante la llenante, produciendo un mayor transporte, mientras en vaciante retardaría el desplazamiento del patrón general de circulación del sector.

Tabla 2.5-150. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador, y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Marea	Profundidad	Lance	Distancia	Tiempo	Dirección Promedio (°)	Magnitud Promedio (cm/s)
	(m)		(m)	(hh:mm)		
Llenante	5	1	264,4	01:09,9	30,7	6,0
		2	275,8	01:10,4	17,5	6,4
		3	178,5	00:43,9	52,5	6,9
		4	50,9	00:25,9	90,9	3,3
		5	712,4	01:22,7	263,6	4,5
		6	334,3	01:12,3	335,8	7,7
		7	213,5	00:46,5	63,0	7,0
		8	125,5	00:32,9	24,4	6,3
	10	9	256,7	01:10,8	12,0	5,7
		10	251,8	01:11,4	356,1	5,8
		11	97,9	00:45,2	89,1	3,5
		12	52,0	00:25,9	91,6	3,3
		13	797,4	01:23,4	253,9	4,6
		14	225,1	01:10,5	354,3	5,4
		15	159,3	01:19,5	22,5	3,7
Vaciante	5	16	229,3	01:09,9	15,8	5,3
		17	266,2	01:09,8	43,8	6,4
		18	424,6	01:09,7	5,4	10,0
		19	409,4	01:12,9	28,9	9,5
		20	377,1	01:13,5	3,4	7,5
		21	326,0	01:19,1	150,1	5,0
	10	22	269,4	01:07,8	16,2	6,5
		23	260,8	01:11,1	31,7	6,1
		24	330,3	01:10,8	15,2	7,9
		25	437,2	01:10,8	1,5	10,2
		26	313,3	01:14,2	352,2	6,3
		27	144,0	01:17,3	104,9	3,1

Figura 2.5-148. Trayectoria de los Derivadores Superficiales (Líneas Rojas) y a 10 m de Profundidad (Líneas Verdes) durante la Vaciante y la Llenante en Sicigia. Se indica el Inicio de cada Lance. En el Panel Inferior se Muestra las Condiciones de Marea. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

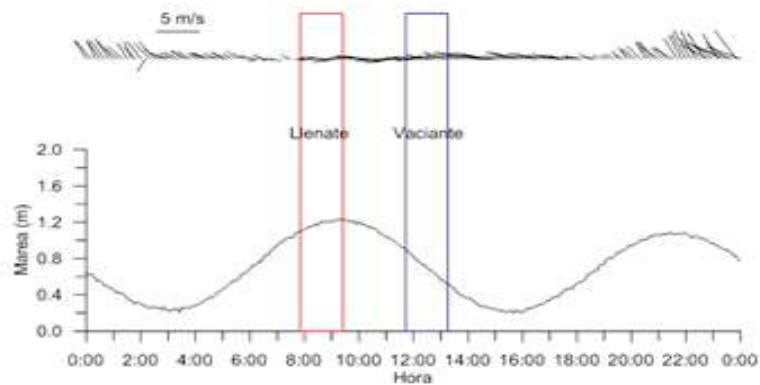
Vaciante



Llenante



Forzantes



- **Experimentos en Cuadratura**

En este periodo el seguimiento de los derivadores (Tabla 2.5-151 y Figura 2.5-149) osciló entre 43 minutos y una hora con 19 minutos. Los derivadores a 5 m de profundidad en la vaciante fueron transportados entre 285 y 783 m, con rumbos promedio al NNE. Las velocidades promedio

de estos derivadores fluctuó entre 7,0 y 18,2 cm/s. Aquellos derivadores liberados a 10 m de profundidad se desplazaron entre 112 y 700 m, y al igual que los derivadores a 5 m de profundidad se desplazaron al NNE con velocidades promedio entre 2,6 y 16,5 cm/s.

En la llenante el patrón de desplazamiento obtenido fue diferente; los derivadores liberados a 5 m de profundidad se desplazaron hacia distintas direcciones con distancias recorridas de 42 a 190 y velocidades desde 0,8 a 2,8 cm/s. Los derivadores a 10 m de profundidad tuvieron un comportamiento similar con desplazamientos desde 28 a 204 m y velocidades promedio que fluctuaron entre 0.4 y 2.2 cm/s

En relación a las condiciones forzantes durante los experimentos de cuadratura en el sector donde se emplazarán las obras marinas, se puede indicar que de acuerdo con los registros, las condiciones durante la vaciante indican que los vientos registrados en la vaciante y llenante son similares con direcciones predominantes del SW. Además, hay que hacer notar que son los más intensos registrados en comparación con los registrados durante los experimentos descritos previamente. Estos vientos explican perfectamente el comportamiento de los derivadores durante la vaciante, pero no explican el comportamiento de los derivadores durante la llenante, comportamiento que tampoco se puede asociar a la marea (Figura 2.5-149).

Tabla 2.5-151. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador, y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Marea	Profundidad (m)	Lance	Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Dirección Promedio (°)	Magnitud Promedio (cm/s)
Vaciante	5	28	631,7	01:18,6	24,3	13,4
		29	656,5	01:16,5	30,8	14,8
		30	778,5	01:17,8	35,1	17,3
		31	783,4	01:12,5	34,1	18,2
		32	535,0	01:12,1	16,8	12,2
		33	285,8	01:06,9	332,4	7,0
	10	34	409,2	01:15,9	9,8	8,9
		35	242,0	01:06,1	40,0	5,8
		36	492,2	01:10,3	24,5	11,7
		37	700,5	01:11,7	34,1	16,5
Llenante	5	38	412,3	01:10,5	7,3	9,6
		39	112,5	01:08,4	326,9	2,6
		40	42,4	00:43,2	344,1	1,6
		41	56,2	01:10,8	142,6	0,8
		42	112,7	01:11,3	91,4	1,2
		43	76,9	01:09,4	188,4	1,5
	10	44	106,2	00:58,8	59,8	1,9
		45	190,0	01:06,3	37,2	2,8
		46	28,4	01:13,2	24,6	0,5
		47	53,4	01:12,6	81,4	1,2
			48	87,1	01:09,9	200,2

Marea	Profundidad (m)	Lance	Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Dirección Promedio (°)	Magnitud Promedio (cm/s)
		49	106,4	01:08,7	158,6	2,2
		50	36,1	00:59,9	198,8	0,4
		51	204,1	01:05,5	356,9	4,3

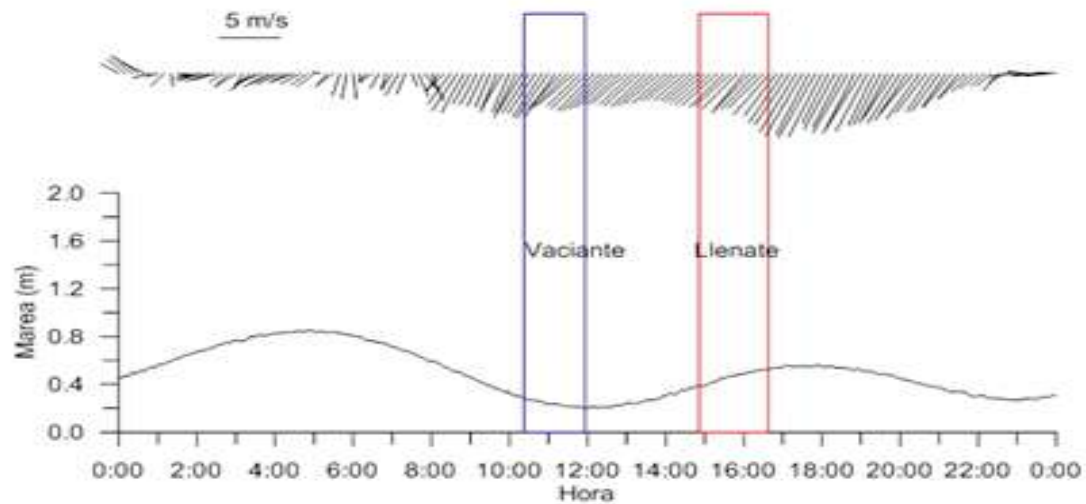
Figura 2.5-149. Trayectoria de los Derivadores a 5 m (Líneas Rojas) y 10 m de Profundidad (Líneas Verdes) durante la Vaciante y la Llenante en Cuadratura. Se indica el Inicio de cada Lance. En el Panel Inferior se Muestra las Condiciones de Marea y Viento. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Vaciante

Llenante



Forzantes



Campaña de Verano

En total se realizaron 25 experimentos, en cada uno de ellos se liberaron derivadores a dos profundidades. En la Tabla 2.5-152 se indican la condición de la marea y las coordenadas de liberación de ambos derivadores (Figura 2.5-150). A continuación, se describen los resultados para las épocas de sicigia y cuadratura, campaña de verano de 2012.

Tabla 2.5-152. Posición de Liberación de los Derivadores por Condición de Marea (Sicigia/Cuadratura y Llenante/Vaciante). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

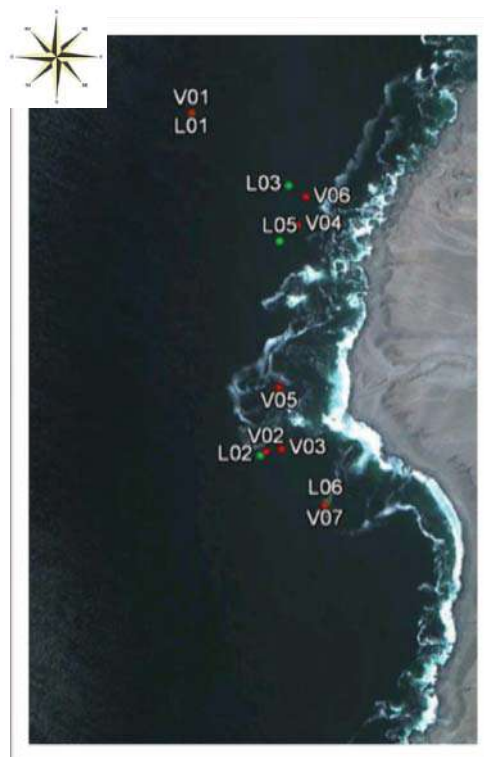
Marea		Lance	Coordenadas	
			Este	Norte
Cuadratura	Llenante	1	372.872	7.544.924
		2	373.249	7.544.626
		3	373.141	7.544.441
		4	373.155	7.544.005
		5	373.291	7.543.621
	Vaciante	1	372.867	7.544.876
		2	373.194	7.544.595
		3	373.118	7.544.459
		4	373.132	7.543.980
		5	373.320	7.543.590
Sicigia	Llenante	1	372.852	7.544.895
		2	373.091	7.543.760
		3	373.178	7.544.657
		4	373.156	7.543.969

Marea		Lance	Coordenadas	
			Este	Norte
		5	373.149	7.544.472
		6	373.312	7.543.604
	Vaciante	1	372.853	7.544.895
		2	373.109	7.543.773
		3	373.161	7.543.783
		4	373.209	7.544.525
		5	373.151	7.543.986
		6	373.236	7.544.621
		7	373.308	7.543.597

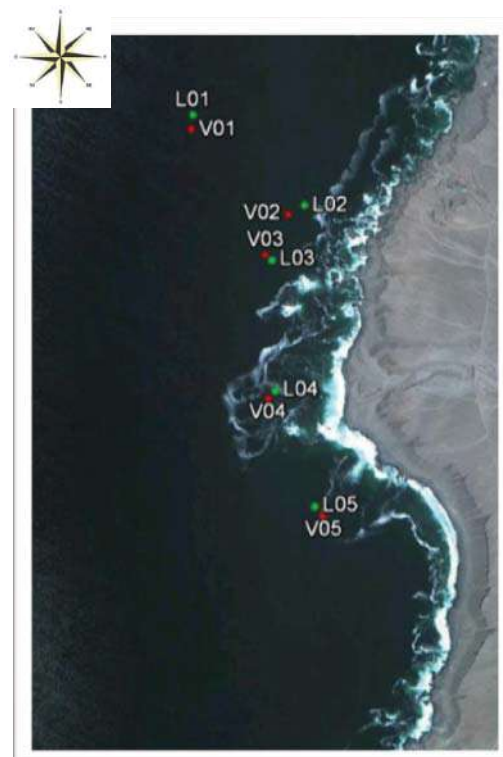
Datum WGS 84 Huso 19.

Figura 2.5-150. Posición de Liberación de los Derivadores a) Sicigia y b) Cuadratura. Se Diferencian los Lances en Llenante (L) y Vaciante (V). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

a) Sicigia



b) Cuadratura



- **Experimentos en Sicigia**

Los experimentos realizados tanto durante la llenante como en la vaciante en sicigia (Tabla 2.5-153), tuvieron una duración entre 16 minutos y una hora con 23 minutos. Durante la llenante

a 5 m de profundidad los derivadores recorrieron una distancia entre 75,6 y 313,5 m desde los puntos de liberación, con velocidades promedio de entre 0,4 y 5,6 cm/s, y direcciones entre 75,6 y 313,5°, direcciones de transporte variadas (Figura 2.5-151), estando asociados al sentido de la línea de costa. En tanto, los derivadores liberados a 10 m se desplazaron entre 93,8 y 165 m, con velocidades de entre 0,4 y 2,7 cm/s, y al igual que los derivadores liberados a 5 m, su dirección muestra relación con el sentido de la línea de la costa.

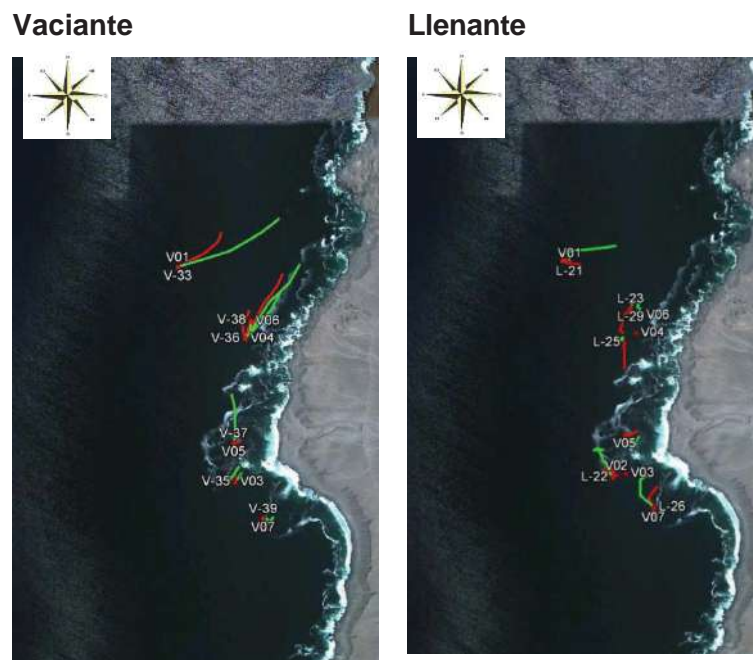
En la vaciante, los derivadores liberados a 5 m de profundidad fueron transportados en promedio hacia el NE, recorriendo una distancia entre 95 y 592 m, con velocidades promedio entre 1,7 y 16,0 cm/s (Tabla 2.5-153 y Figura 2.5-151); en tanto, los derivadores liberados a 10 m fueron transportados en promedio al NE, con velocidades promedio entre 1,0 y 10,8 cm/s, recorriendo distancias entre 45 y 392 m.

Tabla 2.5-153. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

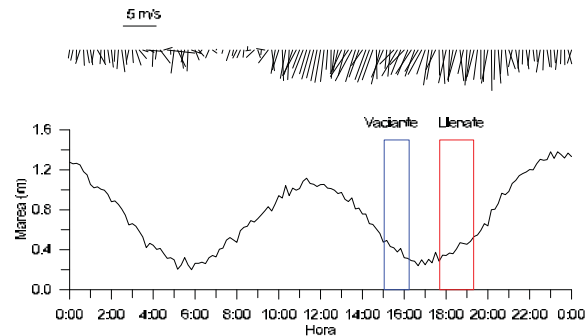
Marea	Profundidad (m)	Lance	Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Dirección Promedio (°)	Magnitud Promedio (cm/s)
Llenante	5	21	313,5	01:22,0	68,4	5,6
		22	259,4	01:21,9	333,1	3,7
		23	127,0	01:21,5	95,3	1,4
		24	112,4	00:57,2	80,3	2,2
		25	75,6	01:21,6	322,7	0,4
		26	220,6	00:49,0	350,1	5,5
	10	27	165,2	01:20,4	101,6	1,0
		28	165,3	01:24,0	312,3	0,4
		29	161,5	01:22,6	190,4	2,6
		30	93,8	01:21,6	57,1	1,5
		31	142,3	01:23,0	180,5	2,7
		32	139,7	01:23,6	1,9	2,2
Vaciante	5	33	591,9	00:59,3	62,4	16,0
		34	118,8	00:39,9	36,4	4,9
		35	61,3	00:16,5	33,2	6,2
		36	481,9	00:57,2	35,6	13,7
		37	256,9	00:52,5	356,9	8,1
		38	343,6	00:59,3	41,6	7,4
	10	39	95,2	00:55,0	78,5	1,7
		40	300,8	00:57,5	48,0	8,0
		41	74,6	00:58,3	44,1	2,0
		42	392,5	00:57,9	29,3	10,8
		43	45,4	00:53,7	90,2	1,0
		44	274,4	01:00,3	5,5	2,8
		45	136,8	00:56,2	219,8	1,8

De acuerdo con los registros obtenidos durante los experimentos de llenante, la marea se hallaba próxima al momento en que se debiera generar el máximo flujo debido al cambio del nivel del mar, mientras que los experimentos de vaciantes se realizaron casi al término de la vaciante (Figura 2.5-151), en ambos casos con predominio de vientos del S de intensidades cercanas a los 5 m/s. Aun cuando hay una mayor variabilidad en las trayectorias durante la llenante, se puede concluir que durante la sicigia las trayectorias dependieron más del viento que de la marea.

Figura 2.5-151. Trayectoria de los Derivadores a 5 m (Líneas Verdes) y a 10 m de Profundidad (Líneas Rojas) durante la Vaciante y la Llenante en Sicigia. Se indica el Inicio de cada Lance. En el Panel Inferior se Muestra las Condiciones de Viento y Marea. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



Forzantes



- **Experimentos en Cuadratura**

En este periodo, el seguimiento de los derivadores fluctuó entre 46 minutos y una hora con 35 minutos (Tabla 2.5-154 y Figura 2.5-152). Los derivadores liberados a 5 metros de profundidad en llenante siguieron en parte el sentido de la costa desde el punto en el que fueron liberados, transportándose a velocidades promedio de entre 6,6 y 20,3 cm/s; recorriendo entre 245 y 655 m. El sentido de desplazamiento de los derivadores liberados a 10 m también estuvo dado por el sentido de la línea de la costa, desplazándose con velocidades promedio entre 5,8 y 15,7 cm/s, con desplazamientos que van desde 253 a 481 m.

En la vaciante el comportamiento de los derivadores a ambas profundidades fue semejante al obtenido en la llenante, desplazándose los derivadores de 5 metros con velocidades entre 2,8 y 11,5 cm/s, recorriendo entre 200 y 599 m; mientras los liberados a 10 m de profundidad se desplazaron con velocidades entre 0.9 y 10 cm/s recorriendo una distancia entre 209 y 502 m.

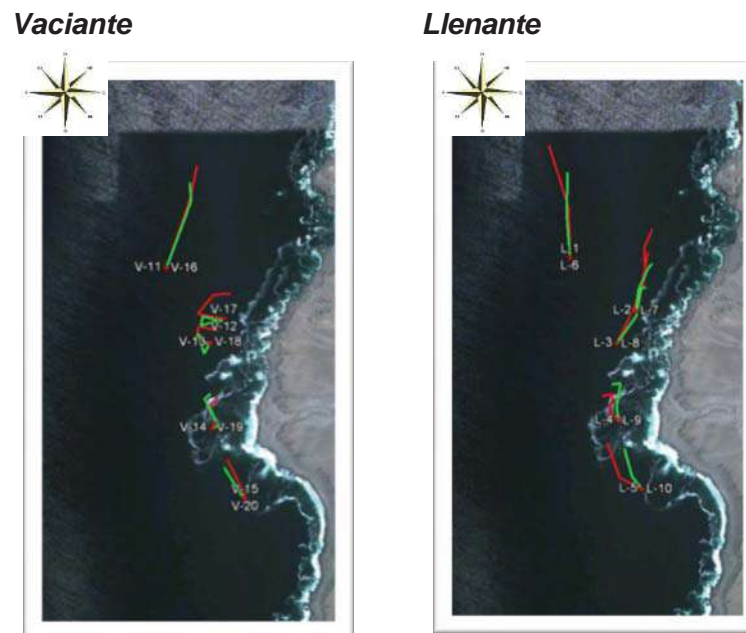
En relación a las condiciones forzantes durante los experimentos de cuadratura, se puede indicar que de acuerdo con los registros, las condiciones durante la llenante correspondieron a vientos débiles, y el rango de marea fue menor de 70 cm (Figura 2.5-152), mientras que en vaciante el viento fue más intenso, produciéndose un incremento en el transporte. En ambos casos, los derivadores tendieron a ser desplazados paralelos a la costa, con una dirección media hacia el norte.

Tabla 2.5-154. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

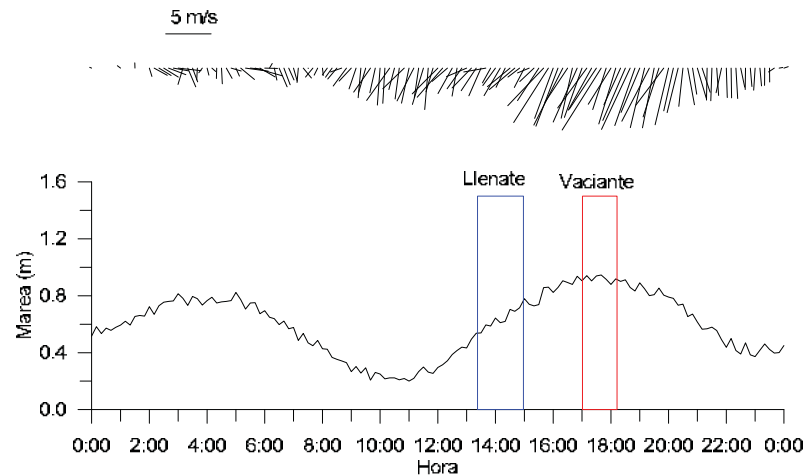
Marea	Profundidad (m)	Lance	Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Dirección Promedio (°)	Magnitud Promedio (cm/s)
Llenante	5	1	655,3	00:53,6	350,1	20,3
		2	481,4	00:52,7	6,6	18,5
		3	550,1	00:54,2	16,8	17,9
		4	245,0	00:53,8	293,9	6,6
		5	351,6	00:56,8	322,1	9,6

Marea	Profundidad (m)	Lance	Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Dirección Promedio (°)	Magnitud Promedio (cm/s)
	10	6	481,0	00:52,0	357,5	15,7
		7	288,3	00:50,7	21,4	11,6
		8	380,6	00:52,4	23,5	12,0
		9	263,0	00:54,6	330,0	5,8
		10	253,8	00:55,6	336,2	7,6
Vaciante	5	11	598,7	01:35,2	16,0	11,5
		12	386,0	01:22,2	41,0	4,6
		13	269,6	01:13,0	62,4	2,8
		14	200,5	01:00,3	23,4	6,5
		15	239,4	00:47,5	337,8	8,2
	10	16	501,8	01:34,0	15,1	10,0
		17	301,6	01:20,8	91,7	1,7
		18	273,4	01:12,0	141,0	0,9
		19	247,7	01:02,2	13,4	4,7
		20	209,1	00:46,2	322,5	6,7

Figura 2.5-152. Trayectoria de los Derivadores a 5 m (Líneas Verdes) y a 10 m de Profundidad (Líneas Rojas) durante la Vaciante y la Llenante en Cuadratura. Se indica el Inicio de cada Lance. En el Panel Inferior se muestra las Condiciones de Marea y Viento. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



Forzantes



Campaña Otoño

En total, se realizaron 12 experimentos, en cada uno de ellos se liberaron un derivador a 5 m y otro a 10 m. En la Tabla 2.5-155 se indican la condición de la marea y las coordenadas de liberación de ambos derivadores (Figura 2.5-153 y Figura 2.5-154).

Tabla 2.5-155. Posición de Liberación de los Derivadores por Condición de Marea (Sicigia/Cuadratura y Llenante/Vaciante). Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Marea		Estación	Coordenada	
			Este	Norte
Sicigia	Llenante	D1	373.267	7.545.079
		D2	373.220	7.545.449
		D3	373.295	7.545.740
	Vaciante	D1	373.265	7.545.073
		D2	373.218	7.545.461
		D3	373.302	7.545.750
Cuadratura	Llenante	D1	373.272	7.545.088
		D2	373.221	7.545.427
		D3	373.304	7.545.740
	Vaciante	D1	373.268	7.545.102
		D2	373.226	7.545.434
		D3	373.311	7.545.735

Datum WGS 84 Huso 19

Figura 2.5-153. Posición de Liberación de los Derivadores a) Sicigia y b) Cuadratura. Ambos durante la Llenante (L). Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011

a) Sicigia

b) Cuadratura

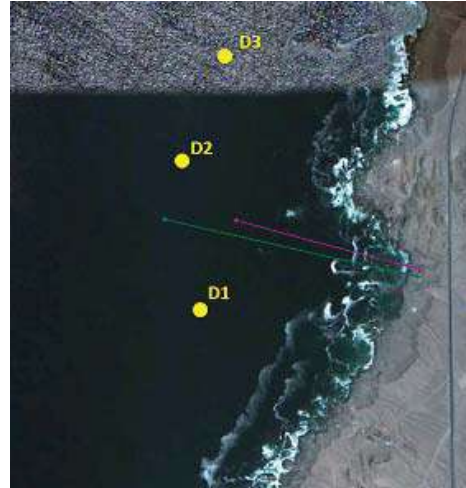
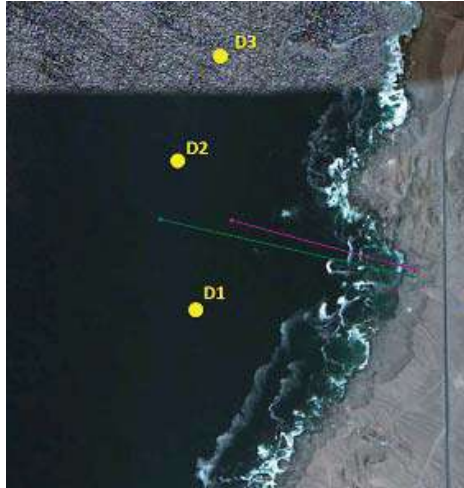
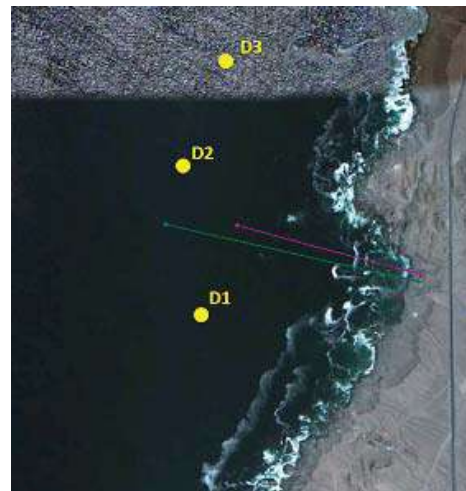
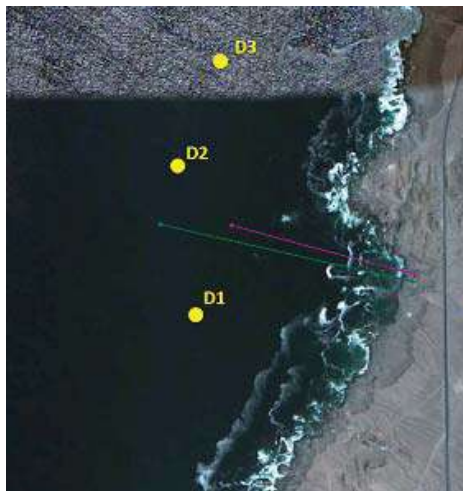


Figura 2.5-154. Posición de Liberación de los Derivadores a) Sicigia y b) Cuadratura, ambos durante la Vaciante (V). Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011

a) Sicigia

b) Cuadratura



- **Experimentos en Cuadratura**

Los experimentos realizados tanto durante la llenante como en la vaciante, en cuadratura (Tabla 2.5-156), tuvieron una duración entre 46 minutos y una hora con 24 minutos.

Durante la llenante, a 5 m de profundidad, los derivadores recorrieron una distancia entre 185 y 1000 m desde los puntos de liberación, con velocidades promedio de entre 6,0 y 34,7 cm/s, y con una dirección promedio al NW. En tanto, los derivadores liberados a 10 m se desplazaron entre 116 y 326 m, con velocidades entre 4,0 y 10,9 cm/s, también con dirección promedio al NW. En la vaciante, los derivadores a 5 m de profundidad fueron transportados en promedio hacia el NW, recorriendo una distancia entre 245 y 372 m, con velocidades promedio entre 6,1 y 9,2 cm/s (Tabla 2.5-156); mientras que los derivadores liberados a 10 m fueron transportados en promedio al SE, con velocidades promedio entre 1,2 y 4,1 cm/s, recorriendo distancias entre 32 y 149 m.

De acuerdo con los registros obtenidos durante los experimentos de llenante, la marea estaba próxima a la estoa de pleamar con vientos del S, mientras que los experimentos de vaciantes se realizaron en la primera mitad del ciclo de marea y con vientos del NE. Estas condiciones y las trayectorias de los derivadores, indican que las corrientes predominantes presentan hacia el N siendo modeladas la acción del viento durante ambas fases de marea, produciendo un desvío en la trayectoria y un mayor desplazamiento, mientras en vaciante junto con modificar la trayectoria, retardaría el desplazamiento del patrón general de circulación del sector.

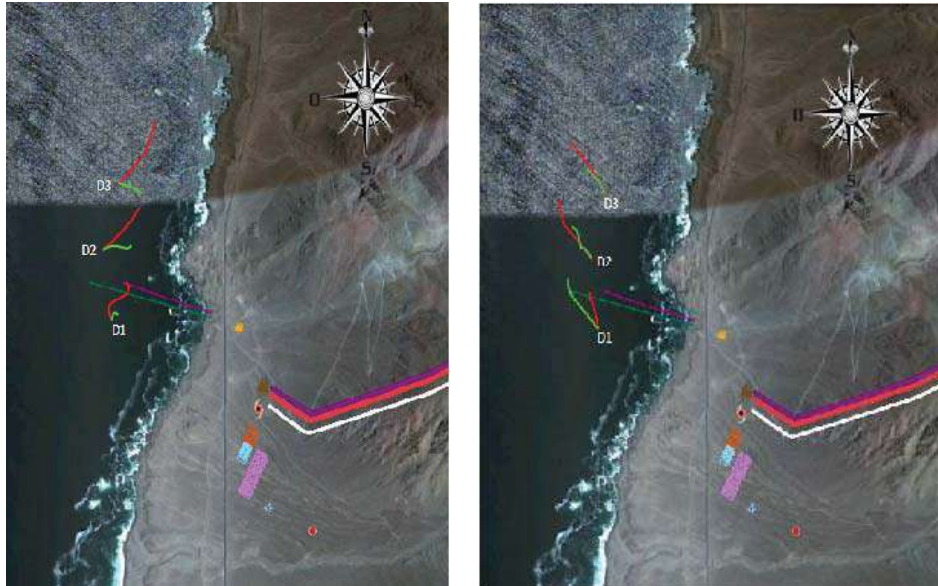
Tabla 2.5-156. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador, y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011

Marea	Profundidad	Estación	Distancia	Tiempo	Dirección Promedio (°)	Magnitud Promedio (cm/s)
	(m)		(m)	(hh:mm)		
Llenante	5	D1	184,6	0:51	335,2	6,0
		D2	350,5	0:49	315,2	11,9
		D3	999,5	0:48	316,3	34,7
	10	D1	325,7	0:50	315,4	10,9
		D2	140,1	0:50	320,3	4,7
		D3	116,2	0:49	319,8	4,0
Vaciante	5	D1	245,5	0:46	40,8	8,9
		D2	286,0	1:18	45,0	6,1
		D3	372,4	1:24	40,3	9,2
	10	D1	32,3	0:44	45,2	1,2
		D2	171,8	1:12	88,5	4,0
		D3	149,4	1:20	98,7	3,1

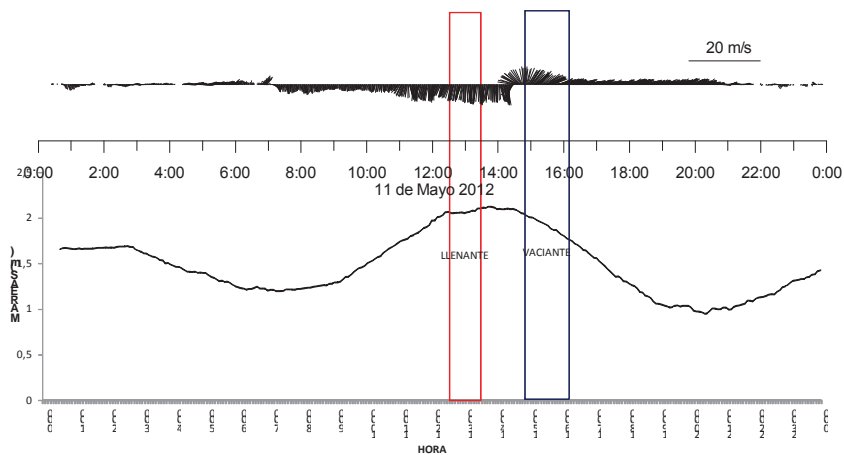
Figura 2.5-155. Trayectoria de los Derivadores Superficiales (Líneas Rojas) y a 10 m de Profundidad (Líneas Verdes) durante la Vaciante y la Llenante en Cuadratura. Se indica el Inicio de cada Lance. En el Panel Inferior se Muestra las Condiciones de Marea. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Vaciante

Llenante



Forzantes



- **Experimentos en Sicigia**

En este periodo, el seguimiento de los derivadores (Tabla 2.5-157 y Figura 2.5-156) osciló entre 41 minutos y una hora con 9 minutos. Los derivadores a 5 m de profundidad en la vaciante fueron transportados entre 158 y 274 m, con rumbos promedio al SW para las estaciones D2 y D3, y SE para D1. Las velocidades promedio de estos derivadores fluctuaron entre 3,8 y 6,6 cm/s. Para los

derivadores de 10 m de profundidad, estos se desplazaron entre 170 y 284 m, y al igual que los derivadores a 5 m de profundidad con desplazamiento neto al SW (D2 y D3) y SE (D1) con velocidades promedio entre 4,2 y 7,1 cm/s.

En la llenante el patrón de desplazamiento obtenido fue diferente; los derivadores liberados a 5 m de profundidad se desplazaron hacia el NW con distancias recorridas de 192 a 242 y velocidades desde 7,3 a 8,1 cm/s, mientras que los derivadores a 10 m de profundidad tuvieron un comportamiento similar con desplazamientos desde 127 a 204 m y velocidades promedio que fluctuaron entre 5,2 y 7,7 cm/s

En relación a las condiciones forzantes durante sicigia, se puede indicar que de acuerdo con los registros, las condiciones durante la vaciante indican que los vientos registrados en la vaciante y llenante son similares con direcciones predominantes del SW. Estos vientos no explican claramente el comportamiento de los derivadores durante ambos periodos, comportamiento que tampoco se puede asociar a la marea y a la baja intensidad del viento (Figura 2.5-156).

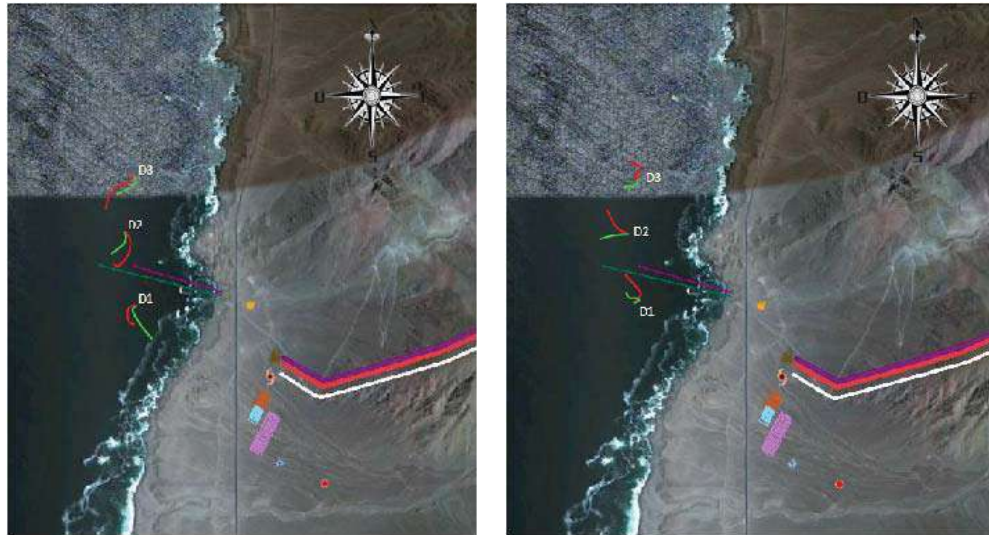
Tabla 2.5-157. Información sobre el Tiempo de Seguimiento, las Distancias Recorridas por cada Derivador, y Valores Promedios de las Corrientes por Lance durante la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Marea	Profundidad	Lance	Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Dirección Promedio (°)	Magnitud Promedio (cm/s)
	(m)					
Vaciante	5	D1	158,5	1:09	198,3	3,8
		D2	252,2	1:08	225,0	6,2
		D3	274,4	1:09	235,2	6,6
	10	D1	238,8	1:07	135,6	5,9
		D2	170,5	1:07	240,0	4,2
		D3	284,5	1:07	255,4	7,1
Llenante	5	D1	241,8	0:50	320,3	8,1
		D2	220,2	0:46	290,4	8,0
		D3	192,1	0:44	315,3	7,3
	10	D1	139,3	0:48	246,4	4,8
		D2	204,2	0:44	265,3	7,7
		D3	127,2	0:41	285,2	5,2

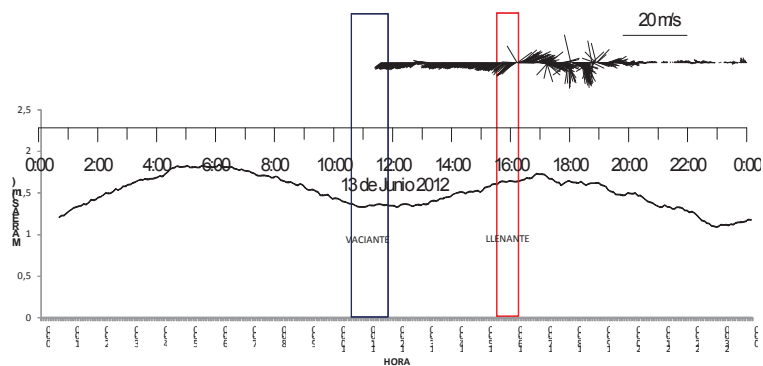
Figura 2.5-156. Trayectoria de los Derivadores a 5 m (Líneas Rojas) y 10 m de Profundidad (Líneas Verdes) durante la Vaciante y la Llenante en Sicigia. Se indica el Inicio de cada Lance. En el Panel Inferior se Muestra las Condiciones de Marea y Viento. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011

Vaciante

Llenante



Forzantes



2.5.4.6. Dispersión con Trazadores Químicos

El mecanismo que gobierna la dispersión en el mar es la turbulencia, que se define como el conjunto de movimientos o desviaciones que se establecen entre los valores medios y los efectivos. La agitación turbulenta depende a su vez de múltiples factores, desde las corrientes marinas hasta la acción del viento, presencia de olas, entre otros.

Para evaluar el destino que puede tener un contaminante introducido a un cuerpo de agua es necesario estimar la capacidad de dispersión de éste. Estas características dependen del transporte de masa (volumen de agua) y el grado de difusión (gradientes de concentración), asumiendo un comportamiento conservativo. Esto quiere decir que su distribución sólo depende

de procesos físicos y no reacciona con el agua o es utilizado por organismos. Con este fin se utilizan tinciones inertes altamente concentradas, que al ser derramadas en el cuerpo de agua en estudio, simulan el comportamiento de un contaminante y permiten estimar la capacidad de dispersión propia de ese lugar.

Campaña Invierno

- **Experimentos en Sicigia**

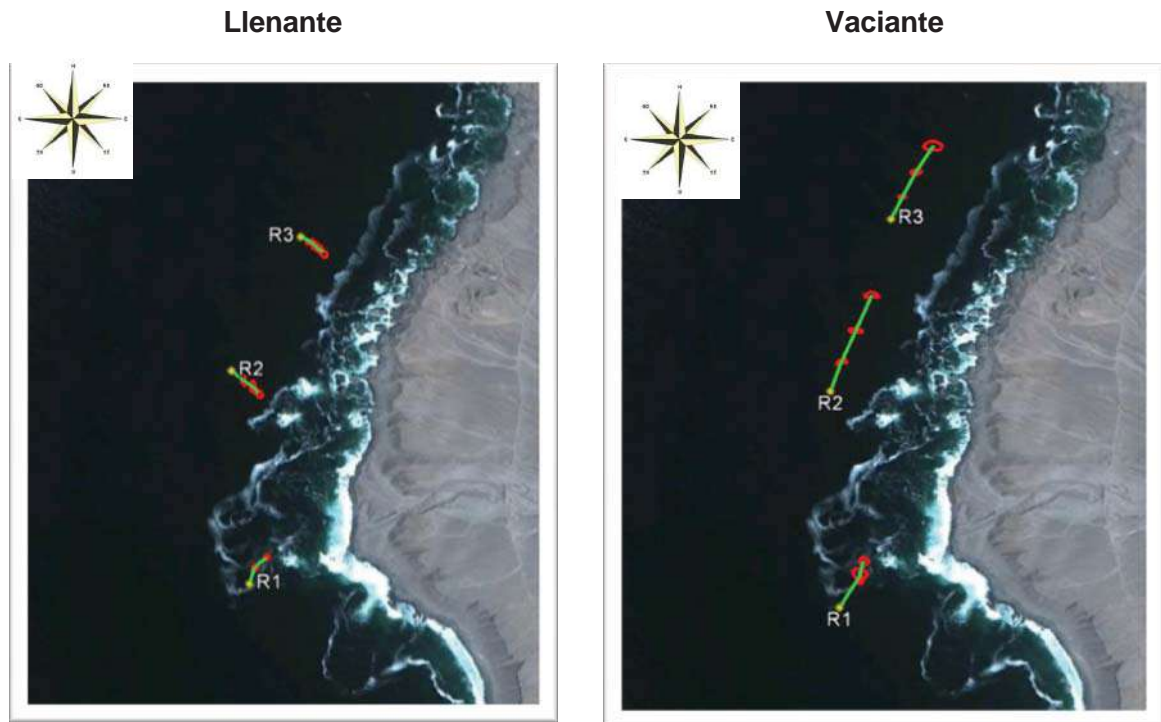
En los tres experimentos realizados durante la fase de llenante (Tabla 2.5-158 y Figura 2.5-157), el centroide de la mancha se desplazó con una velocidad promedio de entre 10,64 y 15,63 cm/s, transportándose el centroide de la mancha en el primer experimento una distancia de 90,4 m al NNE, de 99,7 m al NNE en el segundo experimento y de 76,3 m al NNE en el tercer experimento. En tanto, los coeficientes de dilución K_h promedio fueron de 0,32 m²/s en el 1^{er} experimento, de 0,39 m²/s en el 2^o experimento, y de 0,56 m²/s en el tercero.

En la vaciante (Tabla 2.5-158 y Figura 2.5-157), en el primer experimento, la mancha se desplazó 147,9 m al NNE, con una velocidad promedio de 22,73 cm/s y tuvo un coeficiente de dispersión de 0,17 m²/s. La mancha del segundo experimento se desplazó 294,9 m al NNE con una velocidad de 28 cm/s y un coeficiente de dispersión de 0,42 m²/s. La tercera mancha se desplazó 239,5 m hacia el NNE, con una velocidad promedio de 25,87 cm/s y con un coeficiente de dispersión de 1,04 m²/s

Tabla 2.5-158. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina-B durante la Vaciante de la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Llenante Vaciante 1									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	12-09-2011 13:21	1	373.075	7.543.744					
1	12-09-2011 13:30	539	373.130	7.543.832	103,5	0:08:26	20,46	32,4	1,06
2	12-09-2011 13:33	412	373.140	7.543.875	44,3	0:02:52	25,63	13,2	-0,73
Valores netos					147,9	0:11:18	22,73	21,7	0,17
Llenante Vaciante 2									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	12-09-2011 13:39	1	373.044	7.544.354					
1	12-09-2011 13:44	272	373.074	7.544.437	88,3	0:05:10	28,45	20,0	0,87
2	12-09-2011 13:50	294	373.114	7.544.525	97,2	0:05:27	29,69	24,4	0,07
3	12-09-2011 13:57	428	373.159	7.544.625	109,3	0:06:57	26,19	24,1	0,32
Valores netos					294,9	0:17:35	28,0	22,8	0,42
Llenante Vaciante 3									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	12-09-2011 14:00	1	373.212	7.544.841					
1	12-09-2011 14:05	140	373.243	7.544.904	70,1	0:04:13	27,64	26,5	0,55
2	12-09-2011 14:10	347	373.280	7.544.973	78,6	0:05:35	23,43	28,1	0,62
3	12-09-2011 14:16	1015	373.330	7.545.049	90,8	0:05:41	26,63	33,3	1,96
Valores netos					239,5	0:15:30	25,87	29,3	1,04

Figura 2.5-157. Desplazamiento de la Mancha de Rodamina de los Experimentos realizados en Sicigia durante la Llenante y la Vaciante. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



- **Experimentos en Cuadratura**

El centroide de las manchas del primer experimento en la llenante (Tabla 2.5-159 y Figura 2.5-158), se desplazó una distancia de 61,1 m a una velocidad promedio de 6,25 cm/s hacia el NNW, con un coeficiente de dilución de 0,61 m²/s. En tanto, el centroide del segundo experimento se desplazó 58,4 m al NNW a una velocidad de 8,03 cm/, con un coeficiente de 0,97 m²/s. La mancha del tercer experimento, por su parte, se desplazó 85,8 m al NW a una velocidad promedio de 0,71 m²/s.

En la vaciante (Tabla 2.5-160 y Figura 2.5-158), el centroide de la mancha del primer experimento se desplazó 38,0 m al N a una velocidad promedio de 10,03 cm/s con un coeficiente de 0,78 m²/s; por su parte, la mancha del segundo experimento tuvo menor desplazamiento de 118,7 m al NNE a una velocidad promedio de 16,52 cm/s con un coeficiente de 0,78 m²/s, y la tercera mancha se desplazó 80.8 m al NNW con una velocidad de 11,60 cm/s y un coeficiente de 0,43 m²/s

Tabla 2.5-159. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina-B durante la Llenante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Llenante Experimento 1									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	22-09-2011 13:51	1	373.195	7.544.725					
1	22-09-2011 13:55	288	373.190	7.544.742	17,7	0:04:04	7,24	344.2	1,17
2	22-09-2011 14:02	664	373.182	7.544.768	27,4	0:06:40	6,83	343.4	0,94
3	22-09-2011 14:07	568	373.177	7.544.783	15,9	0:05:39	4,70	340.1	-0,28
Valores netos					61,1	0:16:25	6,25	342.9	0,61
Llenante Experimento 1									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	22-09-2011 14:15	1	373.029	7.544.354					
1	22-09-2011 14:19	267	373.014	7.544.376	26,6	0:03:57	11,22	327.6	1,12
2	22-09-2011 14:22	416	373.007	7.544.390	15,5	0:03:46	6,81	332.5	0,66
3	22-09-2011 14:27	720	373.001	7.544.405	16,3	0:04:27	6,11	337.2	1,14
Valores netos					58,4	0:12:11	8,03	331.4	0,97
Llenante Experimento 1									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	22-09-2011 14:34	1	373.059	7.543.733					
1	22-09-2011 14:37	213	373.040	7.543.746	23,5	0:03:16	11,94	304.9	1,08
2	22-09-2011 14:41	252	373.018	7.543.770	32,0	0:04:05	13,02	316.5	0,16
3	22-09-2011 14:45	470	372.998	7.543.793	30,4	0:03:59	12,66	319.4	0,91
Valores netos					85,8	0:11:22	12,46	313.8	0,71

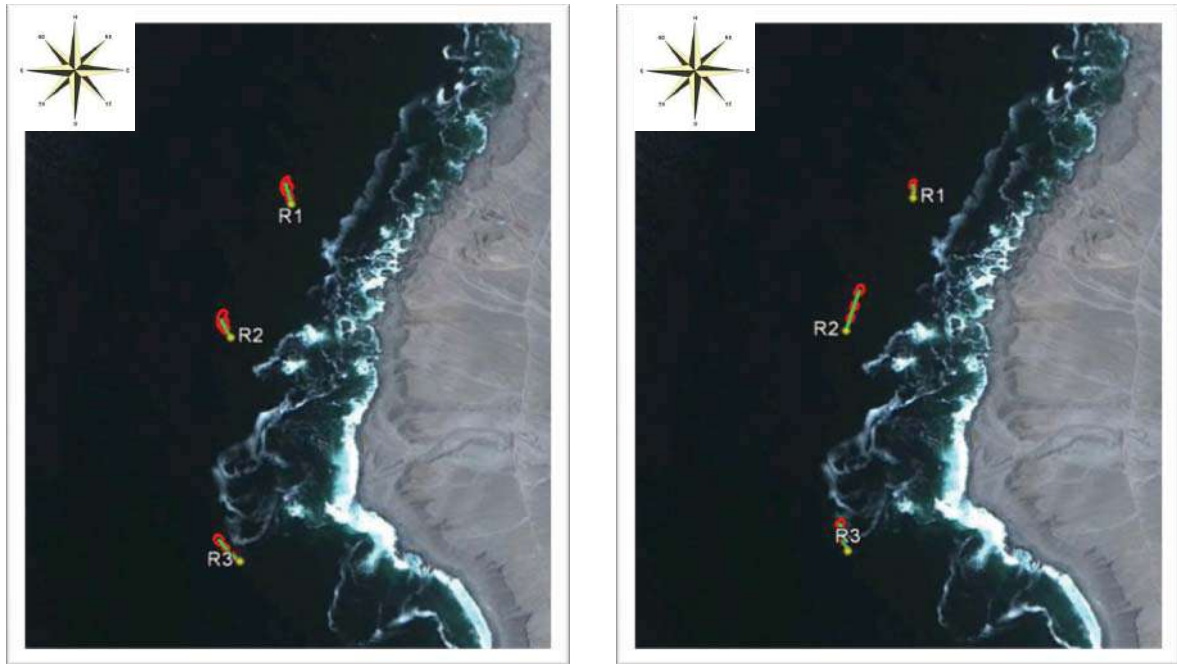
Tabla 2.5-160. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina-B durante la Vaciante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Vaciante Experimento 1									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	22-09-2011 9:28	1	373.229	7.544.739					
1	22-09-2011 9:32	207	373.230	7.544.763	24,1	0:03:22	11,91	2,3	1,02
2	22-09-2011 9:35	299	373.227	7.544.777	13,9	0:02:46	8,32	347,5	0,55
Valores netos					38,0	0:06:09	10,03	356,2	0,78
Vaciante Experimento 2									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	22-09-2011 9:45	1	373.044	7.544.366					
1	22-09-2011 9:49	311	373.055	7.544.402	38,2	0:03:41	17,26	16,4	1,40
2	22-09-2011 9:53	378	373.065	7.544.434	33,8	0:03:39	15,41	18,1	0,30
3	22-09-2011 9:57	555	373.080	7.544.479	46,7	0:04:35	16,90	18,0	0,64
Valores netos					118,7	0:11:56	16,52	17,5	0,78
Vaciante Experimento 3									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	22-09-2011 10:05	1	373.054	7.543.750					
1	22-09-2011 10:09	256	373.040	7.543.780	32,7	0:03:59	13,65	334,3	1,07
2	22-09-2011 10:14	269	373.034	7.543.808	28,5	0:04:22	10,88	348,5	0,05
3	22-09-2011 10:17	301	373.031	7.543.827	19,6	0:03:05	10,56	350,2	0,18
Valores netos					80,8	0:11:27	11,60	343,5	0,43

Figura 2.5-158. Desplazamiento de la Mancha de Rodamina de los Experimentos realizados en Cuadratura durante la Llenante y la Vaciante. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Llenante

Vaciante



Campaña Verano

- **Experimentos en Sicigia**

El centro de gravedad de las manchas del primer experimento en la llenante, sicigia (Tabla 2.5-161 , Figura 2.5-159), se desplazó una distancia de 276,3 m al N, a una velocidad promedio de 15,03 cm/s, con un coeficiente de dispersión de 0,49 m²/s. En el segundo experimento, ésta se desplazó 177,8 m al N, a una velocidad de 9,61 cm/s, con un coeficiente de dispersión de 0,48 m²/s. En el tercer experimento el desplazamiento fue de 428,8 m al NW, con una velocidad promedio de 20,61 cm/s y presentó un coeficiente de dispersión promedio de 0,43 m²/s.

El primer experimento durante la vaciante, cuadratura (Tabla 2.5-162 y Figura 2.5-159), el centro de gravedad se desplazó una distancia de 190,1 m al ENE, a una velocidad promedio de 10,07 cm/s, con un coeficiente de dispersión de 0,54 m²/s; mientras que el centro de gravedad del segundo experimento se desplazó 280,5 m al N a una velocidad de 15,31 cm/s con un coeficiente de dispersión de 0,67 m²/s. En el tercer experimento, el desplazamiento fue de 396,7 m al N, con una velocidad promedio de 21,11 cm/s y presentó un coeficiente de dispersión promedio de 1,48 m²/s.

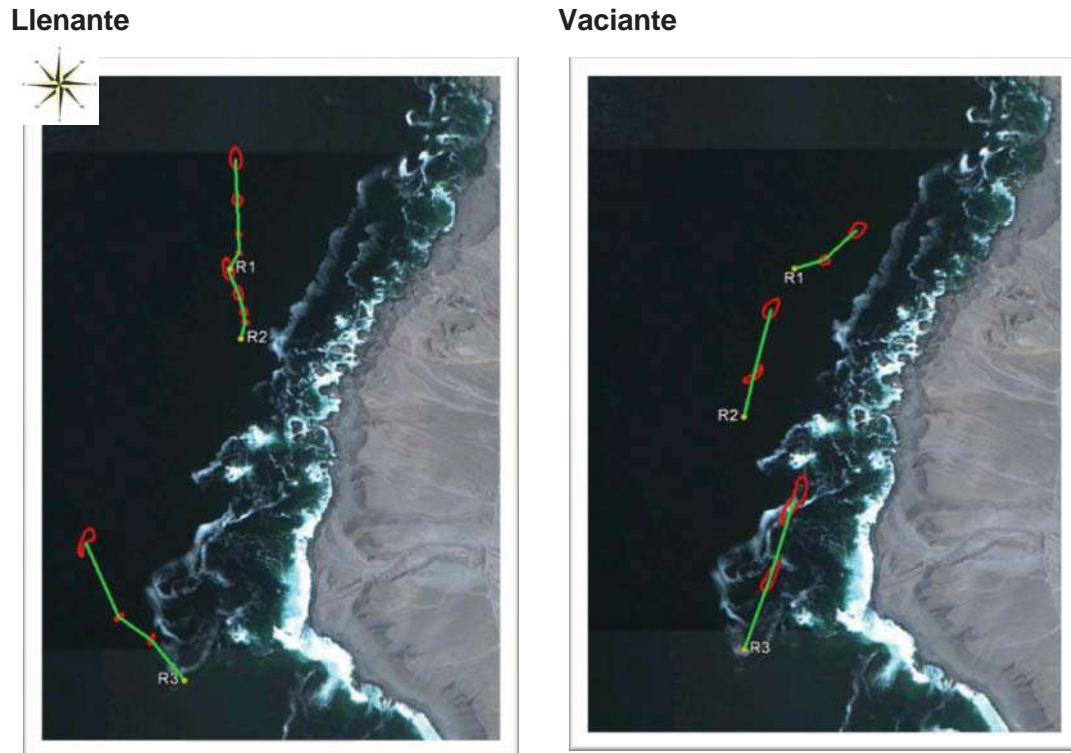
Tabla 2.5-161. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina WT durante la Llenante de la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Llenante Experimento 1									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	17-01-2012 18:22	1	373.181	7.544.775					
1	17-01-2012 18:27	68	373.203	7.544.815	45,1	0:04:28	16,78	28,86	0,25
2	17-01-2012 18:32	120	373.202	7.544.860	45,4	0:05:00	15,10	359,11	0,17
3	17-01-2012 18:41	470	373.198	7.544.943	83,5	0:09:10	15,15	357,24	0,64
4	17-01-2012 18:52	1099	373.193	7.545.046	102,2	0:11:26	14,88	356,83	0,92
Valores netos					276,2	0:30:07	15,03	6,03	0,49
Llenante Experimento 2									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	17-01-2012 18:25	1	373.211	7.544.604					
1	17-01-2012 18:29	120	373.220	7.544.645	42,1	0:04:24	15,92	13,44	0,45
2	17-01-2012 18:35	253	373.216	7.544.670	25,5	0:05:56	7,15	350,96	0,37
	17-01-2012 18:44	559	373.204	7.544.713	45,2	0:09:05	8,30	343,55	0,56
3	17-01-2012 18:57	977	373.176	7.544.773	65,0	0:12:38	8,57	335,27	0,55
Valores netos					177,8	0:32:03	9,61	354,99	0,48
Llenante Experimento 3									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	17-01-2012 19:06	1	373.076	7.543.765					
1	17-01-2012 19:18	202	372.993	7.543.863	128,9	0:12:36	17,04	319,75	0,27
	17-01-2012 19:26	174	372.912	7.543.918	97,9	0:07:33	21,57	304,18	-0,06
2	17-01-2012 19:39	1063	372.827	7.544.101	202,0	0:13:30	24,92	335,20	1,10
Valores netos					428,8	0:33:41	20,61	320,54	0,43

Tabla 2.5-162. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina WT durante la Vaciante de la Sicigia. Sector km 14,Campaña de Verano de 2012

Vaciante Experimento 1									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	17-01-2012 15:04	1	373.182	7.544.758					
1	17-01-2012 15:19	414	373.257	7.544.780	78,1	0:14:55	8,72	73,53	0,46
2	17-01-2012 15:34	990	373.339	7.544.856	112,1	0:15:36	11,96	47,07	0,61
Valores netos					190,1	0:30:32	10,07	58,19	0,54
Vaciante Experimento 2									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	17-01-2012 15:07	1	373.058	7.544.383					
1	17-01-2012 15:22	614	373.081	7.544.488	108,1	0:14:57	12,03	12,76	0,68
2	17-01-2012 15:38	1228	373.124	7.544.655	172,4	0:15:28	18,58	14,36	0,66
Valores netos					280,5	0:30:26	15,31	13,73	0,67
Vaciante Experimento 3									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	17-01-2012 15:12	1	373.063	7.543.795					
1	17-01-2012 15:28	1368	373.128	7.543.979	194,8	0:15:56	20,36	19,50	1,43
2	17-01-2012 15:43	2788	373.186	7.544.172	202,0	0:15:23	21,87	16,67	1,54
Valores netos					396,7	0:31:20	21,11	18,04	1,48

Figura 2.5-159. Desplazamiento de la Mancha de Rodamina de los Experimentos realizados en Sicigia durante la Llenante y la Vaciante. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



- **Experimentos en Cuadratura**

El centro de gravedad de las manchas del primer experimento en la llenante, cuadratura (Tabla 2.5-163 y Figura 2.5-160), se desplazó una distancia de 57,3 m al ENE, a una velocidad promedio de 5,58 cm/s, con un coeficiente de dispersión de 0,87 m²/s; en el segundo experimento se desplazó 46,3 m al SE a una velocidad de 3,05 cm/s, con un coeficiente de dispersión de 0,58 m²/s. En el tercer experimento el desplazamiento fue de 57,3 m al NNE, con una velocidad promedio de 5,03 cm/s y presentó un coeficiente de dispersión promedio de 1,27 m²/s.

En tanto, el primer experimento durante la vaciante, cuadratura (Tabla 2.5-164 y Figura 2.5-160), el centro de gravedad se desplazó una distancia de 215,9 m al N, a una velocidad promedio de 10,68 cm/s, con un coeficiente de dispersión de 1,27 m²/s; mientras que el centro de gravedad del segundo experimento se desplazó 300,7 m al N, a una velocidad de 15,31 cm/s, con un coeficiente de dispersión de 0,91 m²/s. En el tercer experimento, el desplazamiento fue de 237,5 m al N, con una velocidad promedio de 13,31 cm/s y presentó un coeficiente de dispersión promedio de 1,54 m²/s.

Tabla 2.5-163. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina WT durante la Llenante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Llenante Experimento 1									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	09-02-2012 19:24	1	373.069	7.543.756					
1	09-02-2012 19:29	230	373.094	7.543.766	27,3	0:05:37	8,09	67,90	0,68
2	09-02-2012 19:35	537	373.112	7.543.774	19,9	0:06:10	5,38	64,76	0,83
3	09-02-2012 19:41	873	373.122	7.543.778	10,0	0:05:07	3,27	68,44	1,09
Valores netos					57,3	0:16:55	5,58	67,00	0,87
Llenante Experimento 2									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	09-02-2012 19:45	1	373.042	7.544.379					
1	09-02-2012 19:53	168	373.055	7.544.369	16,1	0:07:44	3,46	126,70	0,36
2	09-02-2012 20:02	367	373.073	7.544.351	26,0	0:09:06	4,77	133,98	0,36
3	09-02-2012 20:08	722	373.074	7.544.347	4,2	0:05:43	1,21	171,77	1,03
Valores netos					46,3	0:22:34	3,05	135,87	0,58
Llenante Experimento 3									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	09-02-2012 19:48	1	373.213	7.544.783					
1	09-02-2012 19:50	213	373.214	7.544.789	6,7	0:01:27	7,66	6,84	2,41
2	09-02-2012 19:58	392	373.231	7.544.807	25,2	0:08:43	4,81	44,48	0,34
3	09-02-2012 20:11	1212	373.242	7.544.830	25,4	0:13:01	3,24	25,00	1,05
Valores netos					57,3	0:23:12	5,03	22,03	1,27

Tabla 2.5-164. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina WT durante la Vaciante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Vaciante Experimento 1									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	09-02-2012 16:19	1	373.059	7.543.766					
1	09-02-2012 16:27	217	373.069	7.543.805	40,1	0:07:50	8,53	13,38	0,46
2	09-02-2012 16:35	871	373.068	7.543.852	46,9	0:07:57	9,83	358,81	1,37
3	09-02-2012 16:43	1240	373.057	7.543.911	60,2	0:08:17	12,10	350,21	0,74
4	09-02-2012 16:52	2554	373.034	7.543.976	68,7	0:08:40	13,18	340,22	2,52
Valores netos					215,9	0:32:46	10,68	353,62	1,27
Vaciante Experimento 2									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	09-02-2012 16:31	1	373.025	7.544.393					
1	09-02-2012 16:39	394	373.011	7.544.475	82,9	0:08:12	16,84	350,55	0,80
2	09-02-2012 16:47	800	373.019	7.544.558	83,5	0:08:09	17,04	5,30	0,83
3	09-02-2012 16:56	1755	373.039	7.544.643	87,2	0:09:29	15,30	13,19	1,68
4	09-02-2012 17:03	1886	373.040	7.544.690	47,0	0:06:09	12,71	0,73	0,35
Valores netos					300,7	0:32:02	15,31	2,31	0,91
Vaciante Experimento 3									
Anillo	Fecha	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	09-02-2012 17:00	1	373.212	7.544.787					
1	09-02-2012 17:07	385	373.235	7.544.854	71,0	0:07:17	16,24	18,56	0,88
2	09-02-2012 17:15	1033	373.248	7.544.918	64,9	0:07:25	14,57	12,38	1,45
3	09-02-2012 17:22	1360	373.262	7.544.974	57,2	0:07:41	12,40	13,44	0,71
4	09-02-2012 17:29	2691	373.262	7.545.018	44,4	0:07:09	10,33	0,88	3,10
Valores netos					237,5	0:29:33	13,31	12,29	1,54

Figura 2.5-160. Desplazamiento de la Mancha de Rodamina de los Experimentos realizados en Cuadratura durante la Llenante y la Vaciante. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Llenante



Vaciante



Campaña Otoño

- **Experimentos en Sicigia**

En los dos experimentos realizados durante la fase de llenante (Tabla 2.5-165 y Figura 2.5-161), el centroide de la mancha se desplazó con una velocidad promedio de entre 4,2 y 6,1 cm/s, transportándose el centroide de la mancha en el punto R1 una distancia de 156 m al SW y de 99 m al S en el punto R2. En tanto, los coeficientes de dilución K_h promedio fueron de 1,6 m^2/s en el punto R1 y de 0,8 m^2/s en el punto R2.

Tabla 2.5-165. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina-B durante la Llenante de la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011

Llenante R1									
Anillo	Hora	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	15:24	--	373.293	7.545.264	--	--	--	--	--
1	15:37	1652	373.353	7.545.309	76	0:13	10,6	54	2,1
2	15:58	3800	373.322	7.545.345	47	0:21	3,9	320	1,8
3	16:12	4668	373.308	7.545.373	33	0:14	3,9	331	1,0
Valores netos					156	0:48	6,1	235	1,6
Llenante R2									
Anillo	Hora	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	15:28	--	373.379	7.545.771	--	--	--	--	--
1	15:40	864	373.360	7.545.758	24	0:12	3,3	237	1,2
2	15:54	1764	373.371	7.545.781	26	0:14	3,1	27	1,1
3	16:07	1858	373.321	7.545.778	49	0:13	6,3	275	0,1
Valores netos					99	0:46	4,2	180	0,8

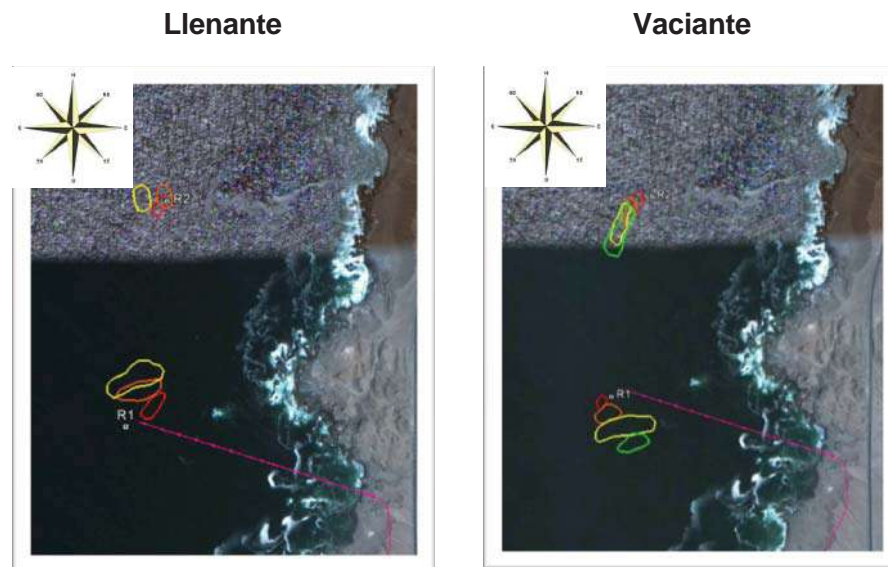
En la vaciante (Tabla 2.5-166 y Figura 2.5-161), en el punto R1 la mancha se desplazó 117 m al S, con una velocidad promedio de 5,2 cm/s y tuvo un coeficiente de dispersión de 2,8 m²/s. La mancha del punto R2 se desplazó 130 m al SW con una velocidad de 4,3 cm/s y un coeficiente de dispersión de 1,0 m²/s.

Tabla 2.5-166. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina (R1) durante la Vaciante de la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Vaciante R1									
Anillo	Hora	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	11:57	--	373.288	7.545.257	--	--	--	--	--
1	12:08	530	373.263	7.545.242	29	0:11	4,4	240	0,8
2	12:20	2049	373.279	7.545.213	34	0:12	4,7	152	2,1
3	12:34	6653	373.320	7.545.180	54	0:14	6,4	129	5,5
Valores netos					117	0:37	5,2	174	2,8

Vaciante R2									
Anillo	Hora	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	12:02	--	373.382	7.545.767	--	--	--	--	--
1	12:13	1053	373.347	7.545.755	37	0:11	5,6	252	1,6
2	12:25	1632	373.325	7.545.727	36	0:12	5,0	218	0,8
3	12:39	2468	373.302	7.545.696	39	0:14	4,6	215	1,0
4	12:54	3110	373.301	7.545.678	18	0:15	2,0	179	0,7
Valores netos					130	0:52	4,3	216	1,0

Figura 2.5-161. Desplazamiento de la Mancha de Rodamina de los Experimentos realizados en Sicigia durante la Llenante y la Vaciante. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012



- **Experimentos en Cuadratura**

El centroide de la mancha en R1 en la llenante (Tabla 2.5-167), se desplazó una distancia de 142 m a una velocidad promedio de 7,8 cm/s hacia el NW, con un coeficiente de dilución de 1,0 m²/s. En tanto, el centroide en el punto R2 situado al norte del primero, se desplazó 79 m al SW a una velocidad de 2,6 cm/s, con un coeficiente de 0,9 m²/s.

Tabla 2.5-167. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina durante la Llenante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Llenante R1									
Anillo	Hora	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	13:19	--	373.316	7.545.271	--	--	--	--	--
1	13:24	808	373.296	7.545.298	34	0:05	11,3	326	2,7
2	13:31	739	373.269	7.545.327	39	0:07	9,3	320	-0,2
3	13:40	1228	373.241	7.545.351	37	0:09	6,9	313	0,9
4	13:54	1664	373.224	7.545.378	32	0:14	3,8	330	0,5
Valores netos					142	0:35	7,8	322	1,0
Llenante R2									
Anillo	Hora	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	13:59	--	373.387	7.545.773	--	--	--	--	--
1	14:06	707	373.382	7.545.788	16	0:07	3,8	340	1,7
2	14:17	1004	373.381	7.545.786	3	0:11	0,5	221	0,4
3	14:28	2314	373.391	7.545.772	17	0:11	2,6	147	2,0
4	14:48	1801	373.433	7.545.766	43	0:20	3,6	105	-0,4
Valores netos					79	0:49	2,6	203	0,9

En la vaciante (Tabla 2.5-168), el centroide de la mancha del punto R1 se desplazó 100 m al NE a una velocidad promedio de 6,1 cm/s con un coeficiente de 1,4 m²/s; por su parte, la mancha en el punto R2 tuvo mayor desplazamiento de 141 m en la misma dirección (NE) a una velocidad promedio de 8,7 cm/s con el mismo coeficiente que en el punto R1 (1,4 m²/s).

Tabla 2.5-168. Datos Resumen de los Experimentos de Dispersión de Rodamina durante la Vaciante de la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2012

Vaciante R1									
Anillo	Hora	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	16:28	--	373.316	7.545.271	--	--	--	--	--
1	16:34	1143	373.334	7.545.295	29	0:06	8,1	38	3,2
2	16:43	1181	373.354	7.545.320	31	0:09	5,7	40	0,1
3	16:58	1865	373.380	7.545.350	40	0:15	4,4	41	0,8
Valores netos					100	0:30	6,1	40	1,4

Vaciante R2									
Anillo	Hora	Área (m ²)	Centro de Gravedad		Distancia (m)	Tiempo (hh:mm)	Magnitud (cm/s)	Dirección (°)	Kh (m ² /s)
			Este (m)	Norte (m)					
Lanzamiento	16:31	--	373.387	7.545.772	--	--	--	--	--
1	16:36	654	373.409	7.545.801	35	0:05	11,7	39	2,2
2	16:46	1308	373.433	7.545.827	36	0:10	6,0	43	1,1
3	17:00	1998	373.453	7.545.894	70	0:14	8,3	17	0,8
Valores netos					141	0:29	8,7	33	1,4

2.5.4.6.1. Deriva Litoral

Campaña Invierno

En promedio, las botellas de deriva litoral registraron velocidades entre 2,22 y 19,58 cm/s (Tabla 2.5-169 y Tabla 2.5-170), desplazándose en general hacia el N, cubriendo distancias entre 6 y 47 m. Las mayores velocidades y desplazamientos se obtuvieron en los seguimientos realizados en la tarde, lo que estaría asociado a las mayores intensidades y direcciones del viento que se producen en las horas de la tarde, y su variabilidad diaria.

En horas de la mañana, las corrientes litorales resultaron ser similares en toda la costa del sector km 14; no obstante, en horas de la tarde el sector norte del área de estudio, mostró magnitudes mayores de las velocidades de las corrientes.

Tabla 2.5-169. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral_ Mañana. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Mañana: Viento del Sur de 5 nudos - Oleaje fuerte en costa							
Sitio	Día	Hora		Tiempo Total	Distancia (m)	Rapidez (cm/s)	Dirección
		Lanzamiento	Término				
DL-01	25-07-2011	9:08	9:11	0:03	11	6,11	al S
DL-02	25-07-2011	9:13	9:18	0:05	14	4,67	al N
DL-03	25-07-2011	9:31	9:39	0:08	35	7,29	al S
DL-04	25-07-2011	9:48	9:52	0:04	8	3,33	al S
DL-05	25-07-2011	10:00	10:03	0:03	18	10,00	al S
DL-06	25-07-2011	10:10	10:14	0:04	21	8,75	al N
DL-07	25-07-2011	10:23	10:27	0:04	6	2,50	al N
DL-08	25-07-2011	10:34	10:38	0:04	12	5,00	al N
DL-09	25-07-2011	10:49	10:53	0:04	16	6,67	al N
DL-10	25-07-2011	11:03	11:08	0:05	19	6,33	al N

Tabla 2.5-170. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral_ Tarde. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Tarde: Viento del SSW de 5 nudos - Oleaje fuerte en costa							
Sitio	Día	Hora		Tiempo Total	Distancia (m)	Rapidez (cm/s)	Dirección
		Lanzamiento	Término				
DL-01	25-07-2011	15:00	15:04	0:04	14	5,83	Mar adentro
DL-02	25-07-2011	15:13	15:18	0:05	45	15,00	al N
DL-03	25-07-2011	15:25	15:29	0:04	47	19,58	Mar adentro
DL-04	25-07-2011	15:36	15:42	0:06	47	13,06	al N
DL-05	25-07-2011	15:54	16:00	0:06	25	6,94	al N
DL-06	25-07-2011	16:06	16:10	0:04	18	7,50	al N
DL-07	25-07-2011	16:24	16:30	0:06	8	2,22	al N
DL-08	25-07-2011	16:24	16:30	0:06	18	5,00	al N
DL-09	25-07-2011	16:39	16:44	0:05	22	7,33	al N
DL-10	25-07-2011	16:53	16:58	0:05	13	4,33	al N

Campaña Verano

En las experiencias realizadas en cuadratura, durante la mañana, las botellas de deriva se desplazaron con magnitudes que fluctuaron entre 0,5 y 5,3 cm/s (Tabla 2.5-171), con una dirección promedio de desplazamiento hacia el oeste; mientras que en la tarde, las magnitudes fueron mayores, fluctuando entre 1,7 a 9,2 cm/s, sin una dirección de desplazamiento de predominio única, siendo la dirección con más registros la dirigida hacia el oeste.

En la sicigia (Tabla 2.5-173) durante la mañana, la rapidez fluctuó entre 2,8 y 11,6 cm/s, sin una dirección predominante, mientras que durante la tarde la rapidez presentó un rango más amplio y mayor, oscilando entre 3,0 y 16,7cm/s con una dirección predominante al SW.

Tabla 2.5-171. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral (Mañana) durante la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Mañana						
Sitio	Día	Hora Lanzamiento	Tiempo Total	Distancia (m)	Rapidez (cm/s)	Dirección
DL-01	17/01/2012	10:00	0:10	32	5,3	SW
DL-02		10:14	0:10	3	0,5	E
DL-03		10:36	0:10	5	0,8	W
DL-04		10:52	0:10	5	0,8	W
DL-05		11:05	0:10	13	2,2	N
DL-06		11:20	0:10	9	1,5	NW
DL-07		11:30	0:10	18	3,0	E
DL-08		11:40	0:10	6	1,0	W
DL-09		11:54	0:10	15	2,5	S
DL-10		12:00	0:10	31	5,2	N

Tabla 2.5-172. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral (Tarde) durante la Cuadratura. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Tarde						
Sitio	Día	Hora Lanzamiento	Tiempo Total	Distancia (m)	Rapidez (cm/s)	Dirección
DL-01	17/01/2012	12:20	0:10	10	1,7	E
DL-02		12:40	0:10	35	5,8	W
DL-03		12:55	0:10	33	5,5	NE
DL-04		13:05	0:10	36	6,0	W
DL-05		13:15	0:10	51	8,5	N
DL-06		13:25	0:10	10	1,7	N
DL-07		13:38	0:10	12	2,0	W
DL-08		13:42	0:10	11	9,2	E
DL-09		13:50	0:02	18	3,0	N
DL-10		14:00	0:10	23	3,8	SW

Tabla 2.5-173. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral (mañana) durante la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Mañana						
Sitio	Día	Hora Lanzamiento	Tiempo Total	Distancia (m)	Rapidez (cm/s)	Dirección
DL-01	08/02/2012	08:13	0:03	15	8,3	S
DL-02		08:26	0:06	10	2,8	W
DL-03		08:38	0:07	35	8,3	N
DL-04		08:54	0:04	10	4,2	E
DL-05		09:04	-	15	-	NE
DL-06		09:15	0:04	30	11,6	NE
DL-07		09:38	0:07	44	10,5	SW
DL-08		09:51	0:05	14	4,7	S
DL-09		09:59	0:05	20	6,7	SE
DL-10		10:11	0:07	16	3,8	S

Tabla 2.5-174. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral (tarde) durante la Sicigia. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Tarde						
Sitio	Día	Hora Lanzamiento	Tiempo Total	Distancia (m)	Rapidez (cm/s)	Dirección
DL-01	08/02/2012	14:10	0:04	18	7,5	SW
DL-02		13:51	0:05	9	3,0	SW
DL-03		13:36	0:03	30	16,7	NE
DL-04		13:21	0:03	9	5,0	NE

Tarde						
Sitio	Día	Hora Lanzamiento	Tiempo Total	Distancia (m)	Rapidez (cm/s)	Dirección
DL-05		13:06	0:04	18	7,5	N
DL-06		12:53	0:04	22	9,2	N
DL-07		12:37	0:05	30	10,0	S
DL-08		12:22	0:03	9	5,0	SW
DL-09		12:10	0:04	12	5,0	S
DL-10		11:50	0:06	12	3,3	SW

Campaña Otoño

Tanto en las mediciones de la mañana como la tarde, la presencia de oleaje fue permanente, variando la condición en la costa entre *Marejada* y *Fuerte Marejada* del SW.

En promedio, las botellas de deriva litoral registraron velocidades entre 1,4 y 22,9 cm/s (Tabla 2.5-175), desplazándose en promedio al N cubriendo distancias entre 30 y 520 m. Las mayores velocidades y desplazamientos se obtuvieron en los seguimientos realizados en la tarde, lo que estaría asociado a la mayores intensidades del viento que se producen en estas horas, lo que igualmente se encuentra directamente asociado a la dirección e intensidad del viento y su variabilidad diaria.

Dentro del sector costero evaluado, las derivas de las estaciones ubicadas hacia el sector sur (D1 a D3) experimentaron mayores desplazamientos que sus similares del norte, lo que puede ser explicado por la configuración de la costa, en especial, la presencia de la punta rocosa que separa las estaciones D1 – D3 y D4 – D6 (Figura 2.5-162).

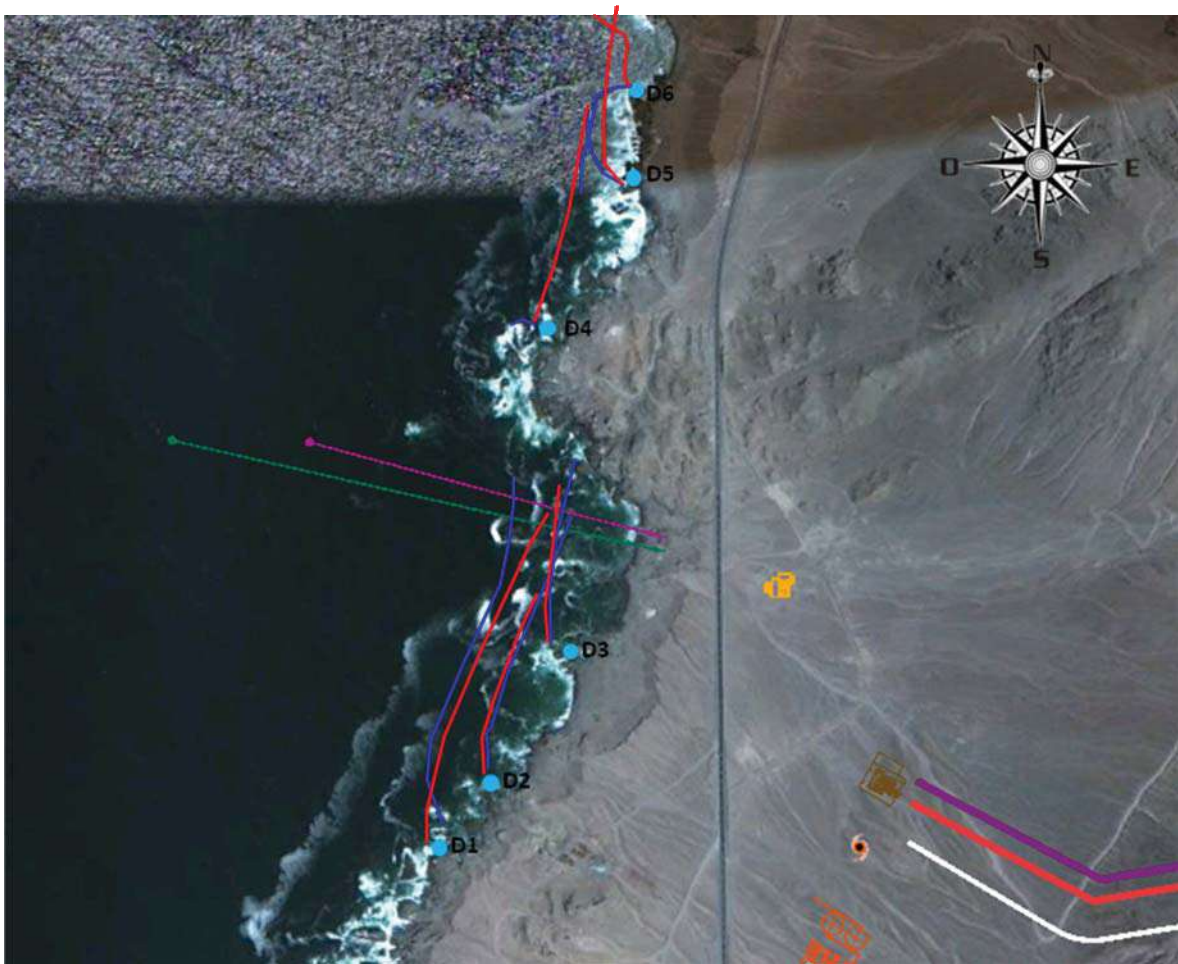
Tabla 2.5-175. Rapidez (cm/s) y Dirección de la Deriva Litoral. Sector km 14, Campaña de Otoño de 2011

Sitio	Día	Hora		Tiempo Total	Distancia (m)	Rapidez (cm/s)	Dirección
		Lanzamiento	Término				
D-1	11-05-2012	09:00	10:20	1:20:00	524	10,92	al N
D-2	11-05-2012	09:25	11:40	2:15:00	411	5,07	al N
D-3	11-05-2012	09:20	10:48	1:28:00	280	5,30	al N
D-4	10-05-2012	11:22	11:58	0:36:00	30	1,39	al W
D-5	10-05-2012	11:37	12:17	0:40:00	110	4,58	al NW
D-6	10-05-2012	12:09	13:10	1:01:00	175	4,78	al S

Sitio	Día	Hora		Tiempo Total	Distancia (m)	Rapidez (cm/s)	Dirección
		Lanzamiento	Término				
D-1	08-05-2012	12:00	14:00	2:00:00	520	7,22	al N
D-2	08-05-2012	12:01	12:42	0:41:00	320	13,01	al N
D-3	08-05-2012	12:26	12:50	0:24:00	233	16,18	al N
D-4	09-05-2012	14:14	14:38	0:24:00	330	22,92	al N
D-5	09-05-2012	13:55	14:48	0:53:00	260	8,18	al N
D-6	09-05-2012	13:55	14:36	0:41:00	113	4,59	al NW

La Figura 2.5-162 representa el desplazamiento experimentado por las botellas de deriva durante las jornadas de la mañana y tarde.

Figura 2.5-162. Desplazamiento Experimentado por las Botellas durante la Jornada AM (Líneas Azules) y PM (Líneas Rojas). Sector km 14, Campaña Otoño 2012



2.5.4.6.2. Estudio de Oleaje

2.5.4.6.2.1. Clima de Oleaje en Aguas Profundas

De la base de 30 años de datos espectrales del nodo 22S se obtuvo la serie tiempo (Figura 2.5-163) de parámetros de oleaje (Hmo, Tp, DPK), la que muestra oleaje que proviene principalmente del SW, con periodos en que se incrementa la variabilidad, registrándose oleaje del SE. Los periodos peak se concentran entre 10 y 17 s, durante la mayor parte del tiempo, y las alturas significativas predominantes están entre 2 y 3 m, aunque desde los inicios aproximadamente del año 2000, se observa un aumento de las alturas significativas incrementándose las alturas sobre 3 m de altura.

La tabla de incidencias de altura significativa y periodo peak de estos datos (Tabla 2.5-176 y Figura 2.5-164 indica que en el período del registro predominan las olas significativas entre 1,5 y 2,0 m (34,91%) seguido por las olas con alturas entre 2,0 y 2,5 m (30,43%) y que los periodos peak entre 14 y 16 s son los predominantes (43,62%).

El mayor número de registros por rango de altura y periodo se concentra en las alturas entre 2,0 y 2,5 m con periodos peak entre 14 y 16 s (14,44%); estos periodos por dirección del peak (Figura 2.5-165) se concentran en las direcciones WSW y W, con el 19,66 y 17,74%, respectivamente.

La tabla de incidencias de altura significativa y rango de dirección (Tabla 2.5-177), muestra que las olas provenientes del WSW predominan con el 29,34% del registro, seguidas por el oleaje del SW (36,15%), estando concentrado un 32,28% del registro en oleaje proveniente del WSW, con alturas entre 1,5 y 2,5 m de altura significativa. El oleaje sobre los 3 m de altura significativa corresponde al 6,58% del registro, mientras que el oleaje menor a un metro de altura significativa corresponde a un 0,65% del registro.

Figura 2.5-163. Serie de Tiempo de los Parámetros de Oleaje: Dirección del Peak (Panel Superior), Período Peak (Panel Intermedio) y Altura Significativa (Panel Inferior)

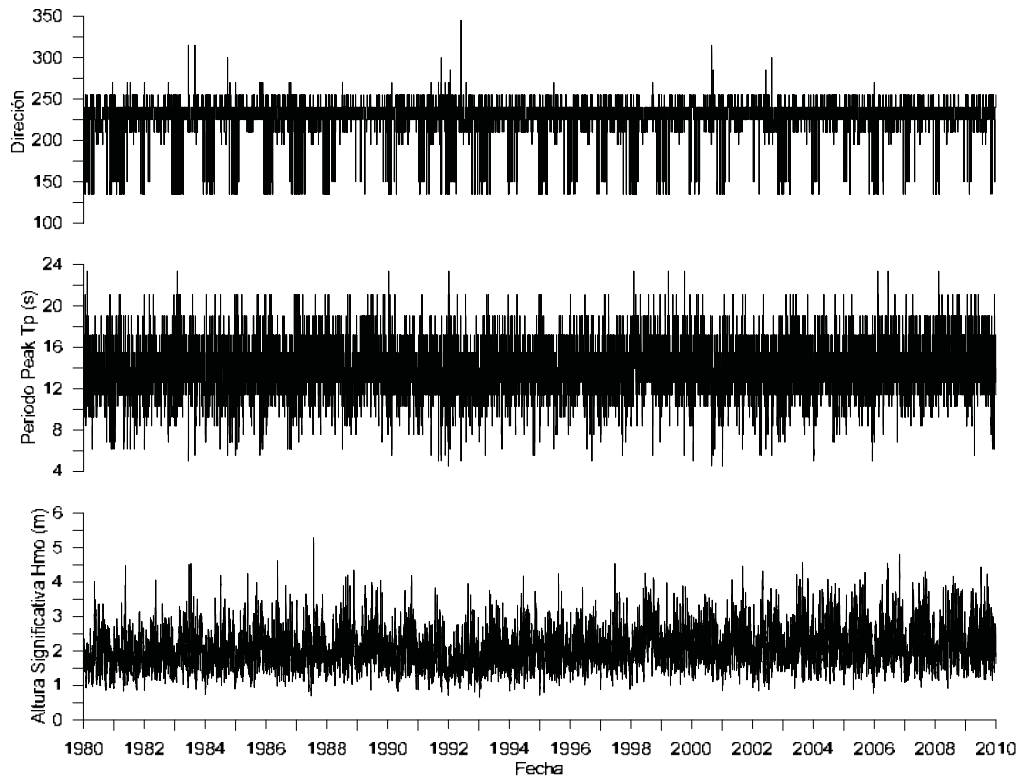


Tabla 2.5-176. Tabla de Incidencia Hmo v/s Tp en Aguas Profundas

Hmo (m)	Periodo peak del Oleaje (Tp)												Total	Frecuencia Relativa (%)	Excedencia	
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24				
0,0-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
0,5-1,0	0	0	6	60	29	145	102	162	37	15	10	0	566	0,65	100,00	
1,0-1,5	0	0	20	178	581	3309	2856	3495	632	230	66	15	11382	12,98	99,35	
1,5-2,0	0	0	50	240	1314	6534	9120	10516	1911	724	185	12	30606	34,91	86,37	
2,0-2,5	0	0	10	190	682	3686	7054	12657	1736	554	108	0	26677	30,43	51,46	
2,5-3,0	0	0	0	111	156	1046	2372	7629	1043	280	31	1	12669	14,45	21,03	
3,0-3,5	0	0	0	10	75	162	441	2870	593	99	17	0	4267	4,87	6,58	
3,5-4,0	0	0	0	0	14	14	59	725	319	71	3	0	1205	1,37	1,71	
4,0-4,5	0	0	0	0	0	4	0	156	78	19	0	0	257	0,29	0,33	
4,5-5,0	0	0	0	0	0	0	0	19	9	0	0	0	28	0,03	0,04	
5,0-5,5	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0,01	0,01	
>5,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
Total	0	0	86	789	2851	14900	22004	38237	6358	1992	420	28	87665			
Frec (%)	0,00	0,00	0,10	0,90	3,25	17,00	25,10	43,62	7,25	2,27	0,48	0,03				
Excedencia	100,00	100,00	100,00	99,90	99,00	95,75	78,75	53,65	10,04	2,78	0,51	0,03				

Tabla 2.5-177. Tabla de Incidencia Hmo v/s DPK en Aguas Profundas

Dirección	Altura significativa Hmo (m)													Total	Frecuencia relativa (%)	Excedencia
	0,0-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	>6,0			
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
NNE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
SE	0	78	501	902	387	25	2	0	0	0	0	0	0	1895	2,16	100,00
SSE	0	68	843	1750	596	66	9	0	0	0	0	0	0	3332	3,80	97,84
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	94,04
SSW	0	88	1613	2719	2041	694	173	49	5	0	0	0	0	7382	8,42	94,04
SW	0	132	3665	10532	9915	5236	1618	441	127	16	8	0	0	31690	36,15	85,62
WSW	0	187	4747	14674	13709	6624	2465	715	125	12	0	0	0	43258	49,34	49,47
W	0	13	10	22	21	23	0	0	0	0	0	0	0	89	0,10	0,12
WNW	0	0	1	5	7	1	0	0	0	0	0	0	0	14	0,02	0,02
NW	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,00	0,01
NNW	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,00	0,00
Total	0	566	11382	30606	26677	12669	4267	1205	257	28	8	0	0	87665		
FrecRel (%)	0,00	0,65	12,98	34,91	30,43	14,45	4,87	1,37	0,29	0,03	0,01	0,00	0,00			
Excedencia	100,00	100,00	99,35	86,37	51,46	21,03	6,58	1,71	0,33	0,04	0,01	0,00	0,00			

Figura 2.5-164. Histograma de Periodo Peak por Dirección en Aguas Profundas

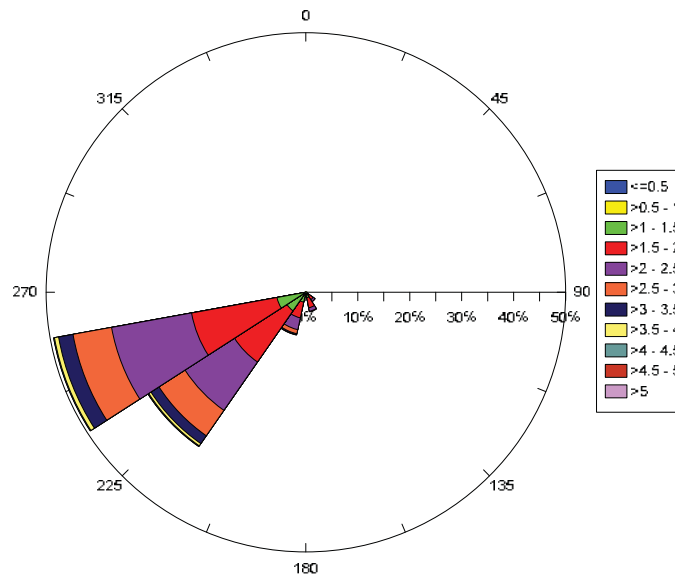
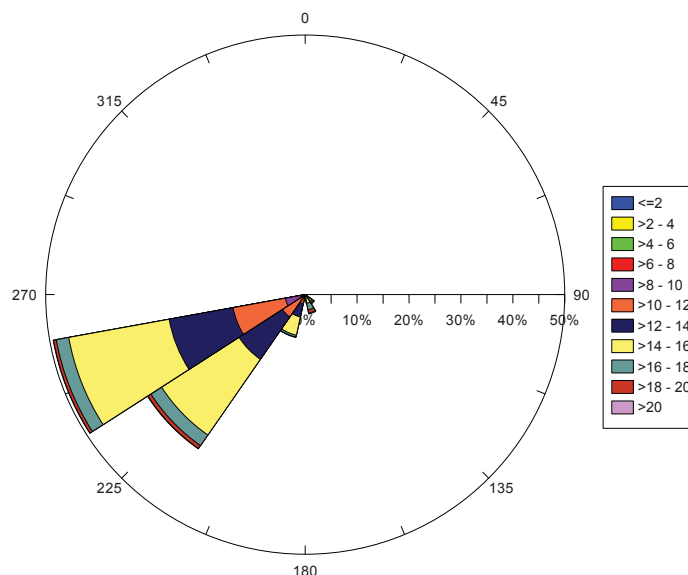


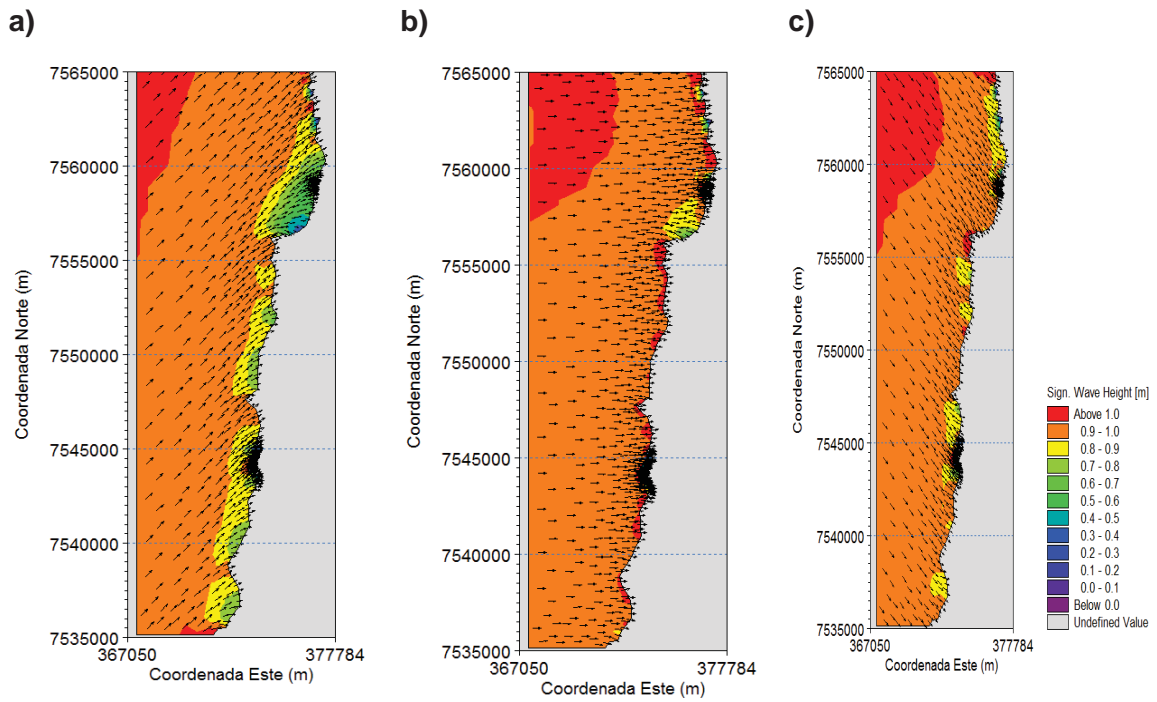
Figura 2.5-165. Histograma de Periodo Peak por Dirección en Aguas Profundas



2.5.4.6.2.2. Clima de Oleaje en Aguas Someras (Transferencia Espectral del Oleaje)

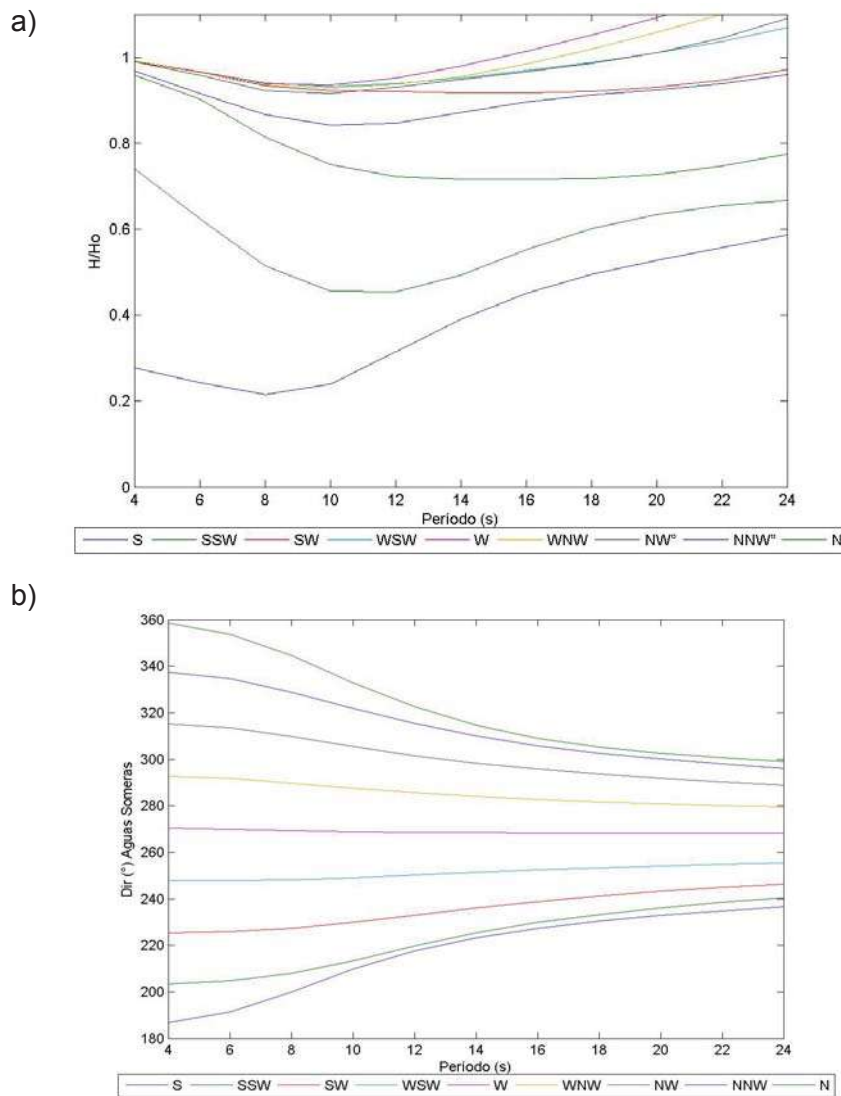
La transferencia de los 99 casos de una ola de altura significativa de 1 m para periodos entre 4 y 24 s (cada 2 s) y desde direcciones de procedencia desde los 180° a los 360° cada 22,5°, muestran que el oleaje a medida que se aproxima va reduciendo su altura (Figura 2.5-166) sufriendo los mayores cambios en altura y dirección en la costa, principalmente en bahías y puntas.

Figura 2.5-166. Propagación de una Ola con los Sigüientes Parámetros a) $H_{mo} = 1$ m, $T_p = 12$ s y $DPK = 225^\circ$; b) $H_{mo} = 1$ m, $T_p = 12$ s y $DPK = 270^\circ$; y c) $H_{mo} = 1$ m, $T_p = 12$ s y $DPK = 315^\circ$.



Las funciones de transferencias obtenidas en el punto de fondeo del ADCP (Figura 2.5-167), indican que las olas procedentes del SW, WSW, W, WNW o del NW perderían menos alturas. En tanto que olas de mayores periodos tienden a tener direcciones de propagación en el sector de fondeo del ADCP entre los 240 y 300° .

Figura 2.5-167. Coeficientes de Transformación desde Aguas Profundas al Punto de Fondeo del ADCP en Sector km 14. a) Altura Significativa y b) Dirección de Procedencia



2.5.4.6.2.3. Clima de Oleaje Extremo

Para la determinación de los eventos extremos, se buscaron las tormentas extremas de las siguientes procedencias: S (157,5 a 202,5°), SW (202,5 a 247,5°), W (247,5 a 292,5°) y NW (292,5 a 337,5°). A continuación, se presenta el análisis para cada rango de dirección de procedencia y los resultados obtenidos de la estimación de la altura significativa para períodos de retorno de 1, 2, 5, 25, 50 y 100 años.

- **Oleaje del S**

Los eventos extremos de esta dirección de la base de datos de olas utilizado (Tabla 2.5-178) tienen períodos peaks entre 11,40 y 19,35 s, con un período peak promedio de 12,87 s, y una dirección promedio de procedencia de los 195°, las que por su periodo corresponden a oleaje remoto o *Swell*.

Se realizó un análisis preliminar para determinar si las alturas significativas extremas se aproximan mejor a una distribución Weibull o a la distribución Gumbel, para lo cual se utilizó la rutina Matlab WAFO. De acuerdo con el análisis (

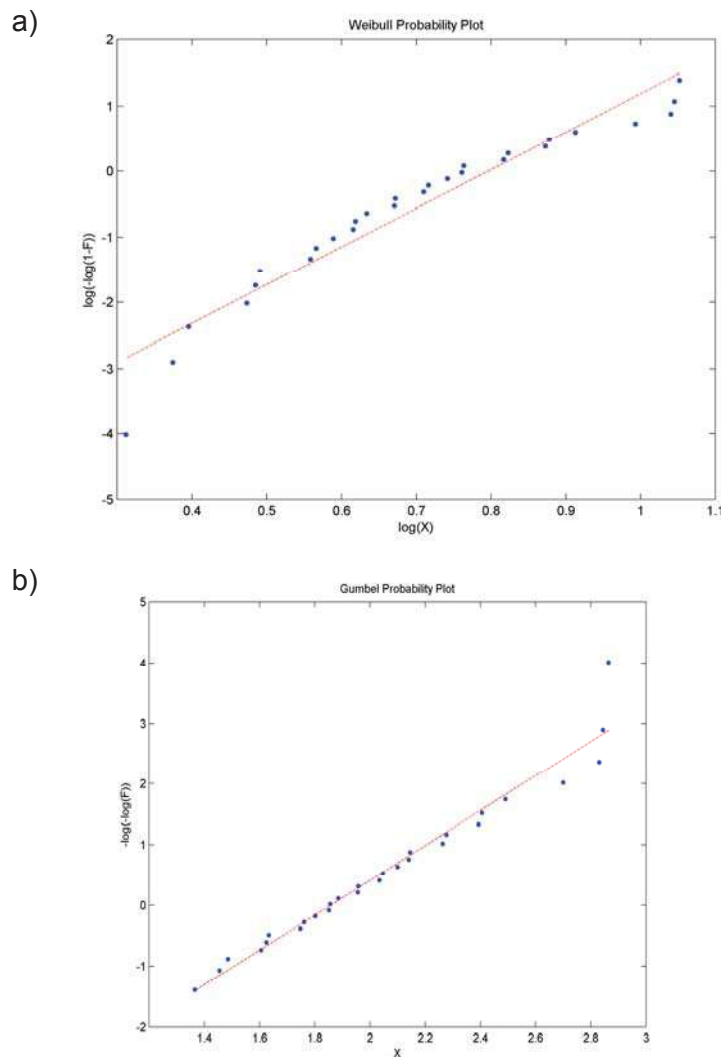
Figura 2.5-168), se obtuvo que los datos se ajustan mejor a la distribución Gumbel, aún cuando en ambas distribuciones los datos extremos presentan una mayor dispersión en el caso mostrado. En los otros rangos de dirección, la distribución Gumbel se ajusta mejor que la Weibell, por lo que se decidió utilizar la distribución Gumbel.

Tabla 2.5-178. Listado de Eventos Extremos del S en el Área de Estudio

Fecha	Hm0 (m)	Tp (s)	MWD
23-07-2009 06:00	2,86	19,05	195
12-10-2003 06:00	2,84	14,01	195
28-08-1997 00:00	2,83	15,50	195
17-08-1980 03:00	2,70	14,01	195
26-05-2002 12:00	2,49	12,64	195
31-05-1991 12:00	2,41	12,64	195
25-07-1995 06:00	2,39	12,64	195
22-05-2008 06:00	2,28	12,64	195
30-06-1987 00:00	2,26	11,40	195
02-08-1986 21:00	2,15	14,01	195
20-08-1996 03:00	2,14	12,64	195
03-08-1999 06:00	2,10	14,01	195
23-08-1989 21:00	2,05	11,40	195
04-05-2005 06:00	2,03	11,40	195
04-09-1990 18:00	1,96	15,50	195
24-08-1981 12:00	1,96	12,64	195
22-08-2000 06:00	1,88	11,40	195
18-07-2001 09:00	1,86	11,40	195
25-06-2006 12:00	1,85	12,64	195
23-05-1998 00:00	1,80	11,40	195
10-09-1984 09:00	1,76	11,40	195
20-07-1982 15:00	1,75	11,40	195
30-09-1994 18:00	1,63	11,40	195
30-03-1992 00:00	1,62	12,64	195
02-07-2007 03:00	1,61	12,64	195

Fecha	Hm0 (m)	Tp (s)	MWD
01-09-2004 03:00	1,48	12,64	195
07-06-1988 09:00	1,45	12,64	195
16-09-1983 12:00	1,37	12,64	195
Promedio		12,87	195

Figura 2.5-168. Ajuste de los Eventos Extremos a las Distribuciones a) Weibulll y b) Gumbel



Por medio del análisis de valores extremos, utilizando la distribución Gumbel, se estimaron las alturas significativas (Hm0) y sus límites de confianza al 95% para los períodos de retorno (Figura 2.5-169 y Tabla 2.5-179). Para 100 años de retorno se estimó una altura significativa de 3,39 m con un límite superior de 4,02 m.

Figura 2.5-169. Análisis de Valores Extremos del S para los Períodos de Retorno en Aguas Profundas

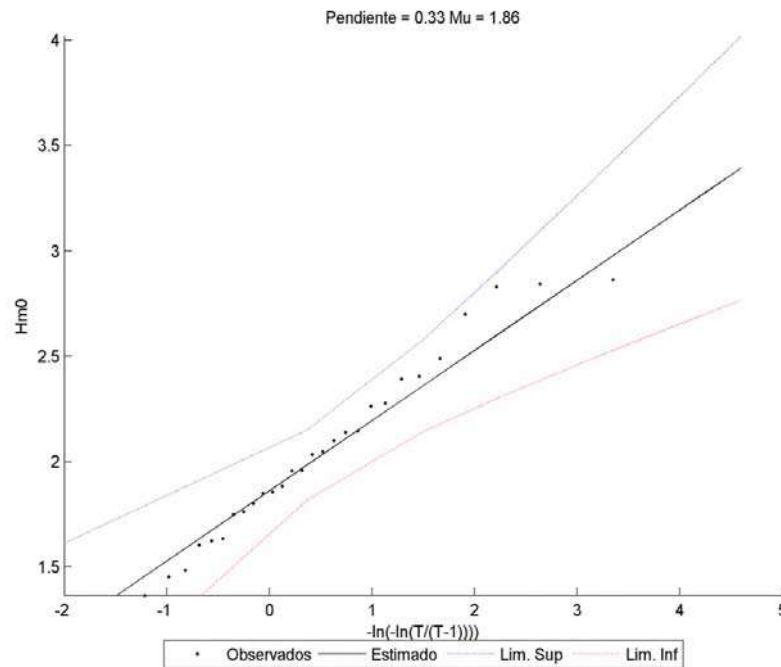


Tabla 2.5-179. Alturas Significativas Estimadas y Límites de Confianza para los Periodos de Retorno

Período de Retorno (años)	Hm0 (m)		
	Limite Inferior	Estimado	Limite Superior
5	2,14	2,36	2,58
10	2,31	2,61	2,91
25	2,50	2,93	3,36
50	2,63	3,16	3,69
100	2,77	3,39	4,02

- **Oleaje del SW**

Los eventos extremos de esta dirección (Tabla 2.5-180), de acuerdo con la base de datos de olas analizada, tienen periodos entre 14,01 y 19,01 s, con un período promedio de 15,89 s, y una dirección de procedencia promedio de los 231,96°, las que por su periodo y dirección corresponden a oleaje remoto o *Swell*. En el análisis de valores extremos utilizando la distribución Gumbel, se estimó una altura significativa para el periodo de retorno de 100 años de 5,29 m, con un límite superior de 5,75 m (Tabla 2.5-181 y Figura 2.5-170).

Tabla 2.5-180. Listado de Eventos Extremos en el Nodo del SW

Fecha	Hm0 (m)	Tp (s)	MWD°
26-07-1987 09:00	5,28	15,50	225
01-11-2006 15:00	4,80	17,18	240
19-05-1986 18:00	4,61	15,50	225
23-08-2003 18:00	4,56	15,50	240
22-06-1997 18:00	4,54	15,50	225
15-07-1983 12:00	4,53	17,18	240
20-05-1981 00:00	4,47	17,18	240
03-09-2001 12:00	4,46	17,18	240
06-07-2009 18:00	4,43	15,50	225
21-11-1988 21:00	4,35	15,50	225
03-05-2002 06:00	4,31	19,05	240
06-09-2007 06:00	4,30	15,50	225
11-09-2005 21:00	4,28	14,01	240
21-06-1998 15:00	4,26	17,18	225
27-05-1985 00:00	4,24	15,50	225
15-08-1995 00:00	4,24	15,50	240
06-07-1984 09:00	4,20	14,01	225
15-10-1990 21:00	4,19	15,50	240
19-06-1994 06:00	4,17	15,50	225
08-08-2008 00:00	4,17	17,18	240
24-06-2004 00:00	4,08	15,50	225
17-05-1982 21:00	4,06	15,50	225
08-10-1989 21:00	4,05	17,18	240
12-05-1980 03:00	4,02	15,50	240
08-03-1999 06:00	3,98	17,18	240
23-08-1992 15:00	3,96	15,50	225
29-05-1996 09:00	3,83	15,50	225
26-07-1991 09:00	3,83	15,50	225
09-05-1993 00:00	3,76	15,50	240
06-06-2000 18:00	3,65	14,01	225
Promedio		15.89	231.96

Figura 2.5-170. Análisis de Valores Extremos del SW para los Períodos de Retorno en Aguas Profundas

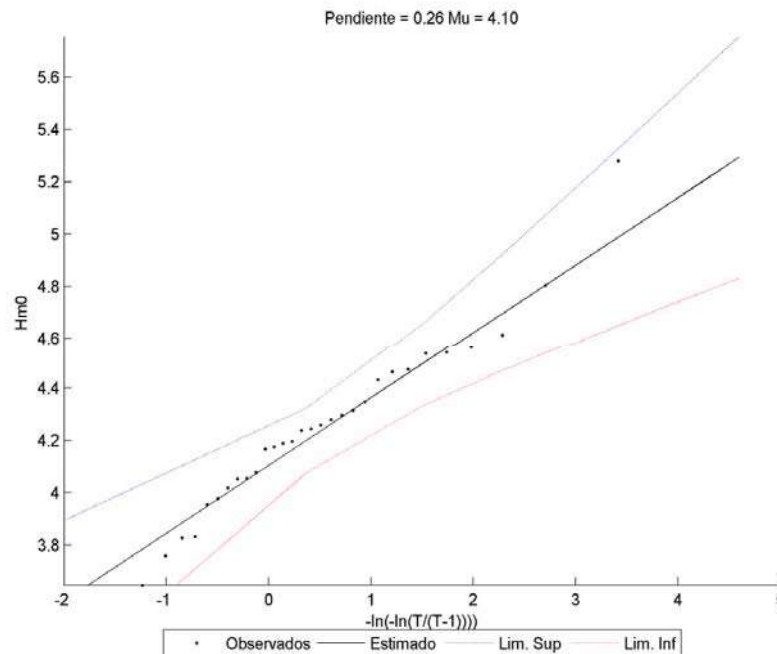


Tabla 2.5-181. Alturas Significativas Estimadas y Límites de Confianza para los Períodos de Retorno

Período de Retorno (años)	Hm0 (m)		
	Límite Inferior	Estimado	Límite Superior
5	4,33	4,49	4,65
10	4,46	4,69	4,91
25	4,62	4,93	5,25
50	4,73	5,11	5,50
100	4,83	5,29	5,75

- **Oleaje del W**

Los eventos extremos para este oleaje, de acuerdo a la base de datos de olas (Tabla 2.5-182), tienen períodos entre 6,85 y 19,05 s, con un período promedio de 12,20 s y una dirección promedio de 256,07°, las que por su período y dirección corresponden a oleaje del tipo Sea (períodos entre 4 a 8 s) y a oleaje *Swell* (períodos entre 10 y 25 s). En el análisis de valores extremos de la base de datos analizada, utilizando la distribución Gumbel, se estimó una altura significativa de 6,14 m para 100 años de retorno, con un límite superior de 7,31 m (Tabla 2.5-183 y Figura 2.5-171).

Tabla 2.5-182. Listado de Eventos Extremos del W

Fecha	Hm0 (m)	Tp (s)	MWD°
23-04-2004 09:00	3,70	14,01	255
24-04-2001 21:00	3,62	15,50	255
16-09-2006 00:00	3,61	19,05	255
03-07-2002 15:00	3,48	8,40	255
31-01-2005 15:00	3,46	8,40	255
09-07-2007 12:00	3,44	14,01	255
02-11-1985 21:00	3,39	9,26	255
09-09-2003 03:00	3,31	14,01	255
29-05-2008 18:00	3,30	17,18	255
27-02-1983 09:00	3,29	10,29	255
24-06-2009 12:00	3,25	15,50	255
06-11-1990 06:00	3,22	14,01	255
05-11-1992 00:00	3,17	14,01	255
05-08-1995 12:00	3,15	14,01	255
03-08-1988 12:00	3,11	12,64	255
23-10-1991 21:00	3,02	10,29	255
07-12-1999 18:00	3,02	10,29	255
12-09-1987 09:00	2,99	17,18	255
18-07-1997 12:00	2,93	15,50	255
02-06-1989 18:00	2,88	17,18	255
03-04-1982 00:00	2,84	15,50	255
26-10-1984 03:00	2,80	6,85	270
03-11-1986 00:00	2,79	6,85	255
15-09-2000 03:00	2,76	6,85	270
15-08-1981 21:00	2,71	15,50	255
01-12-1998 21:00	2,71	10,29	255
02-07-1980 06:00	2,65	12,64	255
05-04-1993 18:00	2,55	10,29	255
09-09-1996 09:00	2,52	14,01	255
24-10-1994 12:00	2,51	9,26	255
01-01-2010 00:00	1,64	11,40	255
Promedio		12,20	256,07

Figura 2.5-171. Análisis de Valores Extremos del W para los Períodos de Retorno en Aguas Profundas

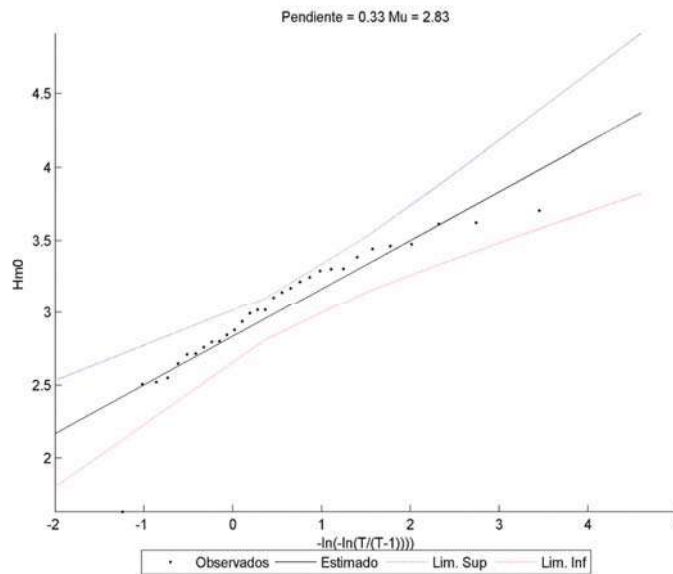


Tabla 2.5-183. Alturas Significativas Estimadas y Límites de Confianza para los Períodos de Retorno

Período de Retorno (años)	Hm0 (m)		
	Límite Inferior	Estimado	Límite Superior
5	4,05	4,45	4,86
10	4,30	4,86	5,43
25	4,58	5,38	6,18
50	4,78	5,76	6,75
100	4,97	6,14	7,31

- Oleaje del NW**

Para este rango de direcciones no se pudo hacer el análisis ya que sólo se registraron cinco eventos, los que además presentan alturas significativas bajas (<3 m), por lo que no se realizó con esta base el análisis de eventos extremos (Tabla 2.5-184).

Tabla 2.5-184. Listado de Eventos Extremos del NW

Fecha	Hm0 (m)	Tp (s)	MWD°
19-08-2002 15:00	2,35	5,56	300
01-09-1983 03:00	2,35	5,56	315
27-09-1984 03:00	2,08	5,56	300
07-10-1991 03:00	1,85	5,03	300
27-08-2000 12:00	1,47	5,03	300

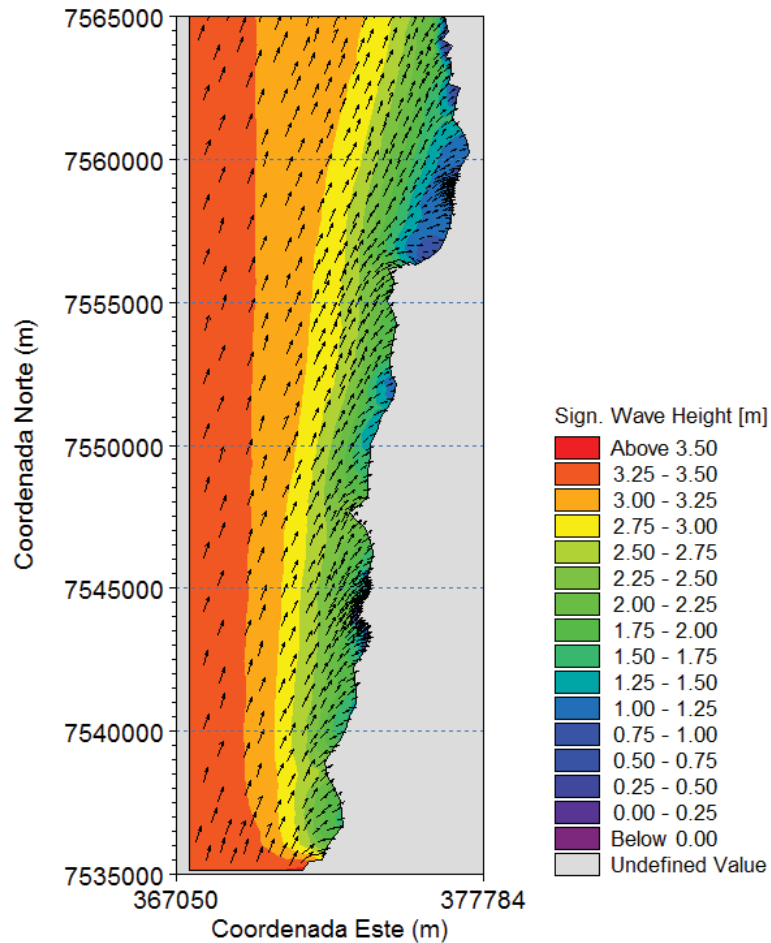
2.5.4.6.2.4. Transferencia Oleaje Extremo a Aguas Someras

Los resultados de las estimaciones del oleaje extremo de los periodos de retorno obtenidos en el punto anterior, fueron transferidos a la zona de estudio por medio del modelo MIKE 21 SW, por medio de la malla flexible previamente creada. Los resultados se presentan a continuación.

- **Oleaje Extremo del S**

Al propagar el oleaje extremo para los distintos períodos de retorno, se obtuvieron alturas significativas en la posición de fondeo de los ADCP. En la Figura 2.5-172 se muestra la propagación del oleaje oceánico extremo de un periodo de retorno de 100 años, observándose como a medida que el oleaje se aproxima a la costa se va reduciendo la altura significativa.

Figura 2.5-172. Propagación de la Ola Extrema del S con Periodo de 12,87 s y una Altura Significativa de 3,39 m, correspondiente a un Período de Retorno de 100 Años, en el Área de Estudio



En la posición en la que se fondeó el ADCP, se obtuvo para el período de retorno de 100 años una altura significativa de 2,27 m (Tabla 2.5-185), con límites inferior y superior de la estimación de 2,27 y 2,67 m, valores que indican que el oleaje extremo que llega desde esta dirección no generaría grandes olas en el sector.

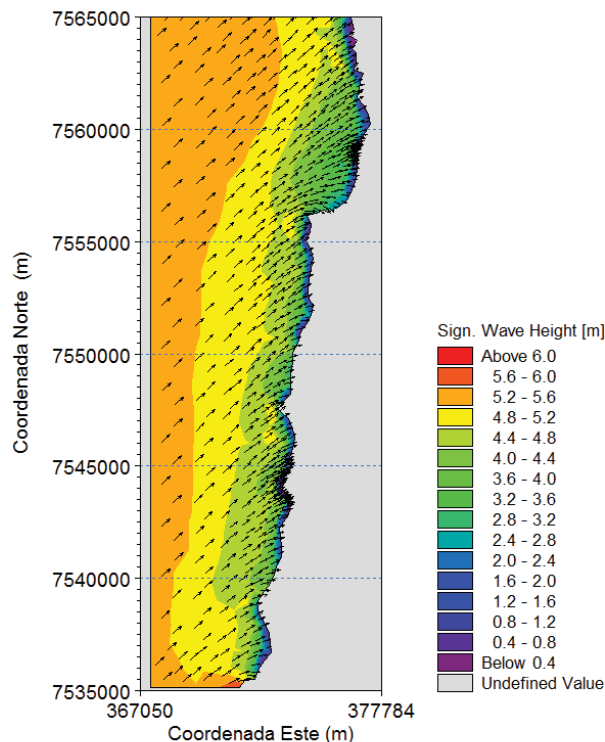
Tabla 2.5-185. Alturas Significativas Estimadas y sus Límites en el ADCP.Sector km 14

Período de Retorno (años)	Hm0 (m)		
	Límite Inferior	Estimado	Límite Superior
5	1,43	1,57	1,71
10	1,54	1,74	1,94
25	1,66	1,94	2,23
50	1,75	2,10	2,45
100	1,84	2,27	2,67

- Oleaje Extremo del SW

Al propagar el oleaje extremo para los distintos períodos de retorno, se obtuvieron alturas significativas en la posición de fondeo de los ADCP. En la Figura 2.5-173 se muestra la propagación del oleaje oceánico extremo de un periodo de retorno de 100 años, observándose como a medida que el oleaje se aproxima a la costa se va reduciendo la altura significativa.

Figura 2.5-173. Propagación de la Ola Extrema del SW con Periodo de 15,89 s y una Altura Significativa de 5,29 m, correspondiente a un Período de Retorno de 100 Años



En la posición en la que se fondeo el ADCP se obtuvo para el período de retorno de 100 años una altura significativa de 4,35 m (Tabla 2.5-186), con límites inferior y superior de la estimación

de 4,18 y 4,62 m. Al comparar la ola propagada de 5,29 m del periodo de retorno de 100 años con la obtenida en el punto de fondeo del ADCP (4,35 m), se obtiene que esta ola se redujo en altura en un 17,8%.

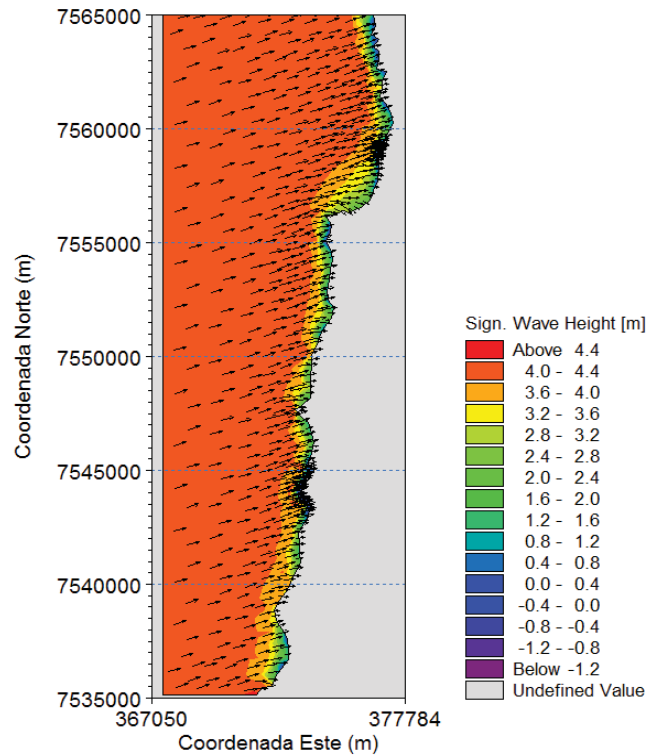
Tabla 2.5-186. Alturas Significativas Estimadas y sus Límites en el ADCP. Sector km 14.

Período de Retorno (años)	Hm0 (m)		
	Límite Inferior	Estimado	Límite Superior
5	3,88	3,99	4,09
10	3,97	4,11	4,15
25	4,07	4,15	4,32
50	4,13	4,23	4,48
100	4,18	4,35	4,62

- **Oleaje Extremo del W**

Al propagar el oleaje extremo para los distintos períodos de retorno, se obtuvieron alturas significativas en la posición de fondeo de los ADCP para este oleaje. En la Figura 2.5-174 se muestra la propagación del oleaje oceánico extremo de un periodo de retorno de 100 años, observándose como a medida que el oleaje se aproxima a la costa, se va reduciendo la altura significativa.

Figura 2.5-174. Propagación de la Ola Extrema del W con Periodo de 12,20 s y una Altura Significativa de 6,14 m, correspondiente a un Período de Retorno de 100 Años



En la posición en la que se fondeó el ADCP, se obtuvo para el período de retorno de 100 años una altura significativa de 3,95 m (Tabla 2.5-187), con límites inferior y superior de la estimación de 3,55 y 4,16 m. Al comparar la ola propagada de 5,29 m del periodo de retorno de 100 años con la obtenida en el punto de fondeo del ADCP (3,95 m), se obtiene que esta ola se redujera en altura en un 35,7%.

Tabla 2.5-187. Alturas Significativas Estimadas y sus Límites en el ADCP. Sector km 14

Período de Retorno (años)	Hm0 (m)		
	Límite Inferior	Estimado	Límite Superior
5	2,96	3,13	3,30
10	3,11	3,35	3,57
25	3,30	3,61	3,88
50	3,42	3,79	4,06
100	3,55	3,95	4,16

2.5.4.6.2.5. Clima de Oleaje Operacional

Con los resultados de las transferencias desde agua profunda se obtuvo el oleaje operacional en el sector de interés para el periodo de 1980 al 2010. Oleaje operacional que se presenta a continuación.

El oleaje operacional en el sector donde se fondeó el ADCP muestra olas (Figura 2.5-175) con altura significativas que en el tiempo tienden a ser menores a 3,0 m, con periodos peak entre 10 y 17 s y direcciones de procedencia del 210 al 250°. Las tablas de incidencia (Tabla 2.5-188 y Tabla 2.5-189) por su parte indican que el oleaje dominante está en el rango de 1,5 y 2,0 m (36,47%) de altura significativa, con periodos peak entre 14 y 16 s (43.6%) proveniente del WSW (55,93%) y del SW (42,06%).

Figura 2.5-175. Serie de Tiempo de los Parámetros de Oleaje: Dirección del Peak (Panel Superior), Período Peak (Panel Intermedio) y Altura Significativa (Panel Inferior). Sector km 14

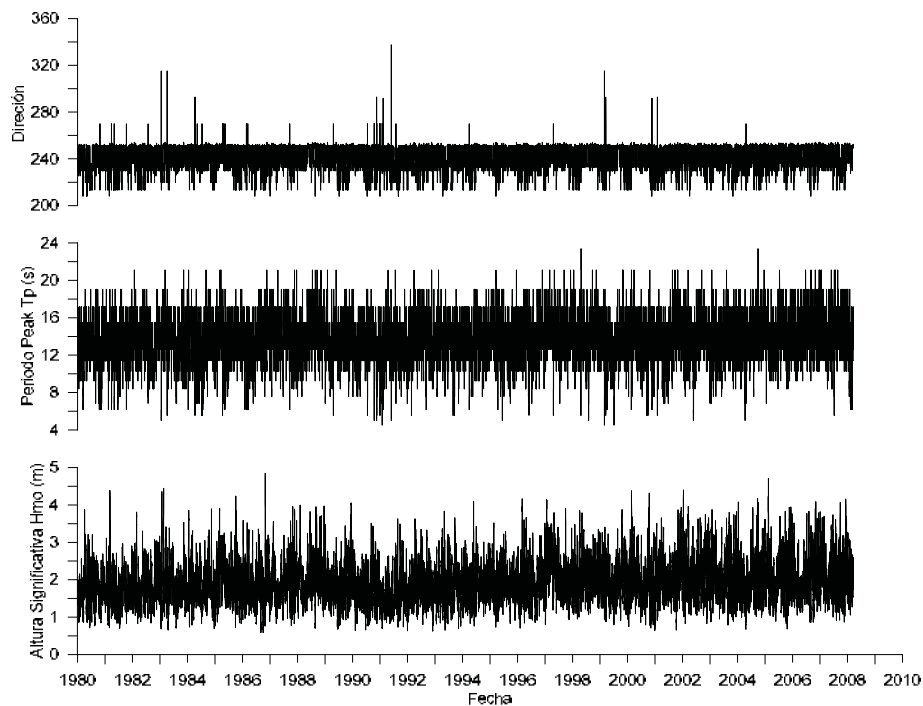


Tabla 2.5-188. Tabla de Incidencia Hmo v/s Tp en Aguas Someras. Sector km 14

Hmo (m)	Periodo												Total	Frecuencia Relativa (%)	Excedencia	
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24				
0,0-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
0,5-1,0	0	0	6	69	65	583	455	407	27	12	0	0	1624	1,97	100,00	
1,0-1,5	0	0	23	196	814	4823	5230	4867	535	101	18	1	16608	20,15	98,03	
1,5-2,0	0	0	49	261	1332	6219	9436	11237	1157	331	47	0	30069	36,47	77,88	
2,0-2,5	0	0	8	189	472	2649	5313	11637	1243	312	40	0	21863	26,52	41,41	
2,5-3,0	0	0	0	70	111	549	1330	5572	861	200	22	1	8716	10,57	14,89	
3,0-3,5	0	0	0	4	54	69	197	1759	515	92	13	0	2703	3,28	4,32	
3,5-4,0	0	0	0	0	3	8	12	406	241	63	2	0	735	0,89	1,04	
4,0-4,5	0	0	0	0	0	0	0	51	43	12	0	0	106	0,13	0,15	
4,5-5,0	0	0	0	0	0	0	0	9	5	0	0	0	14	0,02	0,02	
> 5,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
Total	0	0	86	789	2851	14900	21973	35945	4627	1123	142	2	82438			
Frec (%)	0,00	0,00	0,10	0,96	3,46	18,07	26,65	43,60	5,61	1,36	0,17	0,00				
Excedencia	100,00	100,00	100,00	99,90	98,94	95,48	77,41	50,75	7,15	1,54	0,17	0,00				

Tabla 2.5-189. Tabla de Incidencia Hmo v/s DPK en Aguas Someras. Sector km 14

Dirección	Altura significativa Hmo (m)											Total	Frecuencia Relativa(%)	Excedencia
	0,0-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	>5,0			
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
NNE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
SSW	0	394	887	260	7	0	0	0	0	0	0	1548	1,88	100,00
SW	0	936	8589	12930	8451	2979	614	142	25	9	0	34675	42,06	98,12
WSW	0	280	7118	16851	13371	5719	2089	593	81	5	0	46107	55,93	56,06
W	0	14	11	20	26	18	0	0	0	0	0	89	0,11	0,13
WNW	0	0	1	6	7	0	0	0	0	0	0	14	0,02	0,02
NW	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4	0,00	0,01
NNW	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,00	0,00
Total	0	1624	16608	30069	21863	8716	2703	735	106	14	0	82438		
Frec. (%)	0,00	1,97	20,15	36,47	26,52	10,57	3,28	0,89	0,13	0,02	0,00			
Excedencia	100,00	100,00	98,03	77,88	41,41	14,89	4,32	1,04	0,15	0,02	0,00			

2.5.4.6.3. Mediciones in situ

Del procesamiento de los datos espectrales se obtuvieron los siguientes parámetros: altura significativa, periodo peak del oleaje y dirección del periodo peak; para los siguientes rangos de periodos: 4 a 25 s (total), 4 a 8 s correspondiente al oleaje denominado “Sea”, y 10 a 25 s correspondiente al rango denominado “Swell”.

Las series de tiempo (Figura 2.5-176) generadas para todo el rango de períodos (4 a 25 s), muestran un predominio de olas con alturas significativas bajo el metro y medio, con direcciones del periodo peak del WSW y periodos peak que varían entre 8 y 18 s. El análisis por *Sea* y *Swell* (Figura 2.5-177) indican que la altura significativa corresponde a oleaje del tipo *Swell* proveniente del WSW; en tanto, el oleaje del tipo *Sea* presentó alturas significativas que no superaron, en general, el metro de altura, con dos eventos en que se superó dicha altura. Sus períodos peak tendieron a ser cercanos a los 8 s, presentándose algunas olas con períodos peak menores, y sus direcciones de procedencia en promedio es del SW.

Las tablas de incidencias (Tabla 2.5-190 y Tabla 2.5-191) indican que predominan en el registro las olas con alturas significativas entre 1,5 y 2,0 m con periodos peak entre 12 y 14 s provenientes del WSW.

Figura 2.5-176. Serie de Tiempo de Dirección del Peak Espectral (Panel Superior), Periodos Peak (Panel Medio) y Altura Significativa (Panel Inferior) para el Rango 4 a 25 s (Línea Azul), Sea (Línea Roja) y Swell (Línea Verde). Sector km 14

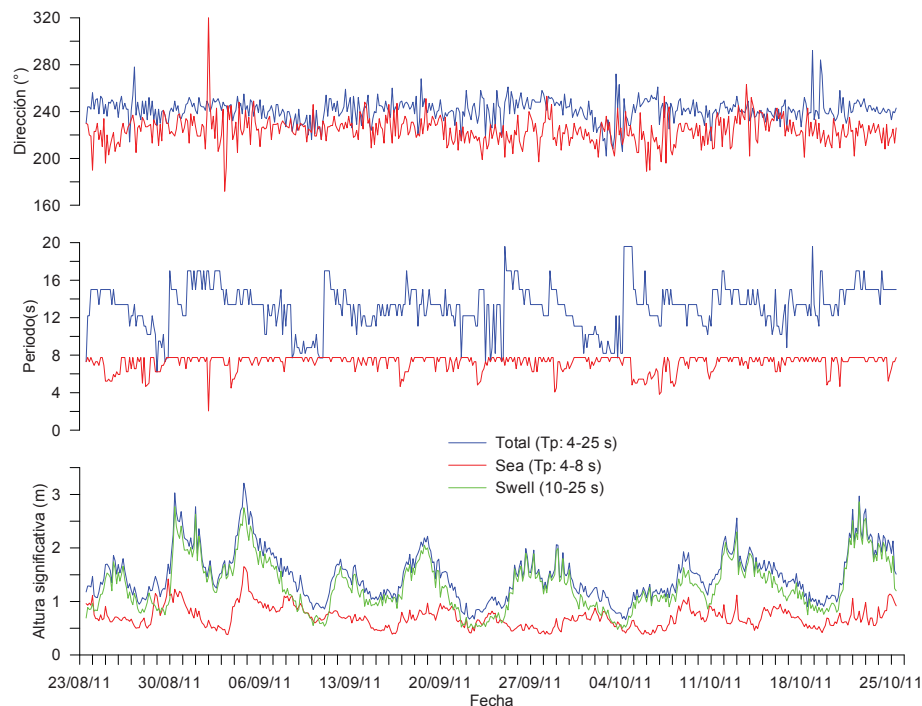


Figura 2.5-177. Distribución de las Alturas Significativas por Dirección del Periodo Peak de Acuerdo con el Rango del Periodo Peak 4 a 25 s (Puntos Azules), Sea (Puntos Rojos) y Swell (Puntos Verdes). Sector km 14

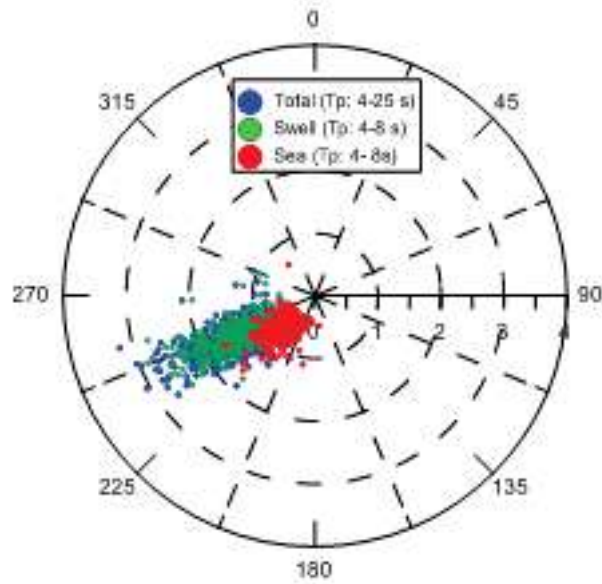


Tabla 2.5-190. Tabla de Incidencia Hmo v/s Tp del Registro del ADCP. Sector km 14

Hmo (m)	Periodo												Total	Frecuencia Relativa (%)	Excedencia	
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24				
0,0-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
0,5-1,0	0	0	0	8	11	3	21	4	4	7	0	0	58	11,51	100,00	
1,0-1,5	0	0	0	5	23	44	102	29	12	1	0	0	216	42,86	88,49	
1,5-2,0	0	0	0	2	0	11	88	49	11	0	0	0	161	31,94	45,63	
2,0-2,5	0	0	0	0	0	1	18	23	9	0	0	0	51	10,12	13,69	
2,5-3,0	0	0	0	0	0	0	5	8	2	0	0	0	15	2,98	3,57	
3,0-3,5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0,60	0,60	
3,5-4,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
4,0-4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
4,5-5,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
5,0-5,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
5,5-6,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
>6,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
Total	0	0	0	15	34	59	234	116	38	8	0	0	504			
Frec (%)	0,00	0,00	0,00	2,98	6,75	11,71	46,43	23,02	7,54	1,59	0,00	0,00				
Excedencia	100,00	100,00	100,00	100,00	97,02	90,28	78,57	32,14	9,13	1,59	0,00	0,00				

Tabla 2.5-191. Tabla de Incidencia Hmo v/s DPK del Registro del ADCP. Sector km 14

Dirección	Altura significativa Hmo (m)													Total	Frecuencia Relativa (%)	Excedencia
	0,0-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	>6,0			
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
NNE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
SSW	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,60	100,00
SW	0	23	53	31	5	1	0	0	0	0	0	0	0	113	22,42	99,40
WSW	0	29	157	129	45	14	3	0	0	0	0	0	0	377	74,80	76,98
W	0	3	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1,79	2,18
WNW	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,40	0,40
NW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
NNW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Total	0	58	216	161	51	15	3	0	0	0	0	0	0	504		
Frec (%)	0,00	11,51	42,86	31,94	10,12	2,98	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Excedencia	100,00	100,00	88,49	45,63	13,69	3,57	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			

2.5.4.6.3.1. Validación del Estudio de Oleaje

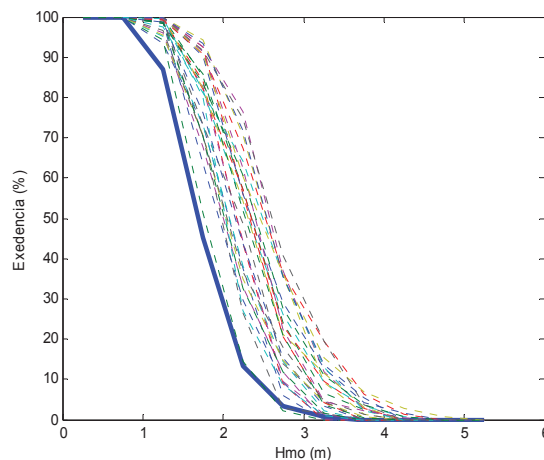
La validación se realiza comparando el oleaje transferido al lugar de fondeo del ADCP y el registro de este instrumento. Los valores promedio de las alturas significativas (Tabla 2.5-192) indican que los datos transferidos al punto tienden a ser más altos, aunque presenta una variabilidad semejante, mientras que los periodos presentan valores similares en el promedio y la desviación estándar, difiriendo en los valores extremos. En las direcciones de procedencia del periodo peak también hay una buena concordancia entre los datos.

La comparación de las curvas de excedencia (Figura 2.5-178) muestra una buena similitud en la forma de la curva, aunque para igual altura significativa, el porcentaje de excedencia de las mediciones *in situ* es menor que el obtenido por medio del *hindcasting* para igual periodo en los distintos años. Las diferencias obtenidas en la altura significativa del orden de 50 cm en los valores promedios, así como en las curvas de excedencia, puede deberse a varios factores; uno de éstos es que existan cambios batimétricos que requieran una mejor representación, para lo cual sería necesario realizar una nueva batimetría exploratoria.

Tabla 2.5-192. Comparación de los Principales Estadísticos obtenidos del Registro de Mediciones y los Datos Transferidos al Sector de Estudio

Estadístico	Altura Hmo (m)		Periodo Tp (s)		DPK (°)	
	Mediciones	Hindcasting	Mediciones	Hindcasting	Mediciones	Hindcasting
Promedio	1,5	2,0	13,1	13,5	241,4	242,0
Máximo	3,2	4,7	19,6	23,4	292,0	315,1
Mínimo	0,7	0,7	6,2	4,5	202,0	208,0
Desv. Estándar	0,5	0,6	2,4	2,2	9,7	10,5

Figura 2.5-178. Comparación de las Curvas de Excedencia para las Mediciones y el Oleaje Transferido. Línea Azul Continua corresponde a las Mediciones *in situ* y Líneas Discontinuas al *Hindcasting*



2.5.4.6.3.2. Oleaje de Largo Período

Como se indicó en el procesamiento de las mediciones *in situ*, se realizó un segundo análisis de forma de poder separar el oleaje bajo y sobre los 30 s, correspondiendo este último al oleaje sobre los 30 s hasta los 300 s (oleaje de largo período), que es relevante en obras portuarias. Las series de tiempo (Figura 2.5-179) muestran que durante el periodo de mediciones predominaron las olas de largo periodo de alturas significativas, entre 2 y 6 cm de altura, con periodos que fluctuaron entre 30 y 80 s y con procedencias de todas las direcciones sin un aparente dominio de una dirección. Las tablas de incidencia (Tabla 2.5-193 y Tabla 2.5-194) indican que las olas de largo periodo de alturas significativas, entre 4 y 6 cm, predominan con el 54,72% de las observaciones; que los períodos peak dominantes están entre los 80 y 90 s (37,47%); seguido de los periodos entre 30 y 40 s (32,61%). Como se indicó previamente, la situación en la dirección de procedencia de este oleaje es variable, aun así el oleaje del SSW y SW concentra el 14,09 y 12,50%, respectivamente, de las observaciones.

Figura 2.5-179. Serie de Tiempo de Dirección del Peak Espectral (Panel Superior), Periodos Peak (Panel Medio) y Altura Significativa (Panel Inferior) del Oleaje de Largo Período

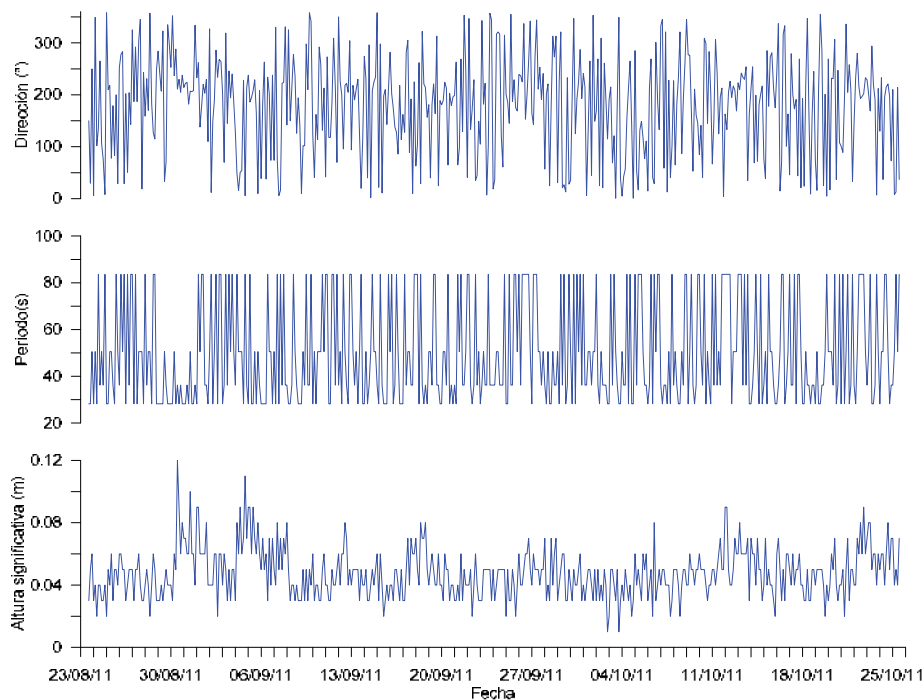


Tabla 2.5-193. Tabla de Incidencia Hmo v/s Tp de Largo Período del Registro del ADCP

Hmo (m)	Periodo							Total	Frecuencia Relativa (%)	Excedencia
	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	>90			
0,0-0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	100,00
0,02-0,04	21	0	20	0	0	9	0	50	13,48	100,00
0,04-0,06	64	0	57	0	0	82	0	203	54,72	86,52
0,06-0,08	32	0	28	0	0	35	0	95	25,61	31,81
0,08-0,10	3	0	5	0	0	12	0	20	5,39	6,20
0,10-0,12	0	0	1	0	0	1	0	2	0,54	0,81
>0,12	1	0	0	0	0	0	0	1	0,27	0,27
Total	121	0	111	0	0	139	0	371		
Frec, (%)	32,61	0,00	29,92	0,00	0,00	37,47	0,00			
Excedencia	100,00	67,39	67,39	37,47	37,47	37,47	0,00			

Tabla 2.5-194. Tabla de Incidencia Hmo v/s DPK de Largo Periodo del Registro del ADCP

Dirección	Hs							Total	Frecuencia Relativa (%)	Excedencia
	0,0-0,02	0,02-0,04	0,04-0,06	0,06-0,08	0,08-0,10	0,10-0,12	>0,12			
N	1	10	16	3	1	1	0	32	6,35	100,00
NNE	0	9	17	5	2	0	0	33	6,55	93,65
NE	0	7	14	7	2	0	0	30	5,95	87,10
ENE	0	2	15	7	1	0	0	25	4,96	81,15
E	0	2	7	3	0	0	0	12	2,38	76,19
ESE	1	6	11	3	0	0	0	21	4,17	73,81
SE	0	9	15	4	2	0	0	30	5,95	69,64
SSE	0	7	12	3	1	0	0	23	4,56	63,69
S	0	9	24	8	2	0	0	43	8,53	59,13
SSW	0	17	28	19	5	1	1	71	14,09	50,60
SW	0	8	27	22	6	0	0	63	12,50	36,51
WSW	0	6	10	9	2	0	0	27	5,36	24,01
W	0	2	17	9	1	0	0	29	5,75	18,65
WNW	0	4	12	5	0	0	0	21	4,17	12,90
NW	0	2	17	4	0	0	0	23	4,56	8,73
NNW	0	3	16	2	0	0	0	21	4,17	4,17
Total	2	103	258	113	25	2	1	504		
Frec. (%)	0,40	20,44	51,19	22,42	4,96	0,40	0,20			
Excedencia	100,00	99,60	79,17	27,98	5,56	0,60	0,20			

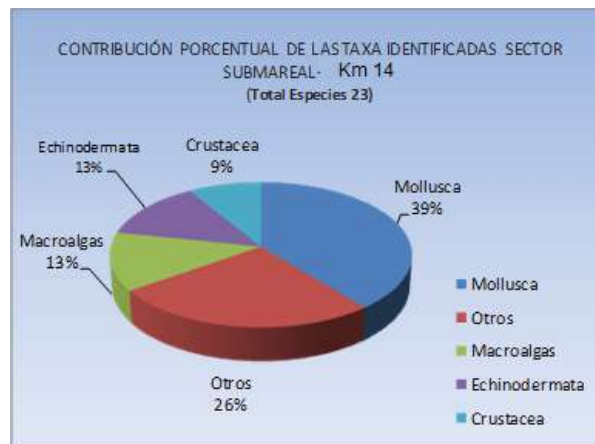
2.5.4.7. Estudio de Comunidades Macro bentónicas

2.5.4.7.1. Estudio de Comunidades Macro bentónicas Submareales de Sustrato Duro

Campaña Invierno

El número de especies totales registradas fue levemente inferior (23 unidades taxonómicas) si se compara con otros estudios realizados (Ecotecnos 2011). A pesar de ello, el grupo Mollusca mantiene su predominio sobre los demás taxa con un 39% del total de especies. En segundo término, destaca la presencia de taxa menores, agrupados en el ítem Otros con un 26%, el que reúne a los grupos Porifera, Cnidaria, Annelida y Urochordata (piure). Le siguen en términos de contribución porcentual, las Macroalgas y los Echinodermata con 13% respectivamente y Crustacea, con dos especies, representando un 9% (Figura 2.5-180).

Figura 2.5-180. Contribución Porcentual de las Taxa Identificadas en las Transectas Submareales de Fondos Duros. Sector km 14. Septiembre, 2011



El sector de estudio se caracterizó por el predominio de sustrato duro con una alta ocurrencia de la macroalga conocida como huiro palo, *Lessonia trabeculata*, formando en algunos sectores densos *huirales*. Esta alga es considerada recurso pesquero y es frecuentemente explotada por pescadores artesanales en otras localidades del país. Se aprecia, además, el predominio en cobertura del alga crustosa calcárea *Mesophyllum* sp. y especies de algas incrustantes como *Hildenbrandia* sp.; además de la ocurrencia de dos especies de esponjas (*Halichondria* sp y *Clionopsis platei*) y especies de cirripedios como *Balanus laevis*.

El sector presenta agregaciones de gasterópodos como *Tegula tridentata*; y en grietas o cavidades con arena, se registran especies de *Turritella cingulata*. Destaca además, la ocurrencia del depredador *Heliaster helianthus* (sol de mar) (Tabla 2.5-195).

Se observa la presencia de especies con valor comercial como: *Fissurella nigra* (lapa), agregaciones de *Choromytilus chorus* (choro) y *Pyura chilensis* (piure). Además de las

especies nombradas, se observa *Loxechinus albus* (erizo rojo), aunque está presente en bajos niveles de ocurrencia.

Tabla 2.5-195. Listado Taxonómico de las Especies Registradas en las Transectas Submareales, emplazadas en el Sector km 14. Septiembre, 2011

Transectas submareal Sector km 14											Frecuencia de Ocurrencia	
Taxón	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T1 0		T1 1
MACROALGAS												
PHAEOPHYCEAE												
<i>Lessonia trabeculata</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	90,9
RHODOPHYCEAE												
<i>Hildenbrandtia sp.</i>					X		X	X	X	X	X	54,5
<i>Mesophyllum sp.</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	90,9
PORÍFERA												
<i>Halichondria sp</i>				X	X	X		X		X	X	54,5
<i>Clionopsis platei</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	72,7
CNIDARIA												
<i>Phymanthea pluvia</i>				X								9,1
ANNELIDA												
<i>Serpulidae indet</i>				X								9,1
<i>Phragmatopoma moerchi</i>		X		X	X		X					36,4
MOLLUSCA												
<i>Choromytilus chorus</i>					X	X	X		X	X		45,5
<i>Crepidula dilatata</i>				X	X					X		27,3
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>				X	X				X	X	X	45,5
<i>Crucibulum scutellatum</i>					X	X						18,2
<i>Tegula tridentata</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	90,9
<i>Prisogaster niger</i>								X				9,1
<i>Turritella cingulata</i>		X	X	X		X	X	X			X	63,6
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>					X	X	X	X	X	X		54,5
<i>Fissurella nigra</i>					X			X	X	X		36,4
ARTHROPODA												
Crustácea												
<i>Balanus laevis</i>		X	X	X	X	X	X	X	X			72,7
<i>Balanus flosculus</i>						X			X		X	27,3
EQUINODERMATA												
<i>Laxechinus albus</i>								X				9,1
<i>Tetrapigus niger</i>									X			9,1
<i>Heliaster helianthus</i>			X	X	X			X	X	X		54,5

Transectas submareal Sector km 14											Frecuencia de Ocurrencia	
Taxón	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T1 0		T1 1
UROCHORDATA												
<i>Pyura chilensis</i>					X				X	X	X	36,4

El análisis específico por transecta destaca en primer lugar la ausencia de especies de la macrobiota en la transecta T1, debido principalmente a la presencia de sustrato blando.

El sustrato que caracteriza esta transecta está dominado primordialmente por *Mesophyllum* sp., con porcentaje de cobertura que promediaron 14,8%. Junto a esta alga calcárea, ocurren individuos de *Lessonia trabeculata*, con una densidad promedio de 1,9 ind/0,25m² (Fotografía 2.5-22).

Destaca la presencia de dos estaciones (E7, E8) con presencia de *Tegula tridentata* con una densidad promedio 6,9 ind/0,25m² (Tabla 2.5-197).

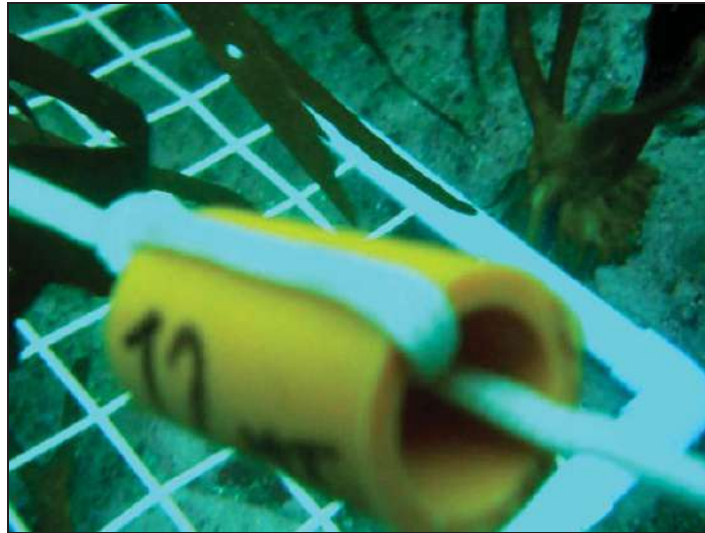
Tabla 2.5-196. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T2. Sector km 14. Septiembre, 2011

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxón	CV-T2										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
RHODOPHYCEAE												
<i>Mesophyllum</i> sp.	16	18	9	28	27	24		2	24		14,8	
MACROFAUNA												
POLYCHAETA												
<i>Phragmatopoma</i> sp.							41				4,1	
CRUSTÁCEA												
<i>Balanus laevis</i>									2	4	0,6	

Tabla 2.5-197. Abundancia (ind/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T2. Sector km 14. Septiembre, 2011

Abundancia (Ind/0,25 m ²) Taxón	CV-T2										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>	2	1	4	2	3	1		3	2	1	1,9
MACROFAUNA											
MOLLUSCA											
<i>Turritella cingulata</i>							15	10			2,5
<i>Tegula tridentata</i>							39	30			6,9

Fotografía 2.5-22. Disco de *Lessonia trabeculata* y *Mesophyllum* sp. en la Transecta CV-T2



La transecta CV-T3 (Tabla 2.5-198 y Tabla 2.5-199) presentó las mismas características que CV-T1, con sustratos dominados por *Mesophyllum* sp. (16,3%) y *Lessonia trabeculata*, con una densidad de 1,1 ind/0,25m². Se registra también en esta transecta a *Heliaster helianthus* (Sol de mar) (Fotografía 2.5-23).

Fotografía 2.5-23. *Heliaster helianthus* en la Transecta CV-T3

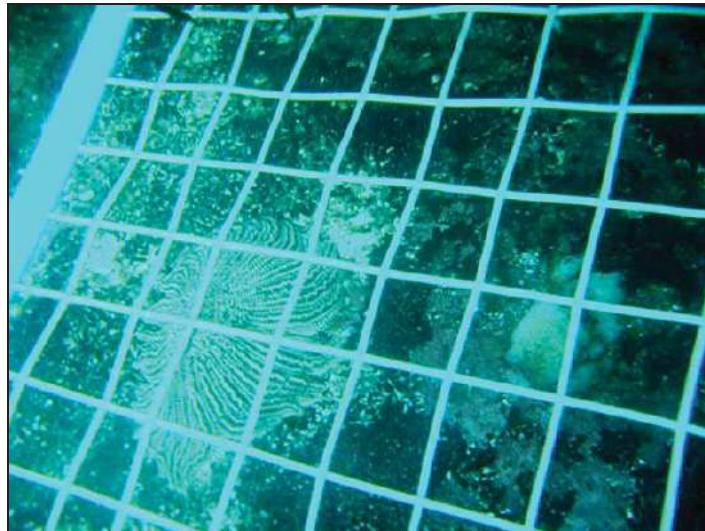


Tabla 2.5-198. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T3.Sector km 14. Septiembre, 2011

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxón	CV-T3										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
RHODOPHYCEAE												
<i>Mesophyllum sp.</i>	85	6	1	13			13	41		4		16,3
MACROFAUNA												
CRUSTÁCEA												
<i>Balanus laevis</i>										2	4	0,6

Tabla 2.5-199. Abundancia (ind/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T3.Sector km 14. Septiembre, 2011

Abundancia (Ind/0,25 m ²) Taxón	CV-T3										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
<i>Lessonia trabeculata</i>	1		2	1	3		2	1	1			1,1
MACROFAUNA												
MOLLUSCA												
<i>Turritella cingulata</i>										3		0,3
<i>Tegula tridentata</i>						9			2			1,1
EQUINODERMATA												
<i>Heliaster helianthus</i>				1								0,1

La transecta CV-T4, por su parte, presentó un incremento en el número de especies en comparación con las dos transectas descritas previamente. En esta transecta se observó porcentajes de cobertura discontinuo de *Mesophyllum sp.* (Tabla 2.5-200).

Se apreció además la ocurrencia, aunque con bajos porcentajes de cobertura, de la esponja *Clionopsis platei* y el poliqueto *Phragmatopoma sp.* (Tabla 2.5-200).

En términos de abundancia, destacó la macroalga parda *Lessonia trabeculata*, con 1,2 ind/0,25m². Cabe destacar que en CV-T4 se apreció una mayor incidencia de moluscos en las cuatro primeras estaciones (Tabla 2.5-200).

La transecta CV-T5, en tanto, presentó agregaciones del mitílido *Choromytilus chorus* (Fotografía 2.5-25), con un promedio de cobertura de 17,1%. En segundo lugar, se mantuvo la alta ocurrencia, aunque con variables niveles de cobertura, de *Mesophyllum sp.* con un promedio de 9%. Se apreció además la alta ocurrencia de *Lessonia trabeculata* con un promedio de 2,1 ind/0,25 m² (Tabla 2.5-202).

Tabla 2.5-200. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T4. Sector km 14. Septiembre, 2011

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxón	CV-T4										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
RHODOPHYCEAE											
<i>Mesophyllum sp.</i>	10	3				1	91	1			10,6
MACROFAUNA											
PORÍFERA											
<i>Halichondria sp.</i>								2			0,2
<i>Clionopsis platei</i>		6		4	2						1,2
POLYCHAETA											
<i>Serpulidae indet</i>								2			0,2
<i>Phragmatopoma sp.</i>				26				8			3,4
CRUSTÁCEA											
<i>Balanus laevis</i>									2		0,2

Tabla 2.5-201. Abundancia (ind/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T4. Sector km 14. Septiembre, 2011

Abundancia (Ind/0,25m ²) Taxón	CV-T4										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>	3	3	1	2	2		1				1,2
MACROFAUNA											
CNIDARIA											
<i>Phymanthea pluvia</i>								1			0,1
MOLLUSCA											
<i>Crepidula dilatata</i>	1										0,1
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	1										0,1
<i>Turritella cingulata</i>	1		2	3				1			0,7
<i>Tegula tridentata</i>		3	1								0,4
EQUINODERMATA											
<i>Heliaster helianthus</i>	1		1								0,2

Tabla 2.5-202. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T5. Sector km 14. Septiembre, 2011

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxón	CV-T5										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
RHODOPHYCEAE											
<i>Mesophyllum sp.</i>	4	15	1	13	7	9	7	2		32	9
<i>Hildenbrandtia sp.</i>				1	1						0,2
MACROFAUNA											
CNIDARIA											
<i>Halichondria sp.</i>				11							1,1
<i>Clionopsis platei</i>			7	2							0,9
POLYCHAETA											
<i>Phragmatopoma sp.</i>									6		0,6
MOLLUSCA											
<i>Choromytilus chorus</i>	18	5	82				32	22	12		17,1
CRUSTÁCEA											
<i>Balanus flosculus</i>					2	4					06
UROCHORDATA											
<i>Pyura chilensis</i>					9	3	1				1,3

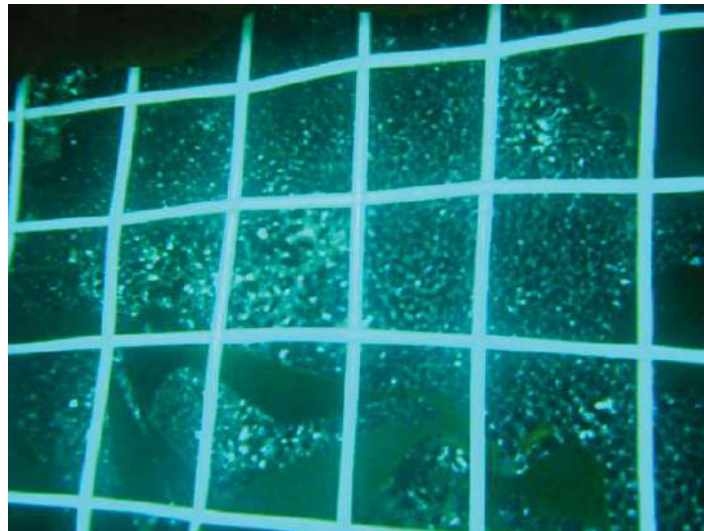
Tabla 2.5-203. Abundancia (ind/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T5. Sector km 14. Septiembre, 2011

Abundancia (Ind/0,25m ²) Taxón	CV-T5										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>	3	2	1	1	2	3	3	2	2	2	2,1
MACROFAUNA											
MOLLUSCA											
<i>Crepidula dilatata</i>	2										0,2
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	2	4				11			3		2
<i>Crucibulum scutellatum</i>		1									0,1
<i>Fisurella nigra</i>						1					0,1
<i>Tegula tridentata</i>									12		1,2
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>			1			3					0,4
EQUINODERMATA											
<i>Heliaster helianthus</i>	1		3						2		0,6

Fotografía 2.5-24. Poliqueto *Phragmatopoma* sp. en Transecta CV-T4



Fotografía 2.5-25. Agregaciones de *Choromytilus chorus* sobre Sustrato Duro.
Transecta CV-T5



La transecta CV-T6 mantuvo una estructura basada en la presencia del alga crustosa calcárea *Mesophyllum* sp. y una mayor ocurrencia de las especies de esponjas *Halichondria* sp. (Fotografía 2.5-26) y *Clionopsis platei*.

Se mantiene además la alta ocurrencia de la macroalga *Lessonia trabeculata* con un promedio de 1,2 ind/0,25 m² (Tabla 2.5-205).

Tabla 2.5-204. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T6. Sector km 14. Septiembre, 2011

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxón	CV-T6										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
RHODOPHYCEAE											
<i>Mesophyllum sp.</i>	34	8	14	5	31	20	16		15	31	17,4
MACROFAUNA											
PORÍFERA											
<i>Halichondria sp.</i>							13	26	11		5
<i>Clionopsis platei</i>	14				3	21	2	1			4,1
MOLLUSCA											
<i>Cloromytilus chorus</i>						8			7		1,5
CRUSTÁCEA											
<i>Balanus flosculus</i>										10	1
<i>Balanus laevis</i>				10							1

Tabla 2.5-205. Abundancia (ind/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T6. Sector km 14. Septiembre, 2011

Abundancia (Ind/0,25m ²) Taxón	CV-T6										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1,2
MACROFAUNA											
MOLLUSCA											
<i>Crucibulum scutellatum</i>										5	0,5
<i>Turritella cingulata</i>				1			1	1		4	0,7
<i>Tegula tridentata</i>		3		2	6		8	4		3	2,6
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>						1				4	0,5

Fotografía 2.5-26. Esponja *Halichondria sp.* sobre Sustrato Duro en la Transecta CV-T6



En la transecta CV-T7 el sustrato estuvo dominado en cobertura por el poliqueto *Phragmatopoma sp.* con un 9,5%. En términos de abundancia, *Lessonia trabeculata* presentó una ocurrencia de 1,2 ind/0,25m². Se observó una alta ocurrencia y abundancia de *Tegula tridentata* (Fotografía 2.5-27) con un promedio de 39,2 ind/0,25 m² (Tabla 2.5-207).

Fotografía 2.5-27. Agregaciones de *Tegula tridentata* en la Transecta CV-T7

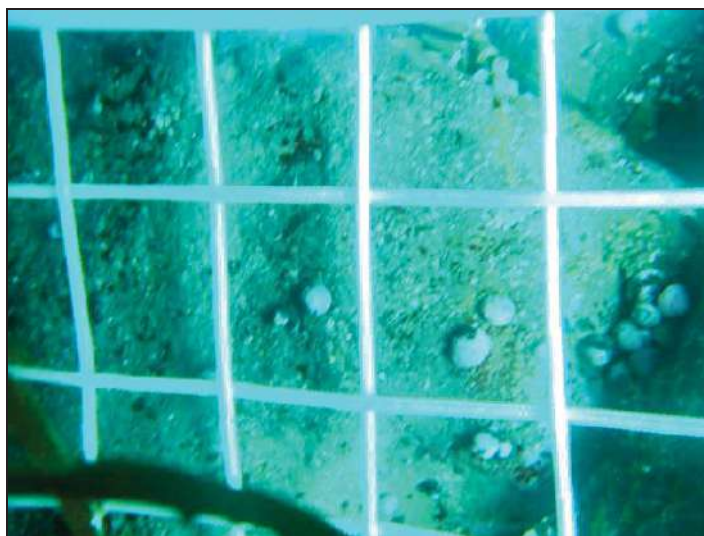


Tabla 2.5-206. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T7. Sector km 14. Septiembre, 2011

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxón	CV-T7										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
RHODOPHYCEAE											
<i>Mesophyllum</i> sp.	8	4	2					3			1,7
<i>Hildenbrandia</i> sp.	2										0,2
MACROFAUNA											
PORÍFERA											
<i>Clionopsis platei</i>	2					2		1			0,5
POLYCHAETA											
<i>Phragmatopoma</i> sp.					3	1	80		11		9,5
MOLLUSCA											
<i>Cloromytilus chorus</i>						30					3
CRUSTÁCEA											
<i>Balanus laevis</i>	1										0,1

Tabla 2.5-207. Abundancia (ind/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T7. Sector km 14. Septiembre, 2011

Abundancia (Ind/0,25m ²) Taxón	CV-T7										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>		2	1	1	1	2		2	3		1,2
MACROFAUNA											
MOLLUSCA											
<i>Turritella cingulata</i>	3	5	19	39	3	45		6	1		12,1
<i>Tegula tridentata</i>	44	77	83	64	56	33	20	13	2		39,2
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>			2			1					0,3

La transecta CV-T8 registró el dominio en cobertura de *Mesophyllum* sp., y en menor grado la ocurrencia de *Clionopsis platei* (Fotografía 2.5-28), la que registró en promedio una cobertura de 2,5%. Destacó en términos de abundancia en esta transecta el gasterópodo *Tegula tridentata* con un promedio de 45,1 ind/0,25m² (Tabla 2.5-208).

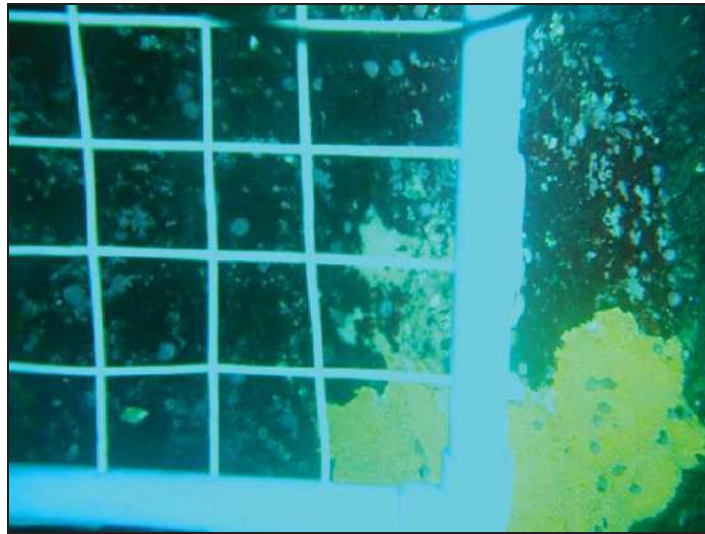
Tabla 2.5-208. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T8. Sector km 14. Septiembre, 2011

Cobertura(%/0,25m ²) Taxón	CV-T8										Media
	E1	E3	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
RHODOPHYCEAE											
<i>Mesophyllum sp.</i>	4	3		7	14	9	7	3	9	22	7,8
<i>Hildenbrandia sp.</i>		1									0,1
MACROFAUNA											
PORÍFERA											
<i>Halichondria sp</i>				9							0,9
<i>Clionopsis platei</i>				14	8		1		2		2,5
CRUSTACEA											
<i>Balanus laevis</i>		1				1					0,2

Tabla 2.5-209. Abundancia (Ind/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T8. Sector km 14. Septiembre, 2011

Abundancia (Ind/0,25m ²) Taxón	CV-T8										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>	1		2	1	2	2	1	2		2	1,3
MACROFAUNA											
MOLLUSCA											
<i>Anemonia alicemartinae</i>				1	45						4,6
MOLLUSCA											
<i>Prisogaster niger</i>									1		0,1
<i>Fissurella nigra</i>											
<i>Turritella cingulata</i>	16		1			19	15		8	17	
<i>Tegula tridentata</i>	30	30	51	73	45	71	46	17	28	60	45,1
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>				2		1					0,3
ECHINODERMATA											
<i>Laxechinus albus</i>			1								0,1
<i>Heliaster helianthus</i>			1					1			0,2

Fotografía 2.5-28. *Clionopsis platei* (esponja) en la Transecta CV-T8



La transecta CV-T9, por su parte, registró el dominio en cobertura de *Mesophyllum* sp. (25,2%), y en menor grado la ocurrencia de *Clionopsis platei* con un promedio de 1,8%. Destacó en términos de abundancia el gasterópodo *Tegula tridentata* con un promedio de 6,1 ind/0,25m² (Tabla 2.5-210).

En cuanto a la transecta CV-T10, su sustrato se caracterizó por el predominio de *Mesophyllum* sp. junto a parches discretos de *Choromytilus chorus*, con agregaciones que se concentraron en tres estaciones (E5, E6 y E7). Se mantiene en esta transecta la alta ocurrencia de la macroalga *Lessonia trabeculata* (Fotografía 2.5-29), con un promedio de 2,1 ind/m² (Tabla 2.5-212).

Tabla 2.5-210. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T9. Sector km 14. Septiembre, 2011

Cobertura(%/0,25m ²) Taxón	CV-T9										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
RHODOPHYCEAE											
<i>Mesophyllum sp.</i>	31	51	10	3	14		8	23	59	53	25,2
<i>Hildenbrandtia sp.</i>	1				2	1					0,4
MACROFAUNA											
PORÍFERA											
<i>Clionopsis platei</i>				11			2	3	2		1,8
MOLLUSCA											
<i>Choromytilus chorus</i>				2	42	96	86				22,6
CRUSTÁCEA											
<i>Balanus flosculus</i>				1							0,1
<i>Balanus laevis</i>				51						2	5,3
UROCHORDATA											
<i>Pyura chilensis</i>			11	13							2,4

Tabla 2.5-211. Abundancia (Ind/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T9. Sector km 14. Septiembre, 2011

Abundancia (Ind/0,25m ²) Taxón	CV-T9										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>		1		2	1		1	2		2	0,9
MACROFAUNA											
MOLLUSCA											
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>					14	17			2	2	3,5
<i>Fissurella nigra</i>					1				1		0,2
<i>Tegula tridentata</i>	32	8	2	11	8						6,1
<i>Xanthochorus crassidiformis</i>						2		3			0,5
ECHINODERMATA											
<i>Tetrapygyus niger</i>		6	1	6							1,3
<i>Heliasther helianthus</i>				2		1	1				0,4

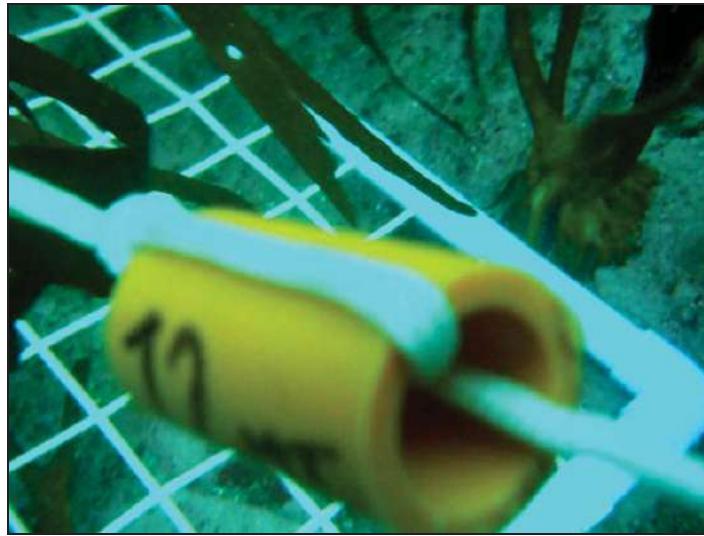
Tabla 2.5-212. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T10. Sector km 14. Septiembre, 2011

Cobertura(%/0,25m ²) Taxón	CV-T10										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
RHODOPHYCEAE											
<i>Mesophyllum sp.</i>	2	49	5	30	11	1	4	37	54	9	20,2
<i>Hildenbrandia sp.</i>	1	5	2	2							1
MACROFAUNA											
PORÍFERA											
<i>Halichondria sp.</i>								3	1		0,4
<i>Clionopsis platei</i>		1		1				7			0,9
POLYCHAETA											
<i>Phragmatopoma sp.</i>	13										1,3
MOLLUSCA											
<i>Choromytilus chorus</i>	7				40	53	89			22	21,1
UROCHORDATA											
<i>Pyura chilensis</i>			3								0,3

Tabla 2.5-213. Abundancia (Ind/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T10. Sector km 14. Septiembre, 2011

Abundancia (Ind/0,25m ²) Taxón	CV-T10										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>	1	3	2	2	2	2	3	3	1	2	2,1
MACROFAUNA											
MOLLUSCA											
<i>Crepídula dilatata</i>									1		0,1
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>					21	9				20	5
<i>Fissurella nigra</i>					1						0,1
<i>Tegula tridentata</i>	5	6			11	2		5		5	3,4
<i>Xantochorus crassidiformis</i>					1					6	0,7
ECHINODERMATA											
<i>Heliaster helianthus</i>						2					0,2

Fotografía 2.5-29. *Lessonia trabeculata* en la Transecta CV-T10



Finalmente, la transecta CV-T11 (Tabla 2.5-214) mantuvo el predominio del alga crustosa *Mesophyllum* sp. con porcentajes de cobertura promedio de 13,9%. La macroalga *Lessonia trabeculata* mostró en promedio 1,3 ind/0,25m² en esta transecta, presentándose también en una densidad importante el gasterópodo *Tegula tridentata* con 4,3 ind/0,25m².

Tabla 2.5-214. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T11. Sector km 14 Septiembre, 2011

Cobertura(%/0,25m ²) Taxón	CV-T11										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
RHODOPHYCEAE											
<i>Mesophyllum</i> sp.	11	21	14	18	16	18	11	10	17	3	13,9
<i>Hildenbrandia</i> sp.		1	1	2	10	1			2	1	1,8
MACROFAUNA											
PORÍFERA											
<i>Halichondria</i> sp.	1	6						8	10	1	2,6
<i>Clionopsis platei</i>						2		7			0,9
CRUSTÁCEA											
<i>Balanus flosculus</i>					2						0,2
UROCHORDATA											
<i>Pyura chilensis</i>			11								1,1

Tabla 2.5-215. Abundancia (ind/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T11. Sector km 14 Septiembre, 2011

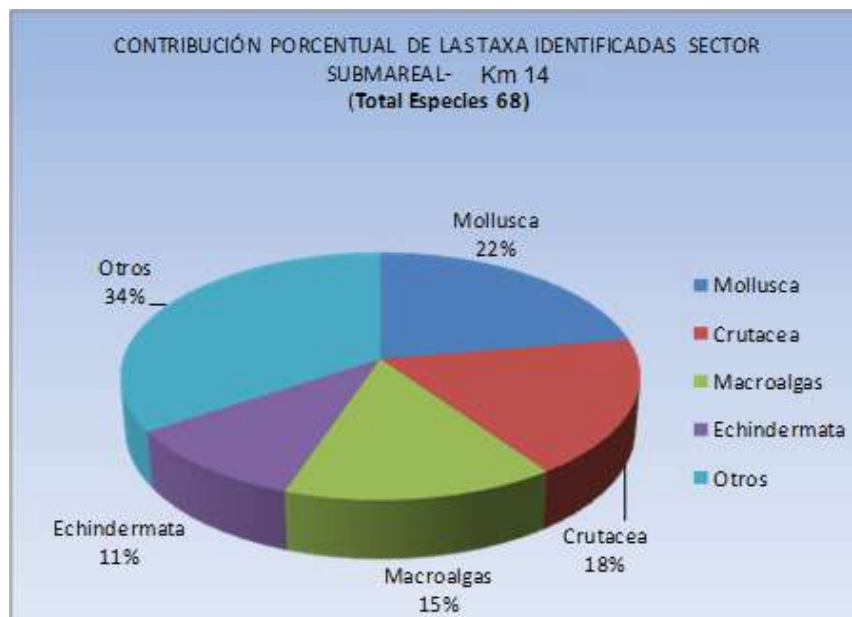
Abundancia (Ind/0,25m ²) Taxón	CV-T11										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>	1	2		1		2	1	2	9	1	1,3
MACROFAUNA											
MOLLUSCA											
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>					1						0,1
<i>Turritella cingulata</i>				1							0,1
<i>Tegula tridentata</i>	3	9			22			4		5	4,3

Campaña Verano

Se identificaron un total de 68 unidades taxonómicas, de las cuales un importante número proviene de taxa menores, como Cnidarios, Annelida, Porifera, los grupos Urochordata (piure), Platyhelminthes (Planaria) y Nemertea. Estas taxas fueron incluidas en el Ítem Otros. En su conjunto el Ítem Otros representa el 34% de las taxas registradas. En segundo lugar, se evidencian a los grupos: Mollusca con 12 taxa (22%), Crustacea (18%), Macroalgas (15%) y Echinodermata (11%) (Figura 2.5-181).

Comparativamente, en la presente campaña se aprecia un mayor número de taxa respecto al anterior estudio de invierno. A pesar de ello, la macrobiota que caracteriza el sector de estudio, se compone de los mismos grupos taxonómicos identificados.

Figura 2.5-181. Contribución Porcentual de las Taxa Identificadas en las Transectas Submareales de Fondos Duros. Sector km 14 Campaña de Verano de 2012



El sector de estudio se caracterizó por el predominio de sustrato duro con una alta ocurrencia de la macroalga conocida como huiro palo, *Lessonia trabeculata* formando en algunos sectores densos *huirales*. Esta alga es considerada un recurso pesquero y es frecuentemente explotada por pescadores artesanales en otras localidades del país. Al respecto, cabe hacer mención que en esta área existe un único alguero, que recolecta el producto que vara posterior a frentes de mal tiempo, sin existir una extracción directa desde los huirales por parte de grupos organizados de pescadores, por ejemplo, a través de sindicatos.

Se aprecia además el predominio en cobertura de algas crustosas calcárea *Mesophyllum* sp, y *Hildenbrandtia* sp. En menor grado, se registran las especies *Glossophora kunthii*, *Gelidium* sp., ésta última también considerada un recurso comercial.

De las especies de invertebrados destaca la presencia de *Fissurella latimarginata* (lapa) con 85,7% *Concholepas concholepas* y agregaciones de gasterópodo *Tegula tridentata* en grietas o cavidades con arena, ambas especies con una ocurrencia 54,5%. Estas especies son consideradas de importancia económica, siendo explotadas en la mayoría de las áreas de manejo del país. En este caso, tampoco existe una explotación formal de estos recursos en la zona de estudio. Al respecto, en total, fue posible observar la presencia de diversas especies con valor comercial, quienes presentaron distintos porcentajes de ocurrencia, correspondientes a *Aulacomya ater* (18,2%), *Fissurella nigra* (9,1%), *Fissurella latimarginata* (85,7%), *Fissurella crassa* (9,1%), *Fissurella cumingii* (9,1%), *Tegula atra* (27,3%), *Tegula tridentata* (54,5%), agregaciones de *Choromytilus chorus* (27,3%), *Xanthochorus cassidiformis* (9,1%) y *Pyura chilensis* piure (36,4%), *Concholepas concholepas loco* (54,5%) y *Loxechinus albus* erizo rojo (9,1%).

Por otra parte, se destaca además la ocurrencia de especies de esponjas (Porifera) y anemonas (Cnidaria) como *Halichondria* sp. y *Anemonia alicemartinae*, respectivamente, así como *Heliaster helianthus*, correspondiente al sol de mar (Tabla 2.5-216).

Finalmente, es importante destacar la ausencia de especies de la macrobiota en la transecta CV-T1, donde fue posible encontrar sustrato blando, correspondiente a arena fina (Tabla 2.5-216, Fotografía 2.5-30).

Fotografía 2.5-30. Transecta CV-T1 Sector km 14



Tabla 2.5-216. Listado Taxonómico de las Especies Registradas en las Transectas Submareales, Emplazadas en el Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Transectas submareal Sector km 14												Frecuencia de Ocurrencia
Taxón	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
MACROALGAS												
CHLOROPHYCEAE												
<i>Codium dimorphum</i>		*										9,1
PHAEOPHYCEAE												
<i>Glossophora kunthii</i>		*	*		*		*	*	*		*	63,6
<i>Lessonia trabeculata</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	90,9
RHODOPHYCEAE												
<i>Rhodymenia</i> sp.				*		*			*			27,3
<i>Hildenbrandia</i> sp.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	90,9
<i>Prionitis albermalensis</i>			*						*			18,2
<i>Plocamium cartilagineum</i>		*	*						*			27,3
<i>Gelidium</i> sp.		*		*	*	*		*			*	54,5
<i>Schottera nicaensis</i>		*		*		*						27,3
<i>Mesophyllum</i> sp.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	90,9
PORIFERA												
<i>Oscarella</i> sp.		*			*	*			*			36,4
<i>Vosmaeria</i> sp.									*	*	*	27,3
<i>Clionopsis platei</i>		*										9,1
<i>Halichondria</i> sp.		*	*		*			*	*		*	54,5
CNIDARIA												
<i>Anthothoe chilensis</i>		*										9,1
<i>Antholobe achates</i>											*	9,1
<i>Phymanthea pluvia</i>		*		*							*	27,3
<i>Phymactis clematis</i>					*	*	*			*		36,4
<i>Anemonia alicemartinae</i>		*	*	*		*	*	*				54,5
NEMERTEA												
<i>Nemertea</i> indet.		*										9,1
PLATHYELMINTHES												
<i>Turbellaria</i> sp.					*							9,1
ANNELIDA												
<i>Syllidae</i> indet.		*									*	18,2
<i>Leanira</i> sp.				*								9,1
<i>Cirratulidae</i> indet.											*	9,1
<i>Harmothoe</i> sp.				*								9,1
<i>Lumbrinereidae</i> indet.		*		*							*	27,3
<i>Eunicidae</i> indet.				*								9,1

Transectas submareal Sector km 14												Frecuencia de Ocurrencia
Taxón	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
<i>Nereidae indet.</i>		*			*						*	27,3
<i>Terebellidae indet</i>											*	9,1
<i>Sigalionidae indet.</i>					*							9,1
<i>Phyllodocidae indet</i>		*										9,1
<i>Phragmatopoma moerchi</i>							*	*				18,2
MOLLUSCA												
<i>Choromytilus chorus</i>		*						*	*			27,3
<i>Aulacomya ater</i>									*		*	18,2
<i>Priene scabrum</i>		*	*	*		*						36,4
<i>Fissurella nigra</i>											*	9,1
<i>Fissurella latimarginata</i>		*		*	*		*		*		*	85,7
<i>Fissurella crassa</i>		*										9,1
<i>Fissurella cumingii</i>				*								9,1
<i>Chiton cumingsi</i>		*										9,1
<i>Scurria ceciliana</i>		*										9,1
<i>Tegula atra</i>		*					*		*			27,3
<i>Tegula tridentata</i>			*	*		*	*	*			*	54,5
<i>Entodesma cuneata</i>				*	*							9,1
<i>Concholepas concholepas</i>		*	*		*			*	*		*	54,5
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>						*						9,1
<i>Turritella cingulata</i>								*				9,1
CRUSTACEA												
<i>Hyale sp.</i>		*										9,1
<i>Pagurus villosus</i>									*			9,1
<i>Pachycheles sp.</i>									*			9,1
<i>Pagurus edwardsi</i>			*	*	*	*	*			*		54,5
<i>Pilumnoides perlatus</i>		*			*	*						27,3
<i>Panapeus chilensis</i>		*										9,1
<i>Rhynchocinetes typus</i>											*	9,1
<i>Eurypodius latreillei</i>											*	9,1
<i>Taliepus dentatus</i>									*	*	*	27,3
<i>Sthenothoe indet.</i>		*										9,1
<i>Balanus laevis</i>									*			9,1
<i>Balanus flosculus</i>		*										9,1
ECHINODERMATA												
<i>Ophiactis sp.</i>		*			*						*	27,3
<i>Loxechinus albus</i>						*						9,1

Transectas submareal Sector km 14												Frecuencia de Ocurrencia
Taxón	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
<i>Meyenaster gelatinosus</i>			*	*		*	*					36,4
<i>Heliaster helianthus</i>			*	*	*				*		*	45,5
<i>Luidia magellanica</i>					*	*			*			27,3
<i>Stichaster striatus</i>		*		*						*		27,3
<i>Tetrapygnus niger</i>		*		*					*		*	36,4
UROCHORDATA												
<i>Pyura chilensis</i>		*		*	*						*	36,4

En tanto, respecto a las transectas de sustrato rocoso estudiadas, el sustrato que caracteriza la transecta CV-T2, está dominado primordialmente por *Mesophyllum* sp con porcentajes de cobertura que promediaron 30,3% (Fotografía 2.5-31). Junto esta alga calcárea ocurren individuos de *Lessonia trabeculata* con una densidad promedio de 1,3 Ind./0,25m².

Destaca la presencia de *Stichaster striatus* con una densidad promedio 1,7 ind./0,25 m² Además de los recursos *Concholepas concholepas* con 0,2 ind./0,25 m² y las especies de lapas *Fissurella latimarginata* con 0,8 ind./0,25 m² y *Fissurella crassa* con 0,3 ind./0,25 m² (Tabla 2.5-217, Fotografía 2.5-32).

Tabla 2.5-217. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T2. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxa	CV-T2										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
CHLOROPHYCEAE												
<i>Codium dimorphum</i>	8							13	2			2,3
PHAEOPHYCEAE												
<i>Glossophora kunthii</i>	20											2
RHODOPHYCEAE												
<i>Hildenbrandia</i> sp.	3	7						10	14		5	3,9
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1											0,1
<i>Schottera nicaensis</i>			2									0,2
<i>Gelidium</i> sp.			59			4						6,3
<i>Mesophyllum</i> sp.	6	34	16	5	81	17	17	74	31	22		30,3
MACROFAUNA												
PORIFERA												
<i>Oscarella</i> sp.	9							13				2,2
<i>Halichondria</i> sp.	6											0,6
<i>Clionopsis platei</i>		6		26						4		3,6

Cobertura (%/0,25 m ²)	CV-T2										Media	
	Taxa	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9		E10
MOLLUSCA												
<i>Choromytilus chorus</i>			1									0,1
CRUSTACEA												
<i>Balanus flosculus</i>								1				0,1
UROCHORDATA												
<i>Piura chilensis</i>		2		2								0,4

Tabla 2.5-218. Abundancia (ind/0,25 m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T2. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

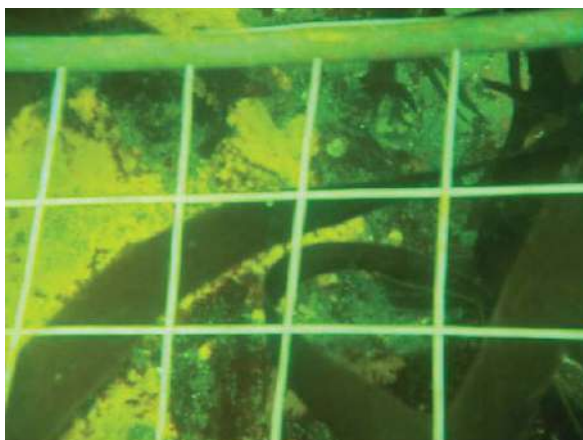
Abundancia (Ind/0,25 m ²)	CV-T2										Media	
	Taxa	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9		E10
MACROALGAS												
<i>Lessonia trabeculata</i>	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1,3
MACROFAUNA												
CNIDARIA												
<i>Anthothoe chilensis</i>										2		0,2
<i>Phymanthea pluvia</i>			1			1						0,2
<i>Anemonia alicemartinae</i>			1									0,1
NEMERTEA												
Nemertea indet.		1	2									0,3
POLYCHAETA												
Syllidae indet.		4										0,4
Lumbrinereidae indet		1										0,1
Nereidae indet.				2								0,2
Phyllodocidae indet		2										0,2
MOLLUSCA												
<i>Priene scabrum</i>					1							0,1
<i>Fissurella crassa</i>	3											0,3
<i>Fissurella latimarginata</i>	1			1			3	1		2		0,8
<i>Chiton cumingsi</i>			1									0,1
<i>Scurria ceciliana</i>				1								0,1
<i>Tegula atra</i>		2										0,2
<i>Concholepas concholepas</i>			1		1							0,2
CRUSTACEA												
<i>Hyale</i> sp.			1									0,1
<i>Pilumnoides perlatus</i>			1									0,1
<i>Panapeus chilensis</i>			1	1								0,2
<i>Sthenothoe indet.</i>		1										0,1
ECHINODERMATA												
<i>Ophiactis</i> sp.		1										0,1

Abundancia (Ind/0,25 m ²) Taxa	CV-T2										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
<i>Stichaster striatus</i>	4		6	1	2	2				2	1,7
<i>Tretrapigus niger</i>	3					2	2				0,7

Fotografía 2.5-31. Transecta CV-T2, donde es posible apreciar una Amplia Dominancia de *Mesophyllum* sp.



Fotografía 2.5-32. Transecta CV-T2. A la Izquierda *Lessonia trabeculata*, a la Derecha *Fissurella crassa*



La transecta CV-T3 (Tabla 2.5-219) se compone de un ambiente de sustrato mixto compuesto de roca y arena. Se evidencia el dominio de *Mesophyllum* sp. con porcentajes de cobertura promedio de 5,4% (Tabla 2.5-219) y *Lessonia trabeculata* con una densidad de 1,0 Ind/0,25 m² (Fotografía 2.5-34).

En términos generales, se observa una mayor ocurrencia de especies en las primeras cinco estaciones (E1 a E5), posteriormente se denota un denso gradual en el número de especies. Se observa la presenta de un individuos de *Concholepas concholepas* en E5.

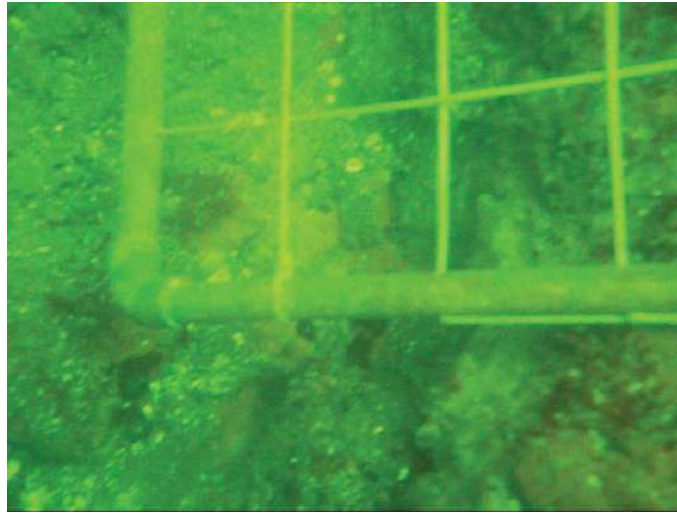
Tabla 2.5-219. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T3. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxa	CV-T3										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
PHAEOPHYCEAE											
<i>Glossophora kunthii</i>	4		1								0,5
RHODOPHYCEAE											
<i>Hildenbrandia</i> sp				6				6			1,2
<i>Prionitis albermalensis</i>		1	3								0,4
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1		1		1						0,3
<i>Mesophyllum</i> sp.	10	11	10	12			6	3	2		5,4
MACROFAUNA											
PORIFERA											
<i>Halichondria</i> sp.	10										1,0

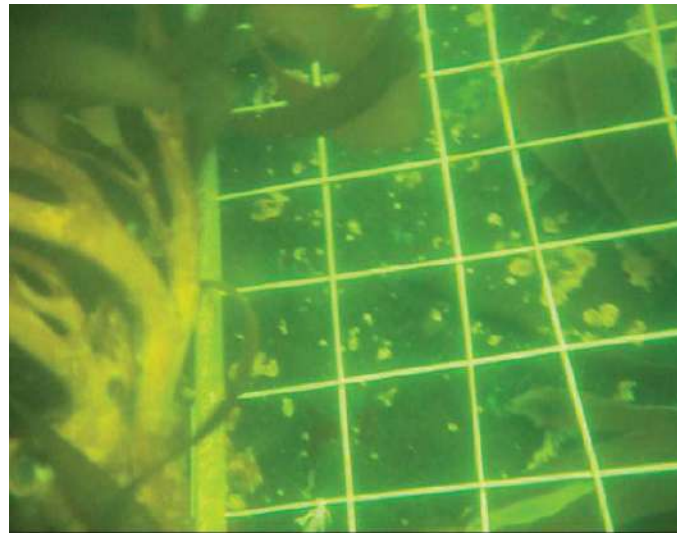
Tabla 2.5-220. Abundancia (ind/0,25 m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T3. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Abundancia (Ind/0,25 m ²) Taxa	CV-T3										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>	1	1			3	1	1		3		1,0
MACROFAUNA											
CNIDARIA											
<i>Anemonia alicemartinae</i>			3	16							1,9
MOLLUSCA											
<i>Concholepas concholepas</i>					1						0,1
<i>Priene scabrum</i>		3									0,3
<i>Tegula tridentata</i>		9									0,9
CRUSTACEA											
<i>Pagurus edwardsi</i>		4									0,4
ECHINODERMATA											
<i>Meyenaster gelatinosus</i>				1							0,1
<i>Heliaster helianthus</i>		1									0,1

Fotografía 2.5-33. *Mesophyllum* sp. en Transecta CV-T3



Fotografía 2.5-34. *Lessonia trabeculata*. en Transecta CV-T3



En términos generales, la transecta CV-T4 evidencia un mayor número de especies entre las estaciones E1 a E4. Por otro lado se observa el dominio en cobertura de *Mesophyllum* sp. que junto *Lessonia trabeculata* ocurren con mayor frecuencia en este transecto. *Lessonia trabeculata* alcanza en promedio una densidad de 1,5 Ind/0,25 m² (Tabla 2.5-221).

Tabla 2.5-221. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T4. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxa	CV-T4										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
RHODOPHYCEAE												
<i>Rhodymenia</i> sp.				1								0,1
<i>Schottera nicaensis</i>				3								0,3
<i>Gelidium</i> sp.	1		1	1								0,3
<i>Hildenbrandia</i> sp.	1		1			18	12	1				3,3
<i>Mesophyllum</i> sp.	28	12	2	2	2	4	5	7				6,2
MACROFAUNA												
UROCHORDATA												
<i>Pyura chilensis</i>				1								0,1

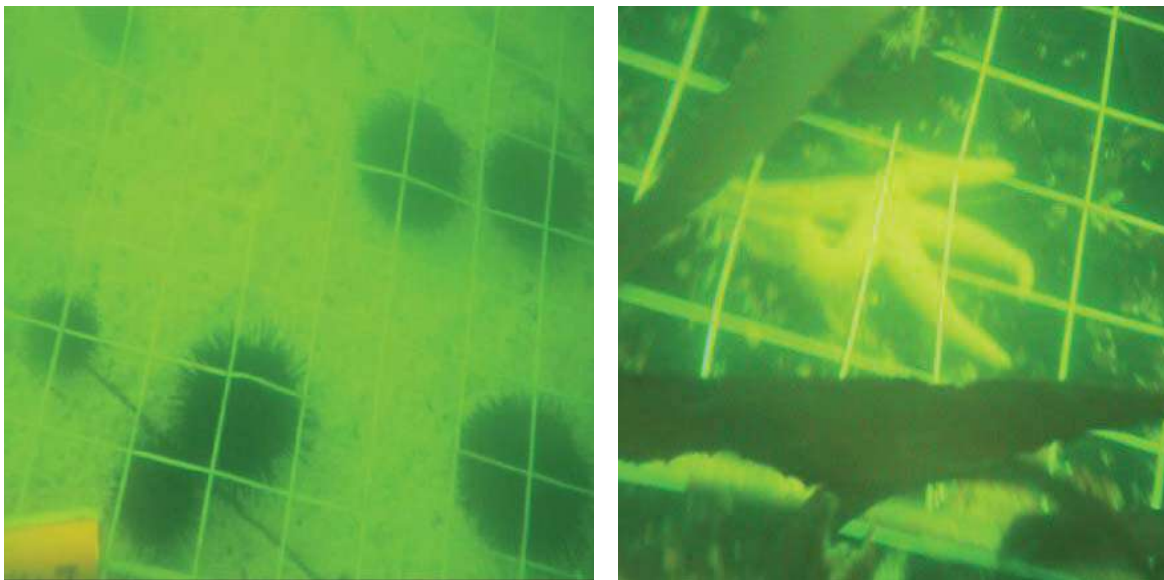
Tabla 2.5-222. Abundancia (ind/0,25 m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T4. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Abundancia (Ind/0,25 m ²) Taxa	CV-T4										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
<i>Lessonia trabeculata</i>	2	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1,5
MACROFAUNA												
CNIDARIA												
<i>Phymanthea pluvia</i>	1							1				0,2
<i>Anemonia alicemartinae</i>								4	5			0,9
POLYCHAETA												
<i>Leanira</i> sp.				1								0,1
<i>Harmothoe</i> sp.			1									0,1
Lumbrineridae indet.				1								0,1
Eunicidae indet.				2								0,2
MOLLUSCA												
<i>Fissurella latimarginata</i>	1		1	1						1		0,4
<i>Fissurella cumingii</i>				2	2							0,4
<i>Entodesma cuneata</i>				1								0,1
<i>Priene scabrum</i>	2			4								0,6
<i>Tegula tridentata</i>	1		1									0,2
CRUSTACEA												
<i>Pagurus edwardsi</i>		1										0,1
ECHINODERMATA												
<i>Tetrapygyus niger</i>	7	1		1								0,9
<i>Meyenaster gelatinosus</i>		1										0,1

Abundancia (Ind/0,25 m ²)	CV-T4										Media
Taxa	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
<i>Strichaster striatus</i>	1		1							1	0,3
<i>Heliaster helianthus</i>	1						1			1	0,3

En tanto, en la Fotografía 2.5-35, es posible observar ejemplares de *Tetrapygyus niger* y de *Stichaster striatus*.

Fotografía 2.5-35. Izquierda *Tetrapygyus niger*, Derecha *Stichaster striatus* en Transecta CV-T4



En la quinta transecta, se observa la ocurrencia, aunque con bajos porcentajes, de cobertura de las esponjas *Oscarella* sp. y *Halichondria* sp. Además de *Pyura chilensis* con 0,9% de cobertura promedio. Sin embargo, la especie dominante es *Mesophylum* sp., con 6% de cobertura promedio. En términos de abundancia destacan *Lessonia trabeculata* con 0,9 ind/0,25 m² (Tabla 2.5-223 y Fotografía 2.5-36).

Fotografía 2.5-36. Izquierda Proceso de Medición en CV-T5, Derecha *Lessonia trabeculata* en Transecta CV-T5, Especie de Mayor Abundancia

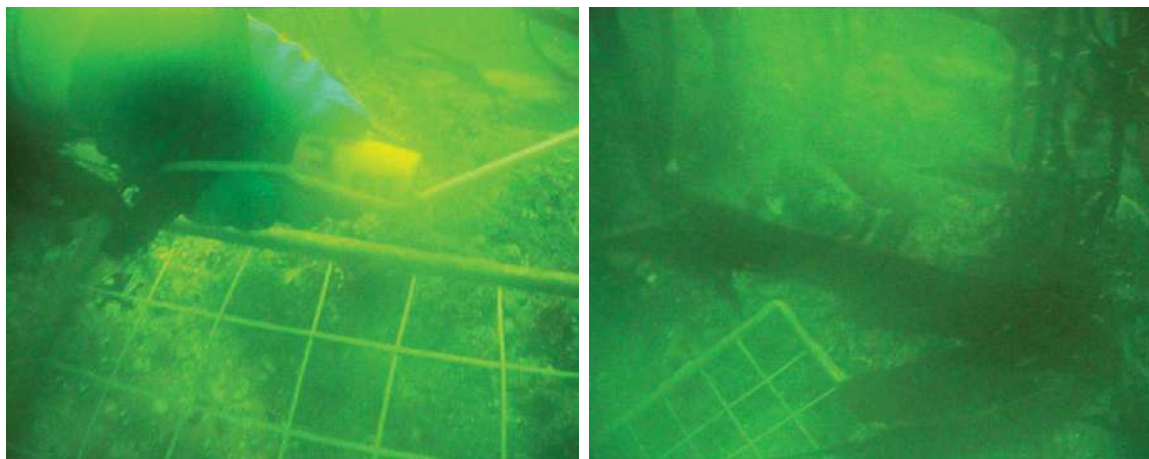


Tabla 2.5-223. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T5. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxa	CV-T5										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
PHAEOPHYCEAE											
<i>Glossophora kunthii</i>			3								0,3
RHODOPHYCEAE											
<i>Gelidium</i> sp.	1	2	2								0,5
<i>Hildenbrandia</i> sp.						6					0,6
<i>Mesophyllum</i> sp.	25						3	10	7	15	6
MACROFAUNA											
PORYFERA											
<i>Oscarella</i> sp.		5									0,5
<i>Halichondria</i> sp.	6								2		0,8
UROCHORDATA											
<i>Pyura chilensis</i>	3			5	1						0,9

Tabla 2.5-224. Abundancia (ind/0,25 m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T5. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Abundancia (ind/0,25 m ²) Taxa	CV-T5										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>	2			2	3		1		1		0,9
MACROFAUNA											
CNIDARIA											
<i>Phymactis clematis</i>			1								0,1
PLATHYELMINTHES											
<i>Turbellaria</i> sp.					1						0,1
POLYCHAETA											
Nereidae indet					1						0,1
Sigalionidae indet.					2						0,2
MOLLUSCA											
<i>Concholepas concholepas</i>	1		3								0,4
<i>Entodesma cuneata</i>			1								0,1
<i>Fissurella latimarginata</i>					1						0,1
CRUSTACEA											
<i>Pilumnoides perlatus</i>					2	5					0,7
<i>Pagurus edwardsi</i>				2	2						0,4
ECHINODERMATA											
<i>Luidia magellanica</i>		1									0,1
<i>Heliaster helianthus</i>				1							0,1
<i>Ophiactis</i> sp.					3						0,3

Por su parte, la transecta CV-T6 mantiene una estructura basada en la presencia de alga crustosa calcárea *Mesophyllum* sp., como ya se ha observado en otras transectas del área. En términos generales, se aprecia una mayor concentración de macroalgas en las cuatro primeras estaciones (E1 a E4) con una mayor concentración de éstas en la estación E2. Por otra parte, las especies cuantificadas en términos de abundancia, presentan, de igual modo, un descenso gradual en el número de especies registradas. En términos de abundancia, destaca *Lessonia trabeculata* con 0,7 ind/0,25 m² (Tabla 2.5-225).

Tabla 2.5-225. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T6. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxa	CV-T6										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
RHODOPHYCEAE												
<i>Schottera nicaensis</i>		2										0,2
<i>Rhodymenia</i> sp.		1										0,1
<i>Gelidium</i> sp.		3										0,3
<i>Hildenbrandia</i> sp.		1	4	6								1,1
<i>Mesophyllum</i> sp.	9	12		23				27		2		7,3
MACROFAUNA												
PORYFERA												
<i>Oscarella</i> sp.		2										0,2

Tabla 2.5-226. Abundancia (ind/0,25 m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T6. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Abundancia (ind/0,25 m ²) Taxa	CV-T6										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
<i>Lessonia trabeculata</i>	2		1	1					2	1		0,7
MACROFAUNA												
CNIDARIA												
<i>Anemonia alicemartinae</i>			1		1							0,2
<i>Phymactis clematis</i>	1											0,1
MOLLUSCA												
<i>Xanthochorus cassidiforme</i>			1			1						0,2
<i>Priene scabrum</i>						1						0,1
<i>Tegula tridentata</i>		2										0,2
CRUSTACEA												
<i>Pilumnoides perlartus</i>		1										0,1
<i>Pagurus edwardsi</i>	1											0,1
ECHINODERMATA												
<i>Loxechinus albus</i>								1				0,1
<i>Meyenaster gelatinosus</i>				1								0,1
<i>Luidia magellanica</i>					1							0,1

En la transecta CV-T7, el sustrato es dominado en cobertura por *Mesophyllum* sp (6,1%) y por el poliqueto *Phragmatopoma* sp. con 4,7%. En términos de abundancia, *Lessonia trabeculata* presenta una ocurrencia de 0,4 Ind/0,25 m². Se observa una alta ocurrencia y alta abundancia de *Tegula tridentata* con un promedio de 13,3 Ind/0,25 m² (Tabla 2.5-227, Fotografía 2.5-37).

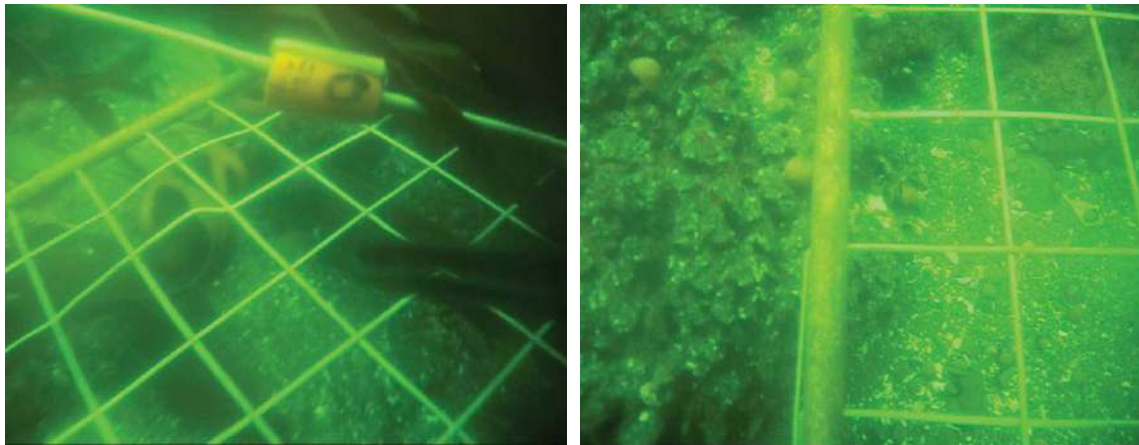
Tabla 2.5-227. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T7. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Cobertura (%/0,25m ²) Taxa	CV-T7										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
PHAEOPHYCEAE												
<i>Glossophora kunthii</i>			14		5						5	2,4
RHODOPHYCEAE												
<i>Hildenbrandia</i> sp.					1							0,1
<i>Mesophyllum</i> sp.	6	4	5	4	5	14	2	3	10	8		6,1
MACROFAUNA												
POLYCHAETA												
<i>Phragmatopoma moerchi</i> ,	22	2	12					11				4,7

Tabla 2.5-228. Abundancia (ind/0,25 m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T7. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Abundancia (Ind/0,25 m ²) Taxa	CV-T7										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
<i>Lessonia trabeculata</i>				1	1		1	1				0,4
MACROFAUNA												
CNIDARIA												
<i>Anemonia alicemartinae</i>								1				0,1
<i>Phymactis clematis</i>		1										0,1
MOLLUSCA												
<i>Fissurella latimarginata</i>					1							0,1
<i>Tegula tridentata</i>		26	18	27	6	33			15	8		13,3
<i>Tegula atra</i>			2									0,2
CRUSTACEA												
<i>Pagurus edwardsi</i>				2								0,2
ECHINODERMATA												
<i>Meyenaster gelatinosus</i>	1		1									0,2

Fotografía 2.5-37. Línea Transecta CV-T7. A la Izquierda *Lessonia trabeculata* (Huiro Palo), a la Derecha Poliqueto *Phragmatopoma moerchi* y *Tegula tridentata* (Caracol)



La transecta CV-T8, al igual que las demás transectas evaluadas en el sector de estudio, presenta el predominio de *Mesophyllum* sp, con niveles de cobertura promedio de 7,7%. Sin embargo, *Choromytilus chorus* (choro maltón) registra los mayores niveles de cobertura concentradas en la estación E10, estos corresponden principalmente a individuos juveniles, distribuidos sobre sustrato duros. Por otro lado, la especie de macroalga *Lessonia trabeculata* alcanza una densidad de 2,5 Ind/0,25 m², valor que supera a lo registrado en otras transectas. Los individuos corresponden en su mayoría a especies juveniles. También se destaca la alta abundancia de la especie de caracol *Tegula tridentata* con una densidad promedio de 20 ind/0,25 m² (Tabla 2.5-229, Fotografía 2.5-38).

Tabla 2.5-229. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T8. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

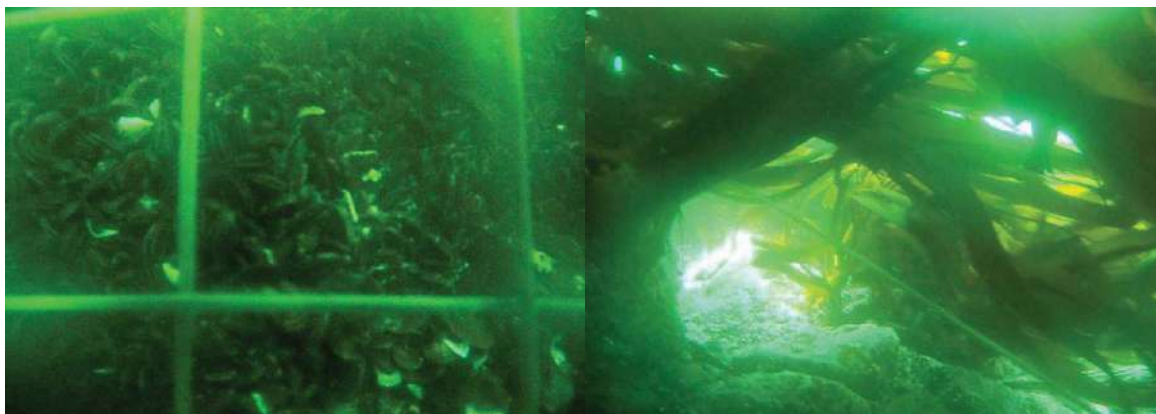
Cobertura (%/0,25 m ²)	CV-T8											Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
PHAEOPHYCEAE												
<i>Glossophora kunthii</i>	10	20										3
RHODOPHYCEAE												
<i>Gelidium</i> sp.							1					0,1
<i>Hildenbrandia</i> sp.								2	1			0,3
<i>Mesophyllum</i> sp.	2	18	7	7	18	10	5	6	4			7,7
MACROFAUNA												
PORYFERA												
<i>Halichondria</i> sp.						9						0,9
POLYCHAETA												
<i>Phragmatopoma moerchi</i>								2				0,2

Cobertura (%/0,25 m ²)	CV-T8										Media
Taxa	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MOLLUSCA											
<i>Choromytilus chorus</i>									6	80	8,6

Tabla 2.5-230. Abundancia (Ind/0,25 m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T8. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Abundancia (Ind/0,25 m ²)	CV-T8										Media
Taxa	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>	2	2	4	4	2	4	3	2	2		2,5
MACROFAUNA											
CNIDARIA											
<i>Anemonia alicemartinae</i>	2									1	0,3
MOLLUSCA											
<i>Turritella cingulata</i>						1	1	2	17		2,1
<i>Concholepas concholepas</i>										1	0,1
<i>Tegula tridentata</i>	49		42	7	6	10	8	37	33	8	20

Fotografía 2.5-38. Transecta CV-T8, se observan algunas de las Especies Registradas. A la Izquierda *L. trabeculata*, a la Derecha *C. chorus*



La transecta CV-T9 registra el dominio en cobertura de *Mesophyllum* sp. con un promedio 12,2%, seguido de *Choromytilus chorus* con 11,9%. Se observa la presencia de poríferas *Vosmaeria* sp, *Halichondra* sp y *Oscarella* sp. en términos de abundancia *Tegula atra* con un promedio de 4,9 Ind/0,25m². Se observa además los recursos *Fissurella latimarginata* y *Concholepas concholepas* (Tabla 2.5-231). Algunas de las especies registradas se observan en la Fotografía 2.5-39.

Tabla 2.5-231. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T9. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

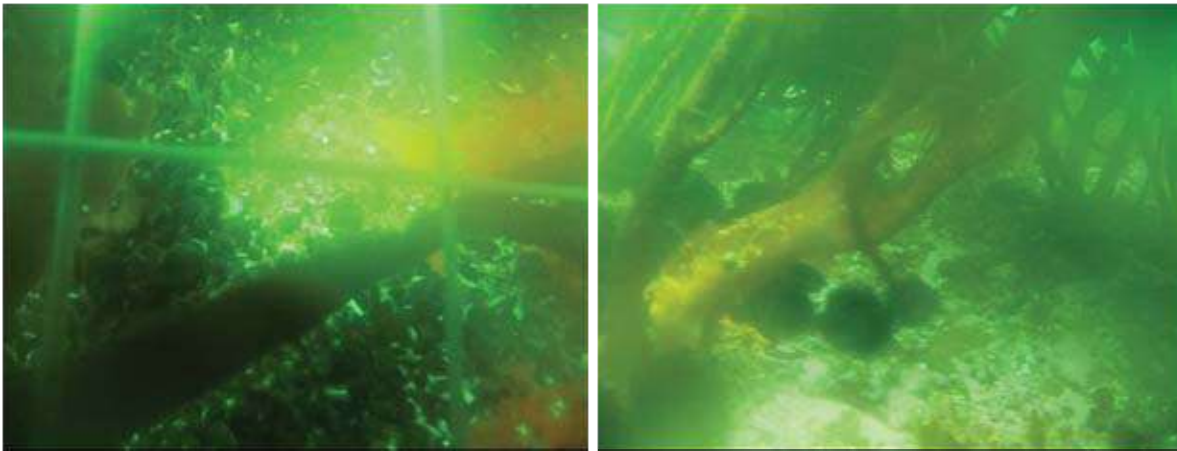
Cobertura (%/0,25 m ²) Taxa	CV-T9										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
PHAEOPHYCEAE												
<i>Glossophora kunthii</i>					3		3					0,6
RHODOPHYCEAE												
<i>Prionitis albermalensis</i>								1				0,1
<i>Rhodymenia</i> sp.		4										0,4
<i>Plocamium cartilagineum</i>								3				0,3
<i>Hildenbrandia</i> sp.		1										0,1
<i>Mesophyllum</i> sp.	32	21	20	13	18		7	5	3	3		12,2
MACROFAUNA												
PORYFERA												
<i>Vosmaeria</i> sp.					3		4		33			4
<i>Halichondria</i> sp.					10							1
<i>Oscarella</i> sp.					6							0,6
MOLLUSCA												
<i>Choromytilus chorus</i>							38	26	33	22		0,9
<i>Aulacomya ater</i>										4		0,4
CRUSTACEA												
<i>Balanus laevis</i>	4											0,4

Tabla 2.5-232. Abundancia (Ind/0,25 m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T9. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Abundancia (Ind/0,25 m ²) Taxa	CV-T9										Media	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MACROALGAS												
<i>Lessonia trabeculata</i>		3					1	3	1		1	0,9
MACROFAUNA												
MOLLUSCA												
<i>Fissurella latimarginata</i>	1			3	1		1					0,6
<i>Concholepas concholepas</i>								1				0,1
<i>Tegula atra</i>	16		14	19								4,9
CRUSTACEA												
<i>Pachycheles</i> sp.					1							0,1
<i>Pagurus villosus</i>								1				0,1
<i>Taliepus dentatus</i>	1											0,1
ECHINODERMATA												
<i>Tetrapygus niger</i>	4	18	9	18								4,9
<i>Heliasther helianthus</i>							1					0,1

Abundancia (Ind/0,25 m ²)	CV-T9										Media	
Taxa	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
<i>Luidia magellanica</i>										1		0,1

Fotografía 2.5-39. Transecta CV-T9. Imagen de algunas de las Especies Registradas. A la Izquierda *C. chorus*, a la Derecha *L. trabeculata* y *T. niger*



En el caso del sustrato de la transecta CV-T10, éste se caracteriza por el predominio de *Mesophyllum* sp. con un promedio de 15,7% de cobertura promedio. Por otra parte *Lessonia trabeculata* alcanza un promedio de 0,8 ind/0,25 m² (Tabla 2.5-233). La Fotografía 2.5-40 muestra algunos de los taxa registrados en esta transecta.

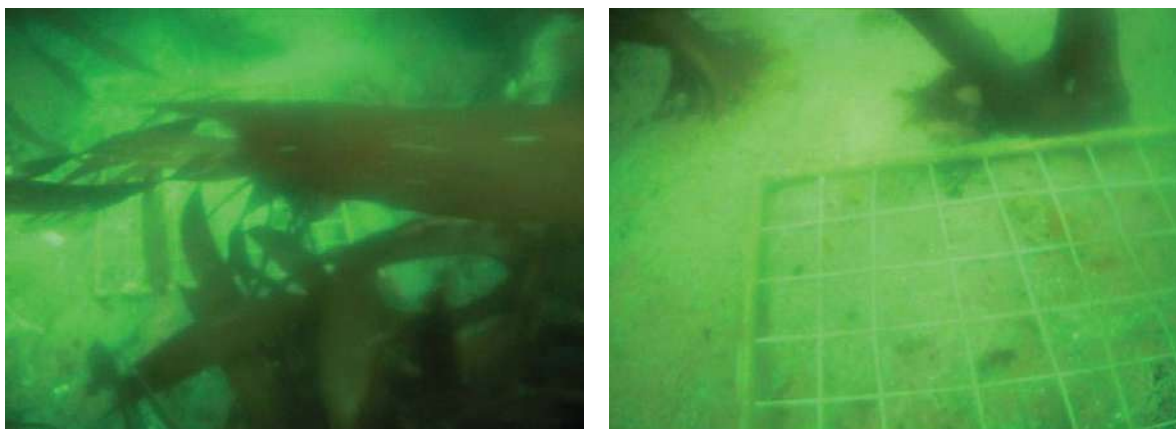
Tabla 2.5-233. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T10. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Cobertura (%/0,25 m ²)	CV-T10										Media
Taxa	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
RHODOPHYCEAE											
<i>Hildenbrandia</i> sp.			8			2					1
<i>Mesophyllum</i> sp.	4	58	60			24	4	4		3	15,7
MACROFAUNA											
PORYFERA											
<i>Vosmaeria</i> sp.			9								0,9

Tabla 2.5-234. Abundancia (Ind/0,25 m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T10. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Abundancia (Ind/0,25 m ²) Taxa	CV-T10										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>	1	1		3		1		2			0,8
MACROFAUNA											
CNIDARIA											
<i>Phymactis clematis</i>							1				0,1
CRUSTACEA											
<i>Taliepus dentatus</i>		1		1							0,2
<i>Pagurus edwardsi</i>		1									0,1
ECHINODERMATA											
<i>Strichaster striatus</i>							1				0,1

Fotografía 2.5-40. Imagen de Transecta CV-T10. A la izquierda se observa *L. trabeculata*, a la Derecha se observa *Mesophyllum* sp. y Disco de Fijación de *L. trabeculata*



Finalmente, para la transecta CV-T11, se mantiene el predominio de *Mesophyllum* sp., con porcentajes de cobertura promedio de 15,9%. De igual modo, se destaca la ocurrencia de *Halichondria* sp. con niveles de cobertura promedio de 2,8%. En términos de abundancia *Tegula tridentata* alcanza 5 ind/0,25 m² (Tabla 2.5-235).

Tabla 2.5-235. Cobertura (%/0,25m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T11. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Cobertura (%/0,25 m ²) Taxa	CV- T11										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
PHAEOPHYCEAE											
<i>Glossophora kunthii</i>			2								0,2
RHODOPHYCEAE											
<i>Gelidium</i> sp.	1		45								4,6
<i>Hildenbrandia</i> sp.						2		16			1,8
<i>Mesophyllum</i> sp.	1			87	10	13	14	26	3	5	15,9
MACROFAUNA											
PORIFERA											
<i>Halichondria</i> sp.		1		2	1	2		5	6	11	2,8
<i>Vosmaeria</i> sp.					2						0,2
MOLLUSCA											
<i>Aulacomya ater</i>	1										0,1
UROCHORDATA											
<i>Pyura chilensis</i>	8							2			1

Tabla 2.5-236. Abundancia (Ind/0,25 m²) de las Especies Registradas en la Transectas CV-T11. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

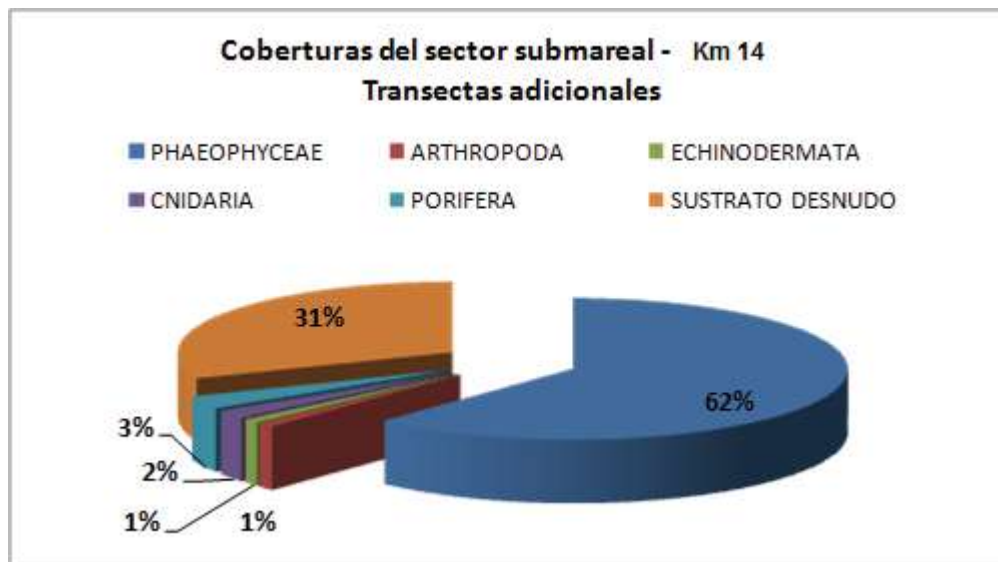
Abundancia (Ind/0,25 m ²) Taxa	CV-T11										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
<i>Lessonia trabeculata</i>				4	1				1	1	0,7
MACROFAUNA											
CNIDARIA											
<i>Antholobe achates</i>			1	1		1					0,3
<i>Phymanthea pluvia</i>					1		1				0,2
POLYCHAETA											
Cirratulidae indet.	9										0,9
Terebellidae indet.	2										0,2
Syllidae indet	3										0,3
Lumbrinereidae indet	2										0,2
Nereidae indet.	4										0,4
MOLLUSCA											
<i>Concholepas concholepas</i>				1	1						0,2
<i>Fissurella latimarginata</i>	1		1		1						0,3
<i>Tegula tridentata</i>	21	14	15								5
<i>Fissurella nigra</i>		1									0,1
CRUSTACEA											

Abundancia (Ind/0,25 m ²) Taxa	CV-T11										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
<i>Rhynchocinetes typus</i>							1				0,1
<i>Taliepus dentatus</i>							1				0,1
<i>Eurypodius latreillei</i>							1				0,1
ECHINODERMATA											
<i>Heliasther helianthus</i>		1		1	1						0,3
<i>Tetrapygnus niger</i>	1	3		1							0,5
<i>Ophiactis sp</i>	1										0,1

Campaña Otoño

En las transectas adicionales, el número de Taxa totales registradas fue de 5, con un total de 5 especies. La cobertura total estuvo predominada por macroalgas pardas, de la Clase Phaeophyceae, específicamente de la especie de *Lessonia trabeculata* (Figura 2.5-182).

Figura 2.5-182. Cobertura Total en las Transectas Submareales Adicionales de Fondos Duros. Sector km 14. Mayo, 2012



El sector de estudio se caracterizó por el predominio de sustrato desnudo (arena y roca) con una alta ocurrencia de roca (25%), y una alta presencia de “huirio palo”, *Lessonia trabeculata*, formando en algunos sectores densos *huirales*. Esta alga es considerada recurso pesquero y es frecuentemente explotada por pescadores artesanales en otras localidades del país. Se aprecia además la ocurrencia de un Cnidario (*Anemonia alicemartinae*) (Fotografía 2.5-41), una especie de esponja (*Clionopsis platei*) y especie de cirripedio (*Balanus laevis*).

Fotografía 2.5-41. *Anemonia alicemartinae* en la Transecta CV-T3



Tabla 2.5-237. Listado Taxonómico de las Especies Registradas en las Transectas Submareales Adicionales, Emplazadas en el Sector km 14. Mayo, 2012

Transectas submareal Sector km 14				Frecuencia de Ocurrencia
Taxón	T1	T2	T3	
MACROALGAS				
PHAEOPHYCEAE				
<i>Lessonia trabeculata</i>	X	X	X	100,0
MACROINVERTEBRADOS				
ARTHROPODA				
Crustácea				
<i>Balanus laevis</i>	X		X	66,6
ECHINODERMATA				
<i>Stichaster striatus</i>		X	X	66,6
CNIDARIA				
<i>Anemonia alicemartinae</i>	X	X	X	100,0
PORÍFERA				
<i>Clionopsis platei</i>		X	X	66,6

En todas las transectas se observó la presencia de macroinvertebrados y algas. La especie algal registrada en el área correspondió a *L. trabeculata*, presente en todas las estaciones al igual que la especie de anemona *Anemonia alicemartinae*.

En relación al sustrato, se observó el predominio de la roca sobre la arena, en todas las transectas. El cirripedio *Balanus laevis* sólo se observó en las transectas T1 (SM-01) y T3 (sm-03). Mientras que el equinodermo *Stichaster striatus* (Fotografía 2.5-42) sólo se presentó en T2 (SM-02) y T3, al igual que la especie esponja *Clionopsis platei*.

Las Tabla 2.5-238 a la Tabla 2.5-240 muestran las coberturas totales presentes en las distintas transectas.

Fotografía 2.5-42. *Stichaster striatus* en la Transecta CV-T3



Tabla 2.5-238. Cobertura (%) de las Especies Registradas en la Transecta SM-01. Sector km 14. Mayo, 2012

Cobertura (%/0,25M ²) Taxa	CV-T1										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
PHAEOPHYCEAE											
<i>Lessonia trabeculata</i>	100	100	40	30	100	100	15	100	100	30	72
MACROFAUNA											
ARTHROPODA											
<i>Balanus laevis</i>	0	0	10	0	0	0	5	0	0	10	3
CNIDARIA											
<i>Anemonia alicemartinae</i>	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1
SUSTRATO DESNUDO											
<i>Roca</i>	0	0	50	65	0	0	70	0	0	60	25

**Tabla 2.5-239. Cobertura (%) de las Especies Registradas en la Transecta SM-02.
Sector km 14. Mayo, 2012**

Cobertura (%/0,25M ²) Taxa	CV-T2										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
PHAEOPHYCEAE											
<i>Lessonia trabeculata</i>	100	0	20	100	90	60	100	0	0	100	57
MACROFAUNA											
ECHINODERMATA											
<i>Stichaster striatus</i>	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CNIDARIA											
<i>Anemonia alicemartinae</i>	0	0	0	0	1	0	0	10	20	0	3
PORÍFERA											
<i>Clionopsis platei</i>	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	4
SUSTRATO DESNUDO											
<i>Arena</i>	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	4
<i>Roca</i>	0	92	80	0	9	0	0	50	80	0	31

**Tabla 2.5-240. Cobertura (%) de las Especies Registradas en la Transecta SM-03.
Sector km 14. Mayo, 2012**

Cobertura (%/0,25M ²) Taxa	CV-T3										Media
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
MACROALGAS											
PHAEOPHYCEAE											
<i>Lessonia trabeculata</i>	0	10	100	100	50	0	100	100	10	100	57
MACROFAUNA											
ARTHROPODA											
<i>Balanus laevis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1
ECHINODERMATA											
<i>Stichaster striatus</i>	0	2	0	0	4	0	0	0	5	0	1
CNIDARIA											
<i>Anemonia alicemartinae</i>	0	4	0	0	6	6	0	0	10	0	3
PORÍFERA											
<i>Clionopsis platei</i>	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	4
SUSTRATO DESNUDO											
<i>Arena</i>	100	0	0	0	0	23	0	0	20	0	14
<i>Roca</i>	0	84	0	0	0	70	0	0	53	0	20

2.5.4.7.1.1. Índices Ecológicos

Campaña Invierno

La Tabla 2.5-241 resume los atributos comunitarios estimados para la macrobiota submareal de sustrato rocoso del sector en estudio.

En términos de riqueza específica total, el mayor registro fue de 16 taxa, valor obtenido en la transecta CV-T5. No se observaron especies en la transecta CV-T1, por tanto no fueron estimados los parámetros comunitarios en esta transecta.

Los resultados de los índices y atributos ecológicos se presentan de acuerdo a los dos tipos de ensamblajes comunitarios registrados, estos son: especies de invertebrados no coloniales (móviles) e invertebrados coloniales (sésiles).

Respecto al primer ensamblaje (invertebrados no coloniales), los niveles de riqueza específica fluctuaron entre 8 (CV-T5 y CV-T8) y 3 especies (CV-T6).

La diversidad de Shannon, en tanto, fluctuó entre 2,376 bits/ind (CV-T5) como valor máximo. Además de esta estación, destacaron en términos de diversidad las transectas CV-T4 y CV-T9. En tanto, el menor valor de H' de 0,973 bits/ind se obtuvo en CV-T7, lo cual se explica debido al predominio en esta transecta del gasterópodo *Tegula tridentata*.

Los niveles de Uniformidad (J') alcanzados por las transectas en el sector de estudio fluctuaron en tanto entre 0,221 (CV-T3) y 0,705 (CV-T6). Ambas transectas a su vez presentaron los valores extremos de dominancia, los cuales fluctuaron entre 0,932 (CV-T3) y 0,354 (CV-T6).

Tabla 2.5-241. Índices de Diversidad de Shannon-Wiener (H'), Índice de Uniformidad de Pielou (J'), Dominancia de Simpson (D'), Riqueza de Especies y Abundancia total. Obtenidos en las Transectas Submareales Sector km 14, Septiembre, 2011

Ensamble	Transecta	Diversidad de Shannon (H') Log^2	Uniformidad (J')	Dominancia de Simpson (D)	Riqueza (S)	Riqueza Total (S)
*Invertebrados no coloniales * <i>Lessonia trabeculata</i>	CV-T1	S/E	S/E	S/E	S/E	
	CV-T2	1,348	0,851	0,45	3	6
	CV-T3	1,590	0,795	0,373	4	6
	CV-T4	2,212	0,788	0,276	7	13
	CV-T5	2,376	0,792	0,232	8	16
	CV-T6	1,998	0,86	0,304	5	11
	CV-T7	0,973	0,496	0,604	4	10
	CV-T8	1,184	0,395	0,601	8	13
	CV-T9	2,053	0,732	0,315	7	14
	CV-T10	1,728	0,668	0,345	6	13
	CV-T11	1,006	0,503	0,601	4	10
*Sedentarios coloniales	CV-T1	S/E	S/E	S/E	S/E	
*Macroalgas	CV-T2	0,93	0,587	0,621	3	
	CV-T3	0,221	0,221	0,932	2	

Ensamble	Transecta	Diversidad de Shannon (H') Log ²	Uniformidad (J')	Dominancia de Simpson (D)	Riqueza (S)	Riqueza Toral (S)
	CV-T4	1,385	0,536	0,503	6	
	CV-T5	1,772	0,591	0,398	8	
	CV-T6	1,822	0,705	0,388	6	
	CV-T7	1,532	0,593	0,455	6	
	CV-T8	1,307	0,563	0,514	5	
	CV-T9	178	0,634	0,354	7	
	CV-T10	1,522	0,542	0,42	7	
	CV-T11	1,555	0,602	0,488	6	

S/E No se registran especies

* No es posible estimar los índices comunitarios

Campaña Verano

La Tabla 2.5-242 resume los atributos comunitarios estimados para la macrobiota submareal del área de estudio.

En términos de riqueza específica total, el mayor registro fue 36 taxa, valor obtenido en la transecta CV-T2. No se observan especies en CV-T1 por tanto no fueron estimados los parámetros comunitarios en esta transecta ya que el sector presentó fondo blando.

Los resultados de los índices y atributos ecológicos, se indican de acuerdo a los dos tipos de ensamblajes comunitarios registrados, estos son: especies de invertebrados no coloniales (móviles) e invertebrados coloniales (sésiles).

Respecto al primer ensamble (invertebrados no coloniales), los niveles de riqueza específica fluctuaron entre 23 (CV-T2) y 5 (CV-T10).

La diversidad de Shannon fluctúa entre 3,814 bits/ind (CV-T2) como valor máximo, destacándose también las transectas CV-T4 con (3,520 bits/ind) y CV-T5 (3,200 bits/ind). En tanto, el menor valor 0,667 bits/ind se obtuvo en CV-T7, debido al predominio en esta transecta de *Tegula tridentata*.

Los niveles de Uniformidad (J') alcanzados por las transectas en el sector de estudio fluctuaron entre 0,222 (CV-T7) y 0,879 (CV-T6). Por otro lado, los niveles de dominancia fueron en términos generales bajos con la excepción de CV-T7 con 0,831, dada la dominancia del caracol *Tegula tridentata*.

Tabla 2.5-242. Índices de Diversidad de Shannon-Wiener (H'), Índice de Uniformidad de Pielou (J'), Dominancia de Simpson (D'), Riqueza de Especies y Abundancia Total obtenidos en las Transectas Submareales Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Ensamble	Transecta	Diversidad de Shannon (H') Log ²	Uniformidad (J')	Dominancia de Simpson (D)	Riqueza (S)	Riqueza Total (S)
*Invertebrados no coloniales * <i>Lessonia trabeculata</i>	CV-T1	S/E	S/E	S/E	S/E	
	CV-T2	3,814	0,843	0,106	23	36
	CV-T3	2,352	0,784	0,247	8	14
	CV-T4	3,520	0,861	0,116	17	23
	CV-T5	3,200	0,865	0,140	13	20
	CV-T6	3,040	0,879	0,170	11	17
	CV-T7	0,667	0,222	0,831	8	12
	CV-T8	1,847	0,658	0,331	7	12
	CV-T9	2,095	0,585	0,381	12	22
	CV-T10	1,701	0,732	0,420	5	8
	CV-T11	2,874	0,689	0,273	18	26
*Sedentarios coloniales *Macroalgas	CV-T1	S/E	S/E	S/E	S/E	
	CV-T2	2,153	0,582	0,369	13	
	CV-T3	1,785	0,691	0,415	6	
	CV-T4	1,394	0,539	0,467	6	
	CV-T5	1,893	0,674	0,417	7	
	CV-T6	1,103	0,427	0,646	6	
	CV-T7	1,545	0,773	0,368	4	
	CV-T8	0,998	0,430	0,657	5	
	CV-T9	1,901	0,572	0,348	10	
	CV-T10	0,601	0,380	0,802	3	
	CV-T11	1,800	0,600	0,404	8	

S/E No se registran especies

*No es posible estimar los índices comunitarios

En el segundo ensamble compuesto por especies sedentarias y macroalgas, se aprecian niveles de riqueza que fluctuaron en un rango de 3 a 13 taxa, en las transectas CV-T10 y CV-T2 respectivamente.

Los niveles de diversidad registrados fluctuaron en un rango de 2,153 bits/ind en CV-T2 y 0,601 bits/ind en CV-T10. Comparativamente, los niveles de diversidad de este ensamble son menores a los resultados obtenidos en el ensamble de especies de invertebrados no coloniales y *Lessonia trabeculata*, grupo que fue evaluado en términos de abundancia. Sólo se observa una excepción a ello, en la transecta CV-T7, debido a la alta abundancia de *Tegula tridentata*.

Los niveles de uniformidad fueron moderados fluctuando desde 0,380 en CV-T10 a 0,773 en CV-T7. En tanto los niveles de dominancia presentaron un rango de 0,348 (CV-T9) y 0,802 CV-T10.

Campaña Otoño

Según la abundancia, no fue posible realizar un análisis de comunidades por presentar número de especies insuficientes para el análisis (Gray, 2000).

2.5.4.7.1.2. Análisis de Ordenación y Clasificación de las Estaciones de Muestreo

Campaña Invierno

La Figura 2.5-183 muestra los resultados del análisis de conglomerados o cluster realizado en base a los datos de presencia/ausencia y composición de la macrofauna bentónica submareal de sustrato rocoso de las distintas transectas de muestreo en el sector en estudio.

De acuerdo al dendrograma presentado, considerando como nivel de corte una distancia de 0,6 (app. 60%), se evidencian tres conglomerados principales. El primero de ellos está formado por las transectas CV-9, CV-10 y CV-5. Las especies que permiten esta asociación son *Hildenbrandia* sp, *Clionopsis platei*, *Choromytilus chorus* y *Crassilabrum crassilabrum*.

Un segundo conglomerado estaría formado por las transectas CV-T2 y CV-T3. La principal característica de este conglomerado es el número de especies en común (5) con respecto al total de especies en ellas (6). Las especies en común son *Lessonia trabeculata*, *Mesophyllum* sp, *Tegula tridentata*, *Turritella cingulata* y *Balanus laevis*.

El tercer conglomerado, formado por las transectas CV-6, CV-7, compartía un total de 8 especies: *Lessonia trabeculata*, *Mesophyllum* sp, *Clionopsis platei*, *Choromytilus chorus*, *Tegula tridentata*, *Turritella cingulata*, *Xanthochorus cassidiformis* y *Balanus laevis*.

La Figura 2.5-184, en tanto, muestra el resultado del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) para las transectas en estudio. De acuerdo a ello, se observa en el gráfico cartesiano la disposición de las transectas cuya distancia se asocia a los niveles de similitud de éstas. De acuerdo a ello, las transectas más similares evidencian una menor distancia entre ellas, concordando con la delimitación de los conglomerados. Así por ejemplo, resulta evidente la unión entre las transectas CV-9, CV-10 y CV-5 y entre las transectas CV-T2 y CV-T3, dada la similitud en la conformación de especies de las mismas.

Figura 2.5-183. Dendrograma de Clasificación Numérica de las Transectas Submareales. Basados en el Índice de Similitud de Jaccard. Sector km 14. Septiembre, 2011

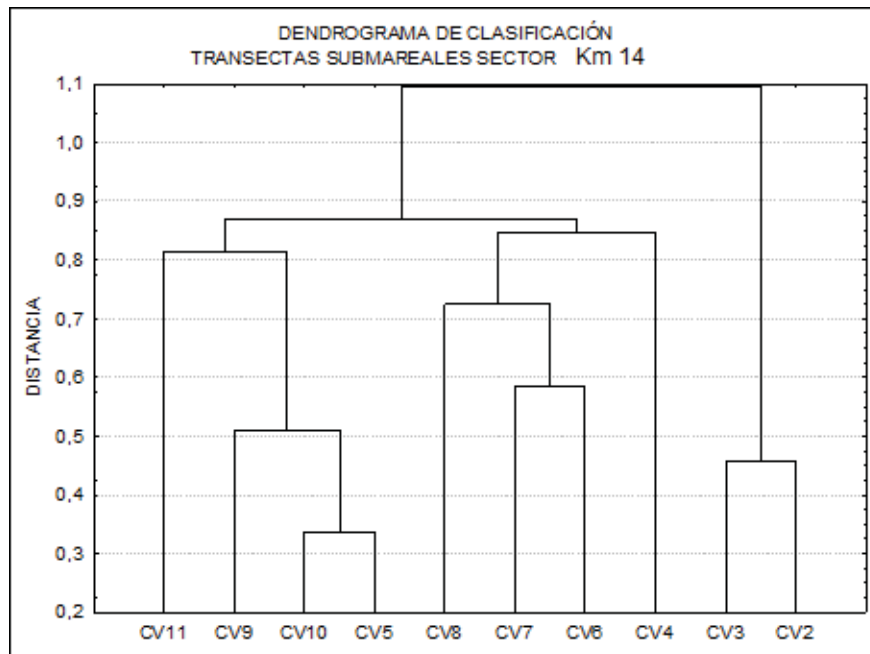
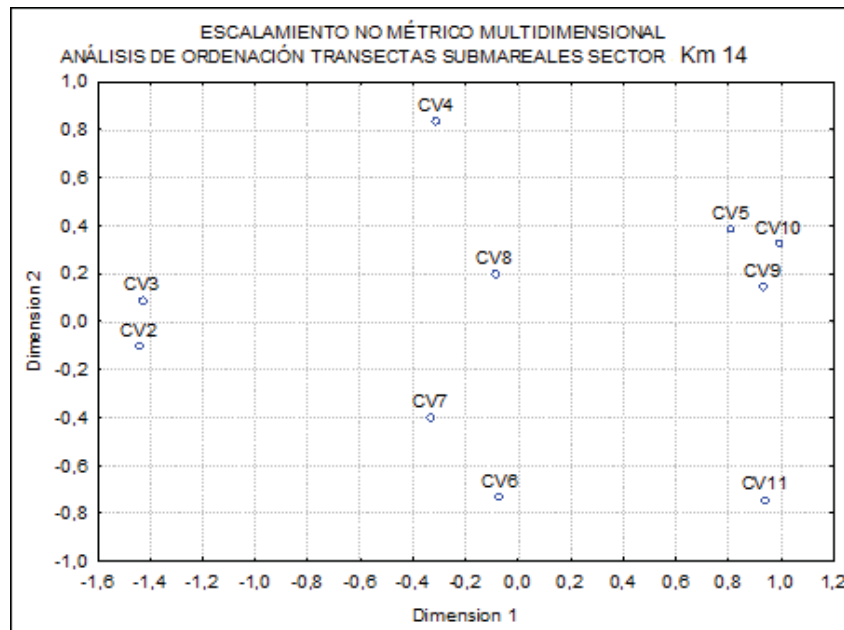


Figura 2.5-184. Gráfica Resultante del Análisis de Escalamiento no Métrico Multidimensional (NMDS), ejecutado sobre la Base del Índice de Jaccard, de las Transectas Submareales. Sector km 14. Septiembre, 2011



Campaña Verano

La Figura 2.5-184 muestra los resultados del análisis de conglomerados o cluster realizado en base a los datos presencia/ausencia y composición de la macrofauna bentónica submareal de las distintas transectas de muestreo.

En términos generales, las transectas evidencian altos niveles de similitud, con valores que superan el 55%. Considerando un 75% de similitud, se discriminan dos conglomerados; el primero está formado por CV-T6, CV-T4, CV-T8, CV-T7, CV-T3 y el segundo conglomerado reúne a las transectas CV-T9, CV-T11, CV-T5, CV-T2.

Las transectas con menor porcentaje de similitud presentan en común 8 especies; *Glosophora kunthii*, *Lessonia trabeculata*, *Hildenbrandtia sp*, *Mesophyllum sp*, *Anemonia alicemartinae*, *Tegula tridentata*, *Pagurus edwardsi*, *Meyenaster gelatinosus*.

La Figura 2.5-185 muestra el resultado del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). De acuerdo a ello, se observa en el grafico cartesiano la disposición de las transectas cuya distancia se asocia a los niveles de similitud de éstas. Las cercanías de los puntos que representan a cada una de las transectas reflejan una alta similitud entre éstas en términos de sus componentes macrobióticos.

Figura 2.5-185. Dendrograma de Clasificación Numérica de las Transectas Submareales. Basados en el Índice de Similitud de Jaccard. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

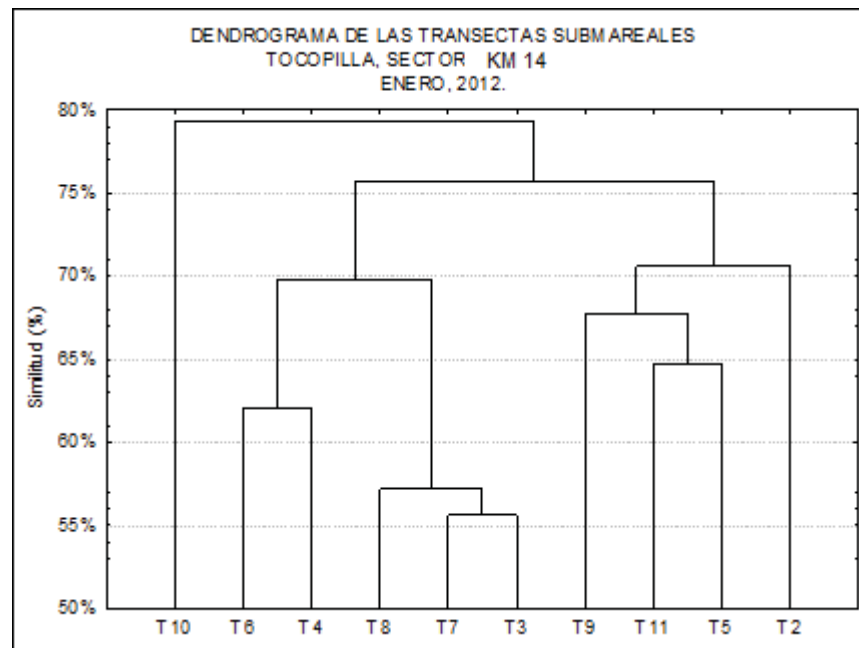
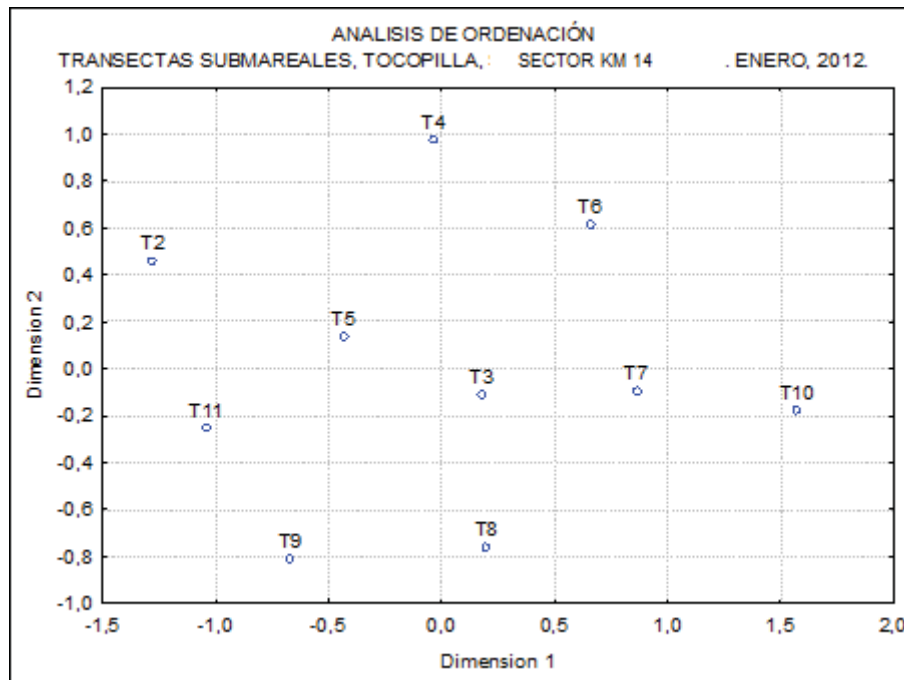


Figura 2.5-185. Gráfica Resultante del Análisis de Escalamiento no Métrico Multidimensional (NMDS), ejecutado sobre la Base del Índice de Jaccard, de las Transectas Submareales. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



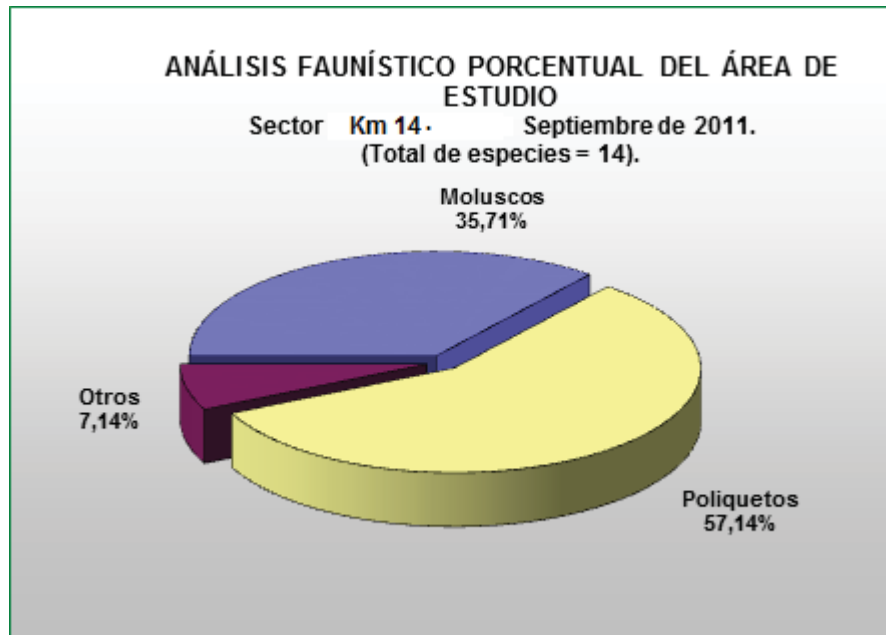
2.5.4.7.2. Estudio de Comunidades Macrobentónicas Submareales de Sustrato Blando

2.5.4.7.2.1. Análisis Faunístico del Área de Estudio

Campaña Invierno

El análisis faunístico detallado arrojó un total de 14 taxa (especies) diferentes. De acuerdo a la Figura 2.5-186, 5 especies pertenecen al grupo de los moluscos (equivalentes al 35,71% del total de especies encontradas), 8 al grupo de los poliquetos (57,14% del total de taxa) y 1 al grupo de otros (7,14% del total), correspondiente a una especies del phylum Nematoda. No se encontraron representantes del grupo de los crustáceos. La Tabla 2.5-243 muestra el listado de especies encontradas en cada una de las estaciones estudiadas. De esta tabla se desprende, brevemente, que la estación con mayor riqueza de especies fue la LV-4, con 7 taxa, seguida por las estaciones LV-1 y LV-3 con 4 y 3 taxa, respectivamente. A su vez, en la estación LV-10 no se presentaron organismos. En el mismo contexto, al observar la situación particular de cada estación, se puede determinar que, en general, existe una baja riqueza de organismos.

Figura 2.5-186. Análisis Faunístico Porcentual del Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



En cuanto al grupo más representativo del macrobentos de fondos blandos, los gusanos anélidos poliquetos, se presentaron en esta ocasión en un porcentaje de 57,14% de la abundancia promedio total. Este porcentaje sería concordante considerando que un alto porcentaje de las estaciones presenta sedimento limo arcilla. Esto queda reflejado al utilizar, por ejemplo, el estudio de Zuñiga *et al.* (1983), realizado en la Bahía de Mejillones del Sur, donde encontraron en sedimentos tipo arena, porcentajes de poliquetos de un 33,4% (valor similar al registrado en este estudio). En tanto, en arena fangosa este porcentaje se elevaba a 55,6%, mientras que en fango este alcanzaba al 76,7%. Es decir, aumentando el contenido de sedimento fino (fango-limoso) y, por lo tanto, el porcentaje de materia orgánica, aumenta el número de poliquetos y viceversa.

Desde el punto de vista de la composición especie-específica (Tabla 2.5-244), sólo la especie de Nematoda indet. presentó una frecuencia de aparición mayor al 40% (presente en 5 o más estaciones), lo que da cuenta de una muy mala distribución de las especies en todas las estaciones.

Comparativamente, se ha incorporado en la Tabla 2.5-245 el análisis por grupos zoológicos de sedimentos submareales de otras áreas del litoral nacional, en específico del norte de Chile. En ésta se observa una variación en el aporte porcentual de cada grupo zoológico y en el número de especies. En este último, presentaría una riqueza muy baja, lejos de lo hallado en los sedimentos de las referencias, en especial de sectores como Bahía de Mejillones o el Puerto de Antofagasta. No obstante, los sedimentos presentarían un número de especies superior al hallado en El Salitre (Tocopilla), analizados en un estudio complementario a éste y no están incluidos en la Tabla 2.5-245.

Tabla 2.5-243. Listado de Especies encontradas en el Área de Estudio, por Estación. Campaña de Invierno de 2011, Sector km 14

Estación LV-2 Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia Promedio (Ind/m ²)	Biomasa Promedio (g/m ²)	D.E. Abundancia	D.E. Biomasa	C.V. Abundancia	C.V. Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa						
Phylum Nematoda										
<i>Nematoda indet.</i>	67	0,007			33	0,003	23,570	0,002	0,707	0,707
			TOTAL		33	0,003				
					H'	0				
					J'	-				
					S	1				
Estación LV-3 Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia Promedio (Ind/m ²)	Biomasa Promedio (g/m ²)	D.E. Abundancia	D.E. Biomasa	C.V. Abundancia	C.V. Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa						
Phylum Annelida Clase Polychaeta										
<i>Aricidea sp.</i>	67	0,007			67	0,002	47,140	0,005	0,707	2,121
Syllidae	67	0,007			67	13,107	47,140	0,005	0,707	0,000
Phylum Nematoda										
<i>Nematoda indet.</i>	133	0,007	67	0,007	100	0,007	47,140	0,005	0,471	0,000
			TOTAL		233	13,118				
					H'	1,079				
					J'	0,9826				
					S	3				

Estación LV-4 SubmareaL

	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia Promedio (Ind/m ²)	Biomasa Promedio (g/m ²)	D.E. Abundancia	D.E. Biomasa	C.V. Abundancia	C.V. Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa						
Phylum Mollusca										
Clase Bivalvia			67	1,893	33	0,947	47,140	1,339	1,414	1,414
<i>Mitrella unifasciata</i>										
Phylum Annelida										
Clase Polychaeta			67	1,893	33	0,947	47,140	1,339	1,414	1,414
<i>Eteone sp.</i>	67	0,007	67	0,007						
Phyllodocidae	67	0,007			67	0,149	0,000	0,00	0	0
Syllidae	133	0,007			33	0,003	47,140	0,00	1,414	1,414
Pisionidae	67	0,180			67	0,003	94,281	0,005	1,414	1,414
<i>Pareurythoe chilensis</i>	200	0,433			33	0,090	47,140	0,127	1,414	1,414
Phylum Nematoda			67	0,007	133	0,220	94,281	0,302	0,707	1,371
<i>Nematoda indet.</i>	67	0,007	0	0,000	33	0,003	47,140	0,005	1,414	1,414
			TOTAL		400	1,416				
					H'	1,79				
					J'	0,9199				

Estación LV-5 Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia Promedio (Ind/m ²)	Biomasa Promedio (g/m ²)	D.E. Abundancia	D.E. Biomasa	C.V. Abundancia	C.V. Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa						
Phylum Annelida										
Clase Polychaeta										
Phyllococidae	67	0,007			33	0,003	47,140	0,005	1,414	1,414
			TOTAL		33	0,003				
					H'	0				
					J'	-				
					S	1				
Estación LV-6 Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia Promedio (Ind/m ²)	Biomasa Promedio (g/m ²)	D.E. Abundancia	D.E. Biomasa	C.V. Abundancia	C.V. Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa						
Phylum Nematoda										
<i>Nematoda indet.</i>			133	0,007	67	0,003	94,281	0,005	1,414	1,414
			TOTAL		67	0,003				
					H'	0				
					J'	-				
					S	1				

Estación LV-7 Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia Promedio (Ind/m ²)	Biomasa Promedio (g/m ²)	D.E. Abundancia	D.E. Biomasa	C.V. Abundancia	C.V. Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa						
Phylum Nematoda										
<i>Nematoda indet.</i>	67	0,007			33	0,003	47,140	0,005	0,707	0,1414
			TOTAL		33	0,003				
					H'	0				
					J'	-				
					S	1				
Estación LV-8 Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia Promedio (Ind/m ²)	Biomasa Promedio (g/m ²)	D.E. Abundancia	D.E. Biomasa	C.V. Abundancia	C.V. Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa						
Phylum Annelida										
Clase Polychaeta										
<i>Phyllodocidae</i>	67	0,007			33	0,003	47,140	0,005	1,414	1,414
			TOTAL		33	0,003				
					H'	0				
					J'	-				
					S	1				

Estación LV-9 Submareal

	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia Promedio (Ind/m ²)	Biomasa Promedio (g/m ²)	D.E. Abundancia	D.E. Biomasa	C.V. Abundancia	C.V. Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa						
Phylum Mollusca										
Clase Bivalvia										
<i>Turritella cingulata</i>			400	28,160	200	14,080	283	19,912	1,414	1,414
Phylum Annelida										
Clase Polychaeta										
Cirratulidae			67	0,007	33	0,003	47	0,005	1,414	1,414
			TOTAL		233	14,083				
					H'	0,4079				
					J'	0,5885				
					S	2				
Estación LV-10 Submareal										
SIN ORGANISMOS DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA										

Estación LV-11 Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia Promedio (Ind/m ²)	Biomasa Promedio (g/m ²)	D.E. Abundancia	D.E. Biomasa	C.V. Abundancia	C.V. Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa						
Phylum Mollusca										
Clase Bivalvia										
<i>Glycymeris ovata</i>	133	27,58			67	13,790	94,281	19,502	1,414	1,414
			TOTAL		67	13,790				
					H'	0				
					J'	-				
					S	1				
Estación LV-12 Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia Promedio (Ind/m ²)	Biomasa Promedio (g/m ²)	D.E. Abundancia	D.E. Biomasa	C.V. Abundancia	C.V. Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa						
Phylum Mollusca										
Clase Bivalvia										
<i>Glycymeris ovata</i>			67	28,953	67	13,79	47,140	20,473	0,707	1,485
Clase Gastrópoda										
<i>Polinices uber</i>			67	17,713	33	8,857	47,140	15,525	1,414	1,414
			TOTAL		100	22,647				
					H'	0,6342				
					J'	0,9149				
					S	2				
Estación LV-13 Submareal										

	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia Promedio (Ind/m ²)	Biomasa Promedio (g/m ²)	D.E. Abundancia	D.E. Biomasa	C.V. Abundancia	C.V. Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa						
Phylum Mollusca										
Clase Bivalvia										
<i>Spionidae</i>	133	0,0001	0	0,000	33	0,003	94,281	0,000	2,828	0,021
			TOTAL		33	0,003				
					H'	0				
					J'	-				
					S	1				

Tabla 2.5-244. Listado de Especies Presentes en el Área de Estudio con una Frecuencia de Aparición Mayor o Igual a 40% (Presentes en 5 ó más Estaciones, de un Total de 12)- Sector km 14, Invierno de 2011

Especie	Frecuencia de Aparición (%)
<i>Nematoda indet.</i>	41,67

Tabla 2.5-245. Comparación de los aportes Porcentuales por Grupos Zoológicos del Área de Estudio en Relación a Diversos Estudios Efectuados a Nivel Nacional

Taxa	Este Estudio	Puerto Antofagasta (1)	Mejillones (2)	El Salitre / Tocopilla (3)
Crustáceos	-	22% (5)	32% (18)	100% (1)
Poliquetos	57,14% (7)	17% (4)	29% (16)	-
Moluscos	35,71% (5)	61% (14)	34% (19)	-
Equinodermos y Otros	7,14% (1)	-	3% (5)	-
Total de Especies	14	23	56	1

(1) EPA (2003)

(3) EcoTecnos Ltda. (2006)

(3) EcoTecnos Ltda. (2011)

Campaña Verano

El análisis faunístico detallado del sector arrojó un total de 14 taxa (especies) diferentes. De acuerdo a la Figura 2.5-187, 6 especies pertenecen al grupo de los moluscos (equivalentes al 42,86% del total de especies encontradas), 5 a los poliquetos (35,71%), 2 a los crustáceos (14,29%) y 1 al grupo de Equinodermos y otros (7,14% del total), correspondiente a una especie del phylum Nematoda. La Tabla 2.5-246 muestra el listado de especies encontradas en cada una de las estaciones estudiadas. De esta tabla se desprende, brevemente, que la estación con mayor riqueza de especies fue CV-3, con 6 taxa, seguida por la estación CV-6 con 5 taxa. A su vez, las estaciones CV-9 a CV-13 no se presentaron organismos. En el mismo contexto, al observar la situación particular de cada estación, se puede determinar que, en general, existe en esta campaña de verano una muy baja riqueza de organismos.

En cuanto al grupo más representativo del macrobentos de fondos blandos, los gusanos anélidos poliquetos, se presentaron en esta ocasión en un porcentaje de 35,71% de la abundancia promedio total. Este porcentaje es similar al hallado por Zúñiga *et al.* (1983) en la Bahía de Mejillones del Sur, donde encontraron en sedimentos tipo arena, porcentajes de poliquetos de un 33,4%.

Desde el punto de vista de la composición especie-específico (Tabla 2.5-247), ninguna de las especies encontradas presentaron una frecuencia de aparición mayor o igual al 40% (presentes en 5 o más estaciones), lo que indica una muy baja homogeneidad en la distribución de las especies. Si bien las especies macrobentónicas tienden a distribuirse en los sedimentos en forma de "parches" (Gray & Elliott, 2009), en este caso tal distribución no justificaría la escasez de especies, y probablemente existen factores exógenos que puedan estar influyendo en el estado ambiental/ecológico de estas comunidades.

Figura 2.5-187. Análisis Faunístico Porcentual del Área de Estudio. Campaña de Verano de 2012, Sector km 14

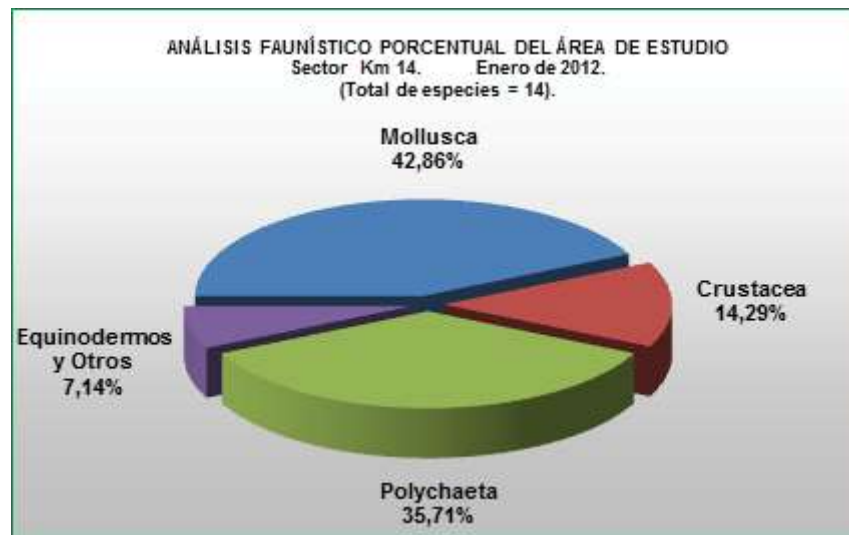


Tabla 2.5-246. Listado de Especies Encontradas en el Área de Estudio, por Estación. Campaña de Verano de 2012, Sector km 14

Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia	Biomasa	D.E.	D.E.	C.V	C.V
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa	Promedio (Ind/m ²)	Promedio (g/m ²)	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa
Estación CV-1										
Gastropoda										
<i>Nassarius gayi</i>			10	0,001	5	0,001	7,071	0,001	1,414	1,155
<i>Turritella cingulata</i>			10	0,312	5	0,156	7,071	0,18	1,414	1,155
Polychaeta										
Syllidae	60	0,007	20	0,001	40	0,004	28,284	0,004	0,707	0,946
			TOTAL		50	0,161				
					H'	0,639				
					J'	0,5817				
					S	3				
Estación CV-2										
Crustacea										
Ostracoda 1	60	0,222			30	0,111	42,426	0,128	1,414	1,155
<i>Pagurus perlatus</i>	10	0,001			5	0,001	7,071	0,001	1,414	1,155
Polychaeta										
Syllidae			10	0,001	5	0,001	7,071	0,001	1,414	1,155
Nematoda										
Nematoda indet.			10	0,001	5	0,001	7,071	0,001	1,414	1,155

Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia	Biomasa	D.E.	D.E.	C.V	C.V
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa	Promedio (Ind/m ²)	Promedio (g/m ²)	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa
			TOTAL		45	0,113				
					H'	1,003				
					J'	0,7233				
					S	4				
Estación CV-3										
Gastropoda										
<i>Tegula atra</i>	10	0,438			5	0,219	7,071	0,31	1,4142	1,4142
<i>Xanthochorus cassiformis</i>	10	12,11			5	6,055	7,071	8,563	1,4142	1,4142
<i>Turritella cingulata</i>			30	1,538	15	0,769	21,213	1,088	1,4142	1,4142
Polychaeta										
Syllidae	10	0,187	20	0,001	15	0,094	7,071	0,132	0,4714	1,3992
Paraonidae			10	0,001	5	0,001	7,071	0,001	1,4142	1,4142
Nematoda										
Nematoda indet.	20	0,001			10	0,001	14,142	0,001	1,4142	1,4142
			TOTAL		55	7,138				
					H'	1,673				
					J'	0,9335				
					S	6				

Submarea										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia	Biomasa	D.E.	D.E.	C.V	C.V
					Promedio	Promedio	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa	(Ind/m2)	(g/m2)				
Estación CV-4										
Gastropoda										
<i>Tegula luctuosa</i>	10	0,039			5	0,013	7,071	0,028	1,414	2,121
<i>Tegula atra</i>			20	2,606	10	0,869	14,142	1,843	1,414	2,121
<i>Turritella cingulata</i>	60	62,047	30	24,088	45	28,712	21,213	26,841	0,471	0,935
Polychaeta										
Cirratulidae	10	0,001			5	0	7,071	0,001	1,414	2,121
			TOTAL		65	29,594				
					H'	0,9372				
					J'	0,676				
					S	4				
Estación CV-5										
SUSTRATO ROCOSO										
Estación CV-6										
Gastropoda										
<i>Turritella cingulata</i>	10	2,26			5	1,13	7,071	1,598	1,414	1,414
Polychaeta										

Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia	Biomasa	D.E.	D.E.	C.V	C.V
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa	Promedio (Ind/m2)	Promedio (g/m2)	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa
Estación CV-4										
Hemipodus simplex	10	0,001			5	0,001	7,071	0,001	1,414	1,414
Paraonidae			20	0,001	10	0,001	14,142	0,001	1,414	1,414
Syllidae			10	0,001	5	0,001	7,071	0,001	1,414	1,414
Nematoda										
Nematoda indet.			10	0,001	5	0,001	7,071	0,001	1,414	1,414
			TOTAL		5	0,001				
					H'	1,561				
					J'	0,9697				
					S	5				
Estación CV-7										
Gastropoda										
<i>Polinices uber</i>	10	0,742	0	0	5	0,371	7,071	0,525	1,414	1,414
Nematoda										
Nematoda indet.	10	0,001	0	0	5	0,001	7,071	0,001	1,414	1,414
			TOTAL		5	0,001				

Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia	Biomasa	D.E.	D.E.	C.V	C.V
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa	Promedio	Promedio	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa	(Ind/m2)	(g/m2)				
Estación CV-4										
					H'	0,6931				
					J'	1				
					S	2				
Estación CV-8										
Polychaeta										
<i>Pareurythoe chilensis</i>	10	0,053			5	0,027	7,071	0,037	1,414	1,414
Cirratulidae			10	0,001	5	0,001	7,071	0,001	1,414	1,414
			TOTAL		5	0,001				
					H'	0,6931				
					J'	1				
					S	2				
Estación CV-9										
SIN ORGANISMOS DE LA MACROINFAUNA BENTÓNICA										

Submareal										
	Réplica 1		Réplica 2		Abundancia	Biomasa	D.E.	D.E.	C.V	C.V
					Promedio	Promedio	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa	(Ind/m2)	(g/m2)				
Estación CV-10										
SIN ORGANISMOS DE LA MACROINFAUNA BENTÓNICA										
Estación CV-11										
SIN ORGANISMOS DE LA MACROINFAUNA BENTÓNICA										
Estación CV-12										
SIN ORGANISMOS DE LA MACROINFAUNA BENTÓNICA										
Estación CV-13										
SIN ORGANISMOS DE LA MACROINFAUNA BENTÓNICA										

Tabla 2.5-247. Listado de Especies Presentes en el Área de Estudio con sus Respectivas Frecuencias de Aparición. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Espece	Frecuencia de Aparición (%)
Nematoda indet.	30,77
Syllidae	30,77
<i>Turritella cingulata</i>	30,77
Paraonidae	23,08
Cirratulidae	23,08
<i>Tegula atra</i>	23,08
<i>Tegula luctuosa</i>	7,69
<i>Polinices uber</i>	7,69
<i>Hemipodus simplex</i>	7,69
<i>Pareurythoe chilensis</i>	7,69
<i>Xanthochorus cassiformis</i>	7,69
Ostracoda 1	7,69
<i>Pagurus perlatus</i>	7,69
<i>Nassarius gayi</i>	7,69

Comparativamente, se ha incorporado en la Tabla 2.5-248 el análisis por grupos zoológicos de sedimentos submareales de otras áreas del litoral nacional del norte de Chile. En ésta se puede observar, por una parte, una variación en el aporte porcentual de cada grupo zoológico y el número de especies. En el sector, se presentó una riqueza muy baja, lejos de lo hallado en los sedimentos de las referencias, en especial de sectores como Bahía de Mejillones o el Puerto de Antofagasta. No obstante, los sedimentos presentarían un número de especies superior al hallado en El Salitre (Tocopilla).

Tabla 2.5-248. Comparación de los Aportes Porcentuales por Grupos Zoológicos del Área de Estudio en Relación a Diversos Estudios Efectuados a Nivel Nacional

Taxa	Estudio sector km 14	Puerto Antofagasta (1)	Mejillones (2)	El Salitre / Tocopilla (3)
Crustáceos	14,29%	22% (5)	32% (18)	100% (1)
Poliquetos	35,71%	17% (4)	29% (16)	-
Moluscos	42,86%	61% (14)	34% (19)	-
Equinodermos y Otros	7,14%	-	3% (5)	-
Total de Especies	14	23	56	1

Fuentes estudios: (1) EPA (2003)

(2) EcoTecnos Ltda. (2006)

(3) EcoTecnos Ltda. (2009)

Campaña Otoño

La Tabla 2.5-249 presenta las abundancias medias por estación y por especie detectadas en el monitoreo. Un total de 44 taxa de macroinvertebrados bentónicos, identificados al nivel taxonómico más bajo posible; los que a su vez pertenecen a 5 Phyla. La abundancia media del sector fue de 265 ind/m² con una variación de 124,22%.

Los artrópodos fueron los que presentaron la mayor abundancia del sector con una media de 151 ind/m² y una variación del 203,42%. Mucho más atrás, los moluscos promediaron 64 ind/m² con un porcentaje de variación asociado de 103,47%. Las abundancias relativas de artrópodos y moluscos fueron de 57,06% y 24,26% respectivamente (Figura 2.5-188).

En relación con las abundancias a nivel de especies, anfípodos de la familia Gammaridae fueron sin duda los organismos más abundantes del sector, con abundancias muy superiores al resto de las especies detectadas. La abundancia media de Gammaridae fue de 111 ind/m² con un porcentaje de variación asociado de 260,84%. Mucho más atrás, el molusco bivalvo *Aulacomya ater* promedió 39 ind/m² y una variación de 179,72%. Las abundancias medias de estos organismos fueron de 41,88% para Gammaridae y 14,66% para *Aulacomya ater*.

La estación que registró la mayor abundancia fue A7 con 1045 ind/m². Mientras que la estación que registró la menor abundancia fue A3 con 59 ind/m².

En la presente campaña, los artrópodos fueron el grupo que registró la mayor cantidad de taxa en el sector con un total de 16. Los moluscos fueron el segundo grupo en importancia en cantidad de taxa registraron 13 especies. Los anélidos presentaron un total de 11 especies.

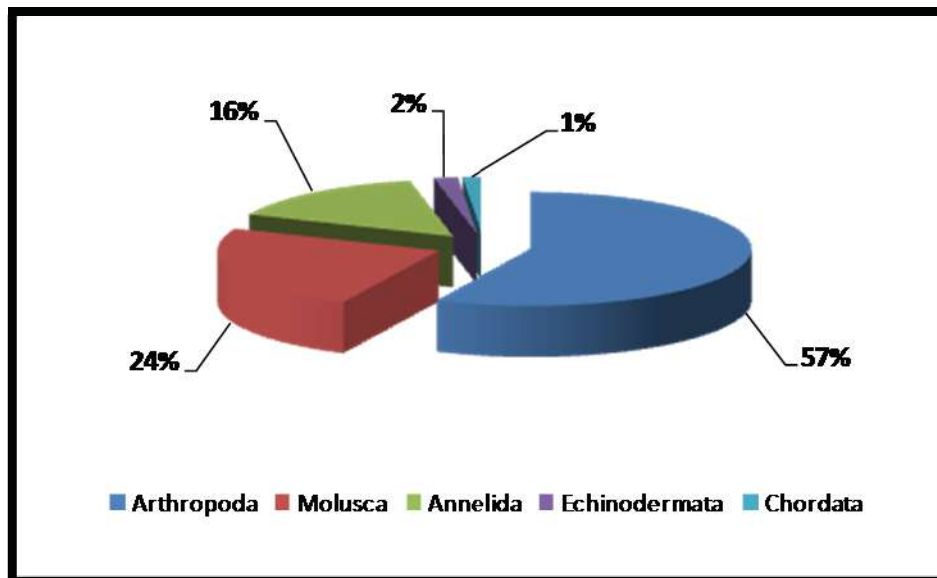
Al observar el coeficiente de variación se pudo ver que tenía valores muy altos, superando ampliamente el 250% de variación en muchos casos. Estos resultados sugieren una dispar distribución de especies dentro del sector, no sólo a nivel de especie entre estaciones, sino que también sugieren una alta variación en la distribución de las abundancias de estas especies en cada estación.

Tabla 2.5-249. Abundancia Media de Bentos Submareal

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Abund. Media	Desv. Est.	Coef. de Variación	Abund. Relativa
Arthropoda												
<i>Ampithoidae</i>	0	4	4	0	0	0	0	0	1	1,71	185,16%	0,35%
<i>Dynamenella sp.</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	1	2,62	282,84%	0,35%
<i>Gammaridae</i>	0	0	0	4	0	11	826	48	111	289,30	260,37%	41,88%
<i>Heterophoxus sp</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1,31	282,84%	0,17%
<i>Macrochiridothea sp</i>	0	19	11	0	0	0	0	0	4	7,14	192,72%	1,40%
<i>Nebalia sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1,31	282,84%	0,17%
Ostracodo 1	4	0	0	0	0	0	11	4	2	3,93	169,71%	0,87%
Ostracodo 2	0	0	0	33	0	4	0	0	5	11,67	252,08%	1,74%
<i>Pagurus edwardsi</i>	0	0	0	4	0	0	37	0	5	12,97	254,73%	1,92%
<i>Pagurus sp</i>	4	7	0	4	0	0	0	4	2	2,76	119,04%	0,87%
<i>Pagurus villosus</i>	0	0	0	19		15	11	0	6	7,92	142,54%	2,09%
<i>Paraxanthus barbiger</i>	0	0	0	0	0	0	15	0	2	5,24	282,84%	0,70%
<i>Petrolisthes granulatus</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1,31	282,84%	0,17%
Phoxocephalidae	11	0	7	11	0	30	0	4	8	9,98	126,87%	2,97%
<i>Pseudocorystes sicarius</i>	0	0	22	0	0	0	0	0	3	7,86	282,84%	1,05%
<i>Rhynchocinetes typus</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	1	2,62	282,84%	0,35%
subtotal	19	30	44	74	4	67	911	63	151	307,96	203,42%	57,06%
Molusca												
<i>Aulacomya ater</i>	4	41	0	26	207	30	4	0	39	69,85%	179,62%	14,66%
<i>Carditella tegulata</i>	7	0	0	0	0	7	0	0	2	3,43	185,16%	0,70%
<i>Chiton granosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	282,84%	0,01%
Chitonidae	0	0	0	0	0	0	30	0	4	10,48	282,84%	1,40%
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	0	0	0	0	0	4	4	0	1	1,71	185,16%	0,35%
<i>Fisurella sp</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1,31	282,84%	0,17%
Glycymeridae	11	0	0	19	0	0	0	0	4	7,14	192,72%	1,40%
<i>Nassarius gayi</i>	0	0	0	0	0	41	4		6	14,28	256,97%	2,09%
<i>Olivia peruviana</i>	4	4	0	19	0	0	4	4	4	6,09	145,96%	1,57%

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Abund. Media	Desv. Est.	Coef. de Variación	Abund. Relativa
<i>Scurria sp</i>	0	0	0	0	0	0	30	0	4	10,48	283,84%	1,40%
<i>Tegula atra</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1,31	282,84%	0,17%
<i>Tonicia sp</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	1	2,62	282,84%	0,35%
subtotal	26	44	0	63	207	81	89	4	64	66,62	103,47%	24,26%
Annelida												
Glyceridae	0	0	11	15	0	7	19	11	8	7,26	92,21%	2,97%
<i>Hemipodus sp</i>	0	0	0	0	15	26	15	4	7	9,90	133,63%	2,79%
Lumbrineridae	0	0	0	0	0	52	0	0	6	18,33	282,84%	0,44%
Nephtyidae	11	0	0	0	0	0	0	0	1	3,93	282,84%	0,52%
<i>Nephtys sp</i>	7	11	4	7	11	0	0	0	5	4,82	94,73	1,92%
Nereidae	0	0	0	7	0	30	4	4	6	10,09	181,70%	2,09%
<i>Nereis sp</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	1	2,62	282,84%	0,35%
<i>Prionospio sp</i>	0	4	0	0	0	4	0	0	1	1,71	185,16%	0,35%
<i>Pseudonereis sp</i>	0	0	0	0	0	0	4	15	2	5,21	225,26%	0,87%
Spionidae	0	0	0	0	0	19	0	0	2	6,55	282,84%	0,87%
<i>Typosyllis sp</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	1	2,62	282,84%	0,35%
subtotal	19	15	15	30	26	152	41	33	41	45,64	110,76%	15,53%
Echinodermata												
<i>Loxechinus albus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	282,84%	0,01%
Ophiuridae	0	0	0	4	0	0	11	7	3	4,31	155,33%	1,05%
<i>Tetrapygos niger</i>	0	0	0	0	0	0	15	0	2	5,24	282,84%	0,70%
subtotal	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,08	1,69%	1,76%
Chordata												
<i>Hemicordado indet</i>	0	0	0	0	25	0	4	0	4	9,07	244,95%	1,40%
subtotal	0	0	0	0	25	0	4	0	4	9,07	244,95%	1,40%
Total	63	89	59	167	263	300	1045	100	265	329,59	124,22%	100,00%

Figura 2.5-188. Abundancia Relativa por Taxa



La Tabla 2.5-250 presenta los resultados de Biomasa media por estación y por especie, en el sector estudiado. La biomasa total registrada fue de 18,56 g/m² con un porcentaje de variación asociado de 122,87%.

La Figura 2.5-189 muestra que los moluscos promediaron la mayor cantidad de biomasa del área con 14,63 g/m² y una variación de 157,28%, los que a su vez corresponden al 78,86% del total de las biomásas registradas en el sector. Más atrás, los artrópodos promediaron 1,91 g/m² y una variación asociada de 142,11%. La biomasa relativa de los artrópodos fue de 10,30%.

A nivel de especie de gastrópodo, *Olivia peruviana*, fue la que presentó mayores biomásas, promedió 9,44 g/m², con un porcentaje de variación de 248,30% y una biomasa relativa de 50,87%.

La estación que registró las más altas biomásas fue A4 con 70,65 g/. Estación que presentó un importante aporte de *Olivia peruviana* lo que explicó la elevada biomasa de la estación.

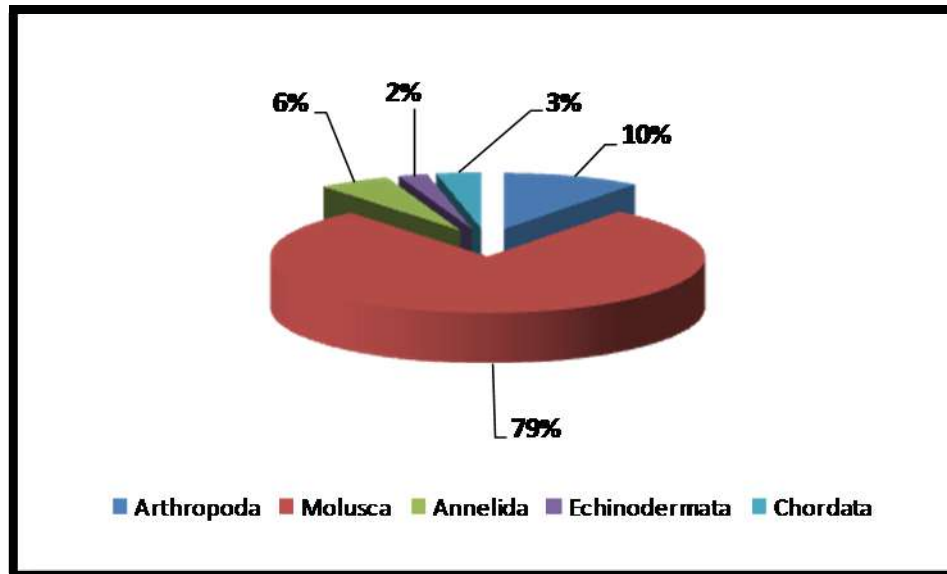
Nuevamente se observaron altos valores en los porcentajes de variación tanto a nivel de especie como de Phylum.

Tabla 2.5-250. Biomasa Promedio de las Estaciones Submareales

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Biomasa Media	Desv. Est.	Coef. Variación	De	Biomasa Relativa
Arthropoda													
<i>Ampithoidae</i>	0,000	0,014	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	203,62%		0,01%
<i>Dynamenella sp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,00	0,01	282,84%		0,01%
<i>Gammaridae</i>	0,000	0,000	0,000	0,049	0,000	0,044	4,556	0,145	0,60	1,60	266,89%		3,23%
<i>Heterophoxus sp</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	282,84%		0,01%
<i>Macrochiridothea sp</i>	0,404	0,661	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,14	0,25	188,40%		0,73%
<i>Nebalia sp</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,00	0,01	282,84%		0,02%
Ostracodo 1	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,007	0,00	0,01	178,93%		0,03%
Ostracodo 2	0,000	0,000	0,000	0,207	0,000	0,074	0,000	0,000	0,04	0,07	210,98%		0,19%
<i>Pagurus edwardsi</i>	0,000	0,000	0,000	0,572	0,000	0,000	0,581	0,000	0,14	0,27	185,17%		0,78%
<i>Pagurus sp</i>	0,073	3,619	0,000	0,139	0,000	0,000	0,000	0,141	0,50	1,26	254,42%		2,68%
<i>Pagurus villosus</i>	0,000	0,000	0,000	0,144	0,000	0,036	0,050	0,000	0,03	0,05	175,93%		0,15%
<i>Paraxanthus barbiger</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,184	0,000	0,27	0,77	282,84%		1,47%
<i>Petrolisthes granulatus</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,158	0,000	0,02	0,06	282,84%		0,11%
Phoxocephalidae	0,180	0,000	0,017	0,056	0,000	0,527	0,000	0,029	0,10	0,18	180,45%		0,54%
<i>Pseudocorystes sicarius</i>	0,000	0,000	0,338	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,04	0,12	282,84%		0,23%
<i>Rhynchocinetes typus</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,187	0,000	0,02	0,07	282,84%		0,13%
subtotal	0,66	4,29	0,38	1,17	0,01	0,70	7,74	0,35	1,91	2,72	142,11%		10,30%
Molusca													
<i>Aulacomya ater</i>	0,11	0,95	0,00	1,08	4,50	8,82	0,61	0,00	2,01	3,12	155,36%		10,83%
<i>Carditella tegulata</i>	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,02	0,06	223,64%		0,13%
<i>Chiton granosus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,06	0,18	282,84%		0,34%
Chitonidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,84	0,00	0,23	0,65	282,84%		1,24%
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,51	0,77	0,00	0,28	0,56	197,86%		1,53%
<i>Fisurella sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,04	0,10	282,84%		0,19%
Glycymeridae	6,10	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	2,14	256,93%		4,49%
<i>Nassarius gayi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,14	0,40	0,00	1,19	3,21	269,56%		6,43%

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Biomasa Media	Desv. Est.	Coef. De Variación	Biomasa Relativa
<i>Olivia peruviana</i>	1,12	0,39	0,00	67,22	0,00	0,00	6,17	0,62	9,44	23,44	248,30%	50,87%
<i>Scurria sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,07	0,18	282,84%	0,35%
<i>Tegula atra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52	0,00	0,44	1,24	282,84%	2,37%
<i>Tonicia sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,02	0,05	282,84%	0,09%
subtotal	7,38	1,33	0,00	68,86	4,50	19,63	14,75	0,62	14,63	23,02	157,28%	78,86%
Annelida												
Glyceridae	0,00	0,00	0,002	0,04	0,00	0,05	0,51	0,72	0,17	0,28	168,86%	0,90%
<i>Hemipodus sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,23	0,48	0,02	0,18	0,26	150,50%	0,95%
Lumbrineridae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,04	0,10	282,84%	0,19%
<i>Nephtyidae</i>	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	282,84%	0,10%
<i>Nephtys sp</i>	0,66	1,77	0,09	0,45	0,72	0,00	0,00	0,00	0,46	0,61	131,62%	2,49%
Nereidae	0,000	0,000	0,000	0,126	0,000	0,172	0,033	0,012	0,04	0,07	157,77%	0,23%
<i>Nereis sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01	0,03	282,84%	0,05%
<i>Prionospio sp</i>	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	228,97%	0,06%
<i>Pseudonereis sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,18	0,05	0,10	186,95%	0,28%
Spionidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,01	0,04	282,84%	0,07%
<i>Typosyllis sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01	0,02	282,84%	0,04%
subtotal	0,81	1,83	0,12	0,61	1,39	0,99	1,25	0,93	0,99	0,52	52,32%	5,35%
Echinodermata												
<i>Loxechinus albus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,06	0,16	282,84%	0,30%
Ophiuridae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,97	0,13	0,34	251,48%	0,73%
<i>Tetrapygus niger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,69	0,00	0,21	0,60	282,84%	1,14%
subtotal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,40	0,16	39,25%	2,16%
Chordata												
<i>Hemicordado indet</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	4,75	0,00	0,18	0,00	0,62	1,67	271,26%	3,32%
subtotal	0,00	0,00	0,00	0,00	4,75	0,00	0,18	0,00	0,62	1,67	271,26%	3,32%
Total	8,85	7,46	0,49	70,65	10,66	21,31	24,36	1,90	18,56	22,79	122,83%	100,00%

Figura 2.5-189. Biomasa por Taxon



2.5.4.7.2.2. Índices Ecológicos

Campaña Invierno

La Tabla 2.5-251 resume los resultados obtenidos del cálculo de los parámetros ecológicos de diversidad específica (H'), uniformidad específica (J') y riqueza específica (S, número de especies) en el sector.

Tabla 2.5-251. Resumen de los Índices Ecológicos Calculados en este Estudio, para cada una de las Estaciones Analizadas. Campaña de Invierno de 2011, Sector km 14

Estación	Diversidad (H')	Uniformidad (J')	Riqueza (S)
LV-1	1,386	0,9999	4
LV-2	0,000	0,000	1
LV-3	1,079	0,9826	3
LV-4	1,79	0,9199	7
LV-5	0,000	0,000	1
LV-6	0,000	0,000	1
LV-7	0,000	0,000	1
LV-8	0,000	0,000	1
LV-9	0,4079	0,5885	2
LV-10	0,000	0,000	0
LV-11	0,000	0,000	1
LV-12	0,6342	0,9149	2
LV-13 (Control)	0,000	0,000	1

Estación	Diversidad (H')	Uniformidad (J')	Riqueza (S)
Promedio incluyendo la estación Control	0,407 ± 0,626	0,3339 ± 0,457	2 ± 2
Promedio excluyendo la estación Control	0,441 ± 0,641	0,367 ± 0,465	2 ± 2

- **Diversidad Específica**

Para comprender lo que significan los números arrojados por el índice de Diversidad Específica, es importante explicar que este índice, también denominado “Heterogeneidad Específica”, es una característica típica del nivel de la comunidad en la organización biológica de un ecosistema, considerándose como una expresión de la estructura de la comunidad. Se dice que una comunidad tiene diversidad específica alta, si muchas especies presentes son iguales o semejantes en cuanto a su abundancia; por otra parte, cuando la comunidad está compuesta por muy pocas especies, o si únicamente muy pocas especies son abundantes, la diversidad específica es baja. En síntesis, una diversidad alta indica una comunidad compleja porque una gran variedad de especies permite mayor número de interacciones específicas que involucran transferencia de energía, depredación, competencia, etc.

Como se observa en la Tabla 2.5-251, el índice H' promedio para toda el área de estudio es igual a 0,407 ± 0,626 ind/bits. En tanto, si se excluye la estación control (estación LV-13), este valor cambia a 0,441 ± 0,465 ind/bits. Lo anterior da cuenta que el número de especies halladas en la estación de referencia, prácticamente no genera cambios en la diversidad específica global promedio del área. Dado que se está evaluando la calidad de las comunidades del área de influencia, es importante considerar el índice arrojado para las 12 estaciones, excluyendo el control. El valor de 0,441 ind/bits, comparado con estudios realizados en otras áreas del país, representa comunidades con una diversidad baja. De acuerdo a la clasificación de (Hendey, 1977):

H' de 0-1 = Polución severa

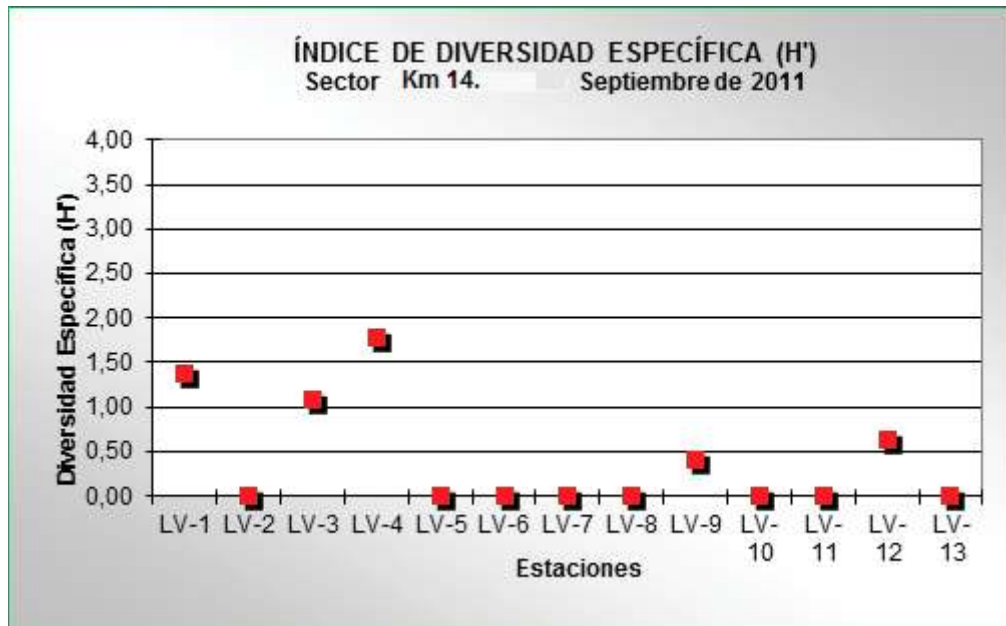
H' de 1-2 = Polución moderada

H' de 2-3 = Polución ligera

H' de 3-4 = Polución no detectable

Como se puede apreciar, en este caso, es claro que todas las estaciones estudiadas presentan muy bajos índices de diversidad específica (Figura 2.5-190), siendo H' = 0 ind/bits en 8 de las 13 estaciones estudiadas. Esto estaría dado principalmente por la baja riqueza registrada en aquellas estaciones, con 1 taxa y en una de ellas sin organismos (LV-10). En tanto, el valor más alto de H' obtenido se observó en la estación LV-4 (H' = 1,79 ind/bits), lo que estaría determinado por un mayor número de especies (7 taxa) y su alta uniformidad (0,9199). De esta forma, las estaciones LV-1, LV-3 y LV-4 se clasificarían de acuerdo a Hendey (1977) como con *Polución Moderada* y las restantes estaciones se clasificarían con *Polución Severa*.

Figura 2.5-190. Variación del Índice de Diversidad Específica (H') por Estación.- Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



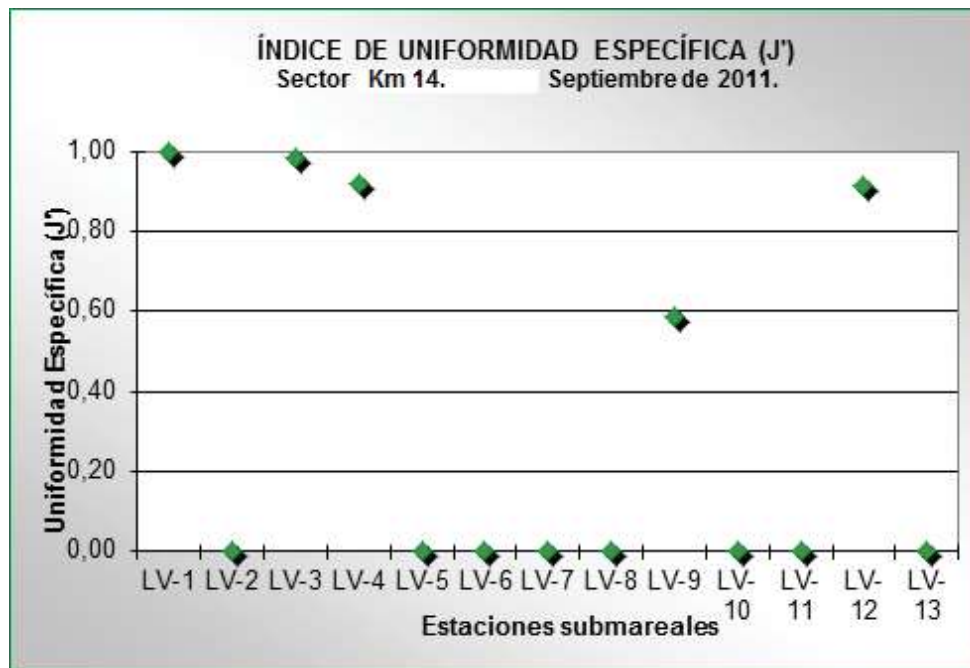
- **Uniformidad Específica**

Por otra parte, es importante considerar que la diversidad específica es un índice que varía bastante de acuerdo a la presencia de especies con un número mayor de individuos, y es casi independiente de las especies con un pequeño número de individuos. Por lo tanto, es importante considerar el concepto de Uniformidad Específica (J'). Este índice, junto a la diversidad H' permiten describir la riqueza de especies y la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies en una comunidad. De manera que un cambio en la relación entre H' y J resulta no sólo de una fluctuación en el número de especies, sino que también en cambios en las especies dominantes (Gray 1981).

En resumen, este índice arroja información acerca de la distribución de un individuo de una especie dentro de un área específica; es decir, si existe equilibrio entre el número de individuos de una especie con respecto a las otras. El valor máximo posible para este índice es 1,0, que indicaría que existe una gran uniformidad o equilibrio en la distribución de los individuos de las diferentes especies en un área específica de estudio.

Los resultados de la Tabla 2.5-251 y la Figura 2.5-191 permiten afirmar que existe una deficiente distribución de las abundancias de los organismos en las comunidades de las estaciones estudiadas, considerando que el promedio del área (sin considerar la estación control) es de $J' = 0,367 \pm 0,465$, lo que corresponde a una uniformidad baja. A su vez, las altas uniformidades específicas de las estaciones LV-1, LV-3, LV-4 y LV-12 se deben principalmente a que las pocas especies registradas en cada una, presentan abundancias similares. Por otro lado, el menor valor de uniformidad de la estación LV-9 se debe principalmente, a que las dos especies presentes exhiben abundancias bastante diferentes. No obstante lo anterior, los escasos valores de J' reflejan la mala distribución de las abundancias relativas de las escasas especies registradas en los sedimentos.

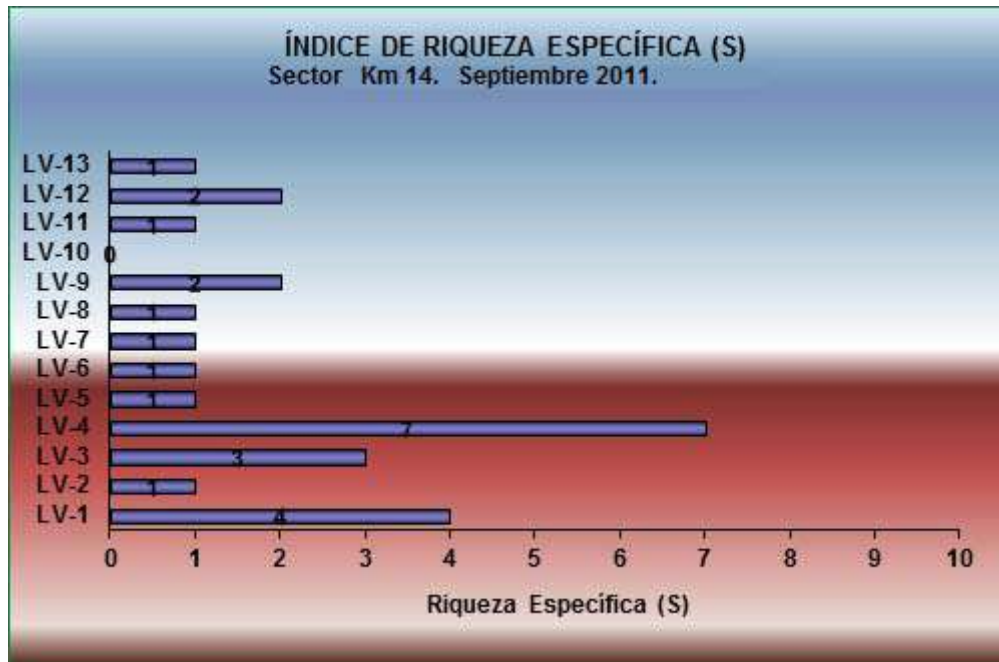
Figura 2.5-191. Variación del Índice de Uniformidad Específica (J') por Estación- Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



- **Riqueza Específica**

En cuanto a los valores de Riqueza Específica (número de especies encontradas en cada estación), se visualizan bajos valores en el área de estudio (Figura 2.5-192 y Tabla 2.5-251). El número promedio de especies del área de estudio fue de 2 ± 2 especies, tanto considerando como excluyendo la estación control. A su vez, como se mencionó anteriormente, el número total de taxa en el área de estudio fue de 14 especies, muy inferior a lo registrado en otras zonas del país (Tabla 2.5-251), pero mayor a lo informado para El Salitre en Tocopilla. Asimismo, la riqueza total es muy baja si se compara con los estudios de Pearson & Rosenberg (1978) quienes citan un número de 150 especies para una comunidad bentónica típica. Sin embargo, en estos estudios se consideró también la meiofauna, mientras que el estudio presente sólo consideró la macrofauna (que es la que se pide evaluar en los estudios de impacto ambiental). Cabe destacar que la macrofauna considera especies mayores a 1,0 mm, en tanto la meiofauna considera los organismos con un tamaño superior a 0,062 mm, por lo que incluye un número mayor de especies. Por otra parte, hay que considerar otra realidad oceanográfica local que no necesariamente puede ser aplicada a la realidad nacional.

Figura 2.5-192. Variación del Índice de Riqueza Específica (S) por Estación- Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



Campaña Verano

La Tabla 2.5-252 resume los resultados obtenidos del cálculo de los parámetros ecológicos de diversidad específica (H'), uniformidad específica (J') y riqueza específica (S, número de especies) en el sector, campaña de verano.

Tabla 2.5-252. Resumen de los Índices Ecológicos Calculados en este Estudio, para cada una de las Estaciones Analizadas. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Estación	Diversidad (H')	Uniformidad (J')	Riqueza (S)
CV-1	0,639	0,5817	3
CV-2	1,003	0,7233	4
CV-3	1,673	0,9335	6
CV-4	0,9372	0,676	4
CV-5	0	0	0
CV-6	1,561	0,9697	5
CV-7	0,6931	1	2
CV-8	0,6931	1	2
CV-9	0	0	0
CV-10	0	0	0
CV-11	0	0	0
CV-12	0	0	0
CV-13 (Control)	0	0	0

Estación	Diversidad (H')	Uniformidad (J')	Riqueza (S)
Promedio incluyendo la estación Control	0,554 ± 0,613	0,453 ± 0,453	2 ± 2
Promedio excluyendo la estación Control	0,600 ± 0,616	0,490 ± 0,452	2 ± 2

- **Diversidad Específica**

Debe recordarse, como se señaló en la campaña de invierno, que el índice de Diversidad Específica es una característica típica del nivel de la comunidad en la organización biológica de un ecosistema, considerándose como una expresión de la estructura de la comunidad. Se dice que una comunidad tiene diversidad específica alta, si muchas especies presentes son iguales o semejantes en cuanto a su abundancia; por otra parte, cuando la comunidad está compuesta por muy pocas especies, o si únicamente muy pocas especies son abundantes, la diversidad específica es baja. En síntesis, una diversidad alta indica una comunidad compleja porque una gran variedad de especies permite mayor número de interacciones específicas que involucran transferencia de energía, depredación, competencia, etc.

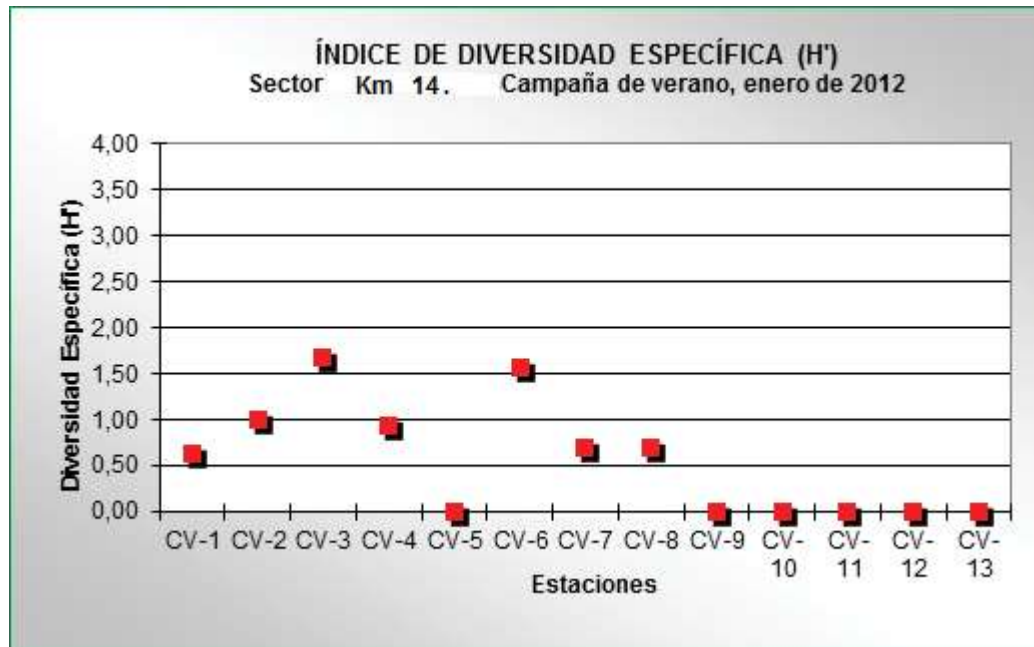
Como se observa en la Tabla 2.5-252, el índice H' promedio para toda el área de estudio es igual a 0,554 ± 0,613 ind/bits. En tanto, si se excluye la estación control (estación CV-13), este valor cambia a 0,600 ± 0,616 ind/bits. Lo anterior indica que el número de especies halladas en la estación de referencia, prácticamente no genera cambios en la diversidad específica global promedio del área. Dado que se está evaluando la calidad de las comunidades del área de influencia, es importante considerar el índice arrojado para las 12 estaciones, excluyendo la de control. El valor de 0,554 ind/bits, comparado con estudios realizados en otras áreas del país, representa comunidades con una diversidad baja.

Sin embargo, también se debe destacar que los índices de diversidad sólo dan cuenta de la estructura comunitaria, y no son un buen parámetro para ser utilizado como indicadores de efectos de la contaminación sobre las comunidades bióticas. No obstante lo anterior, Hendey (1977) efectuó una clasificación de comunidades en base al índice de Shannon, tal como sigue:

- H' de 0-1 = Polución severa
- H' de 1-2 = Polución moderada
- H' de 2-3 = Polución ligera
- H' de 3-4 = Polución no detectable

En este caso, es claro que todas las estaciones estudiadas presentan muy bajos índices de diversidad específica (Figura 2.5-193), siendo el mayor valor aquel arrojado por la estación CV-3 (H' = 1,673 ind/bits). Esto estaría dado principalmente por la baja riqueza que presentan las estaciones estudiadas en este sector. De esta forma, las estaciones CV-2, CV-3 y CV-6 se clasificarían como con *Polución Moderada* y las restantes estaciones se clasificarían con *Polución Severa*.

Figura 2.5-193. Variación del Índice de Diversidad Específica (H') por Estación. Campaña de Verano de 2012, Sector km 14



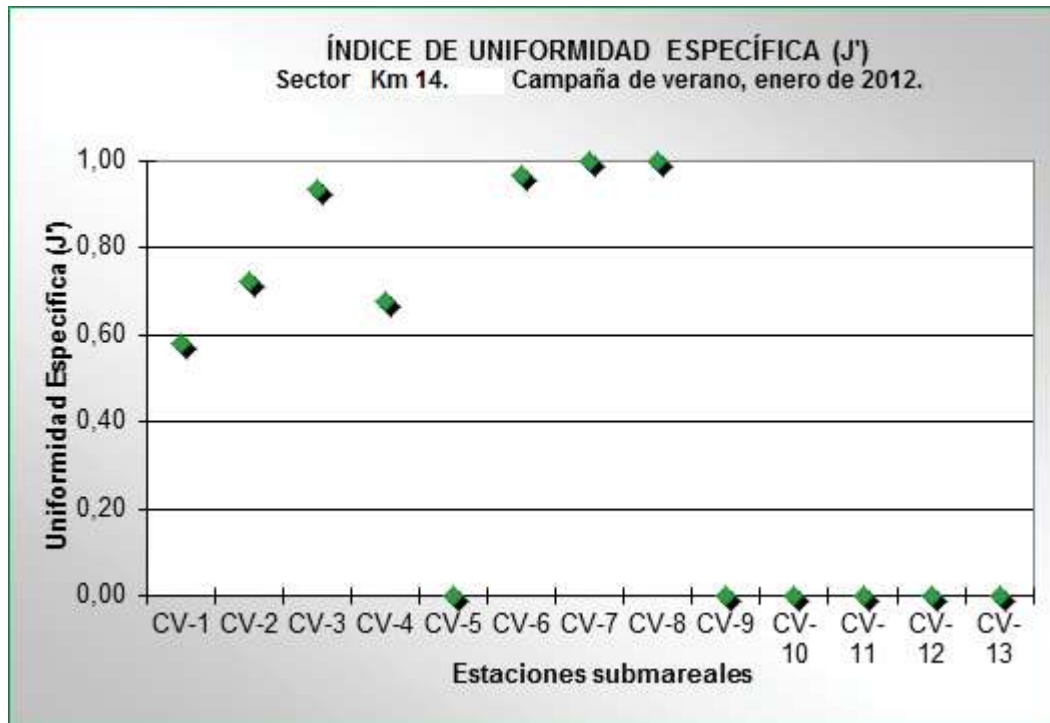
- **Uniformidad Específica**

Como se mencionó en la campaña de invierno, el índice de Uniformidad Específica (J'), junto a la diversidad H' permiten describir la riqueza de especies y la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies en una comunidad. De manera que un cambio en la relación entre H' y J' resulta no sólo de una fluctuación en el número de especies, sino que también en cambios en las especies dominantes (Gray, 1981).

En resumen, este índice arroja información acerca de la distribución de un individuo de una especie dentro de un área específica; es decir, si existe equilibrio entre el número de individuos de una especie con respecto a las otras. El valor máximo posible para este índice es 1,0, que indicaría que existe una gran uniformidad o equilibrio en la distribución de los individuos de las diferentes especies en un área específica de estudio.

Los resultados de la Tabla 2.5-252 y la Figura 2.5-194 permiten afirmar que existe una deficiente distribución de las abundancias de los organismos en las comunidades de las estaciones estudiadas, considerando que el promedio del área (sin considerar la estación control) es de $J' = 0,490 \pm 0,452$, lo que corresponde a una uniformidad baja. A su vez, las altas uniformidades específicas de las estaciones CV-3, CV-6, CV-7 y CV-8 se deben principalmente a que las pocas especies registradas en cada una, presentan abundancias similares. Por otro lado, el menor valor de uniformidad está dado en la estación CV-1 (omitiendo las estaciones donde no se encontraron organismos), se debe principalmente a que una de las tres especies presentes exhibe abundancia muy superior a las otras dos. No obstante lo anterior, los escasos valores de J' reflejan la mala distribución de las abundancias relativas de las escasas especies registradas en los sedimentos.

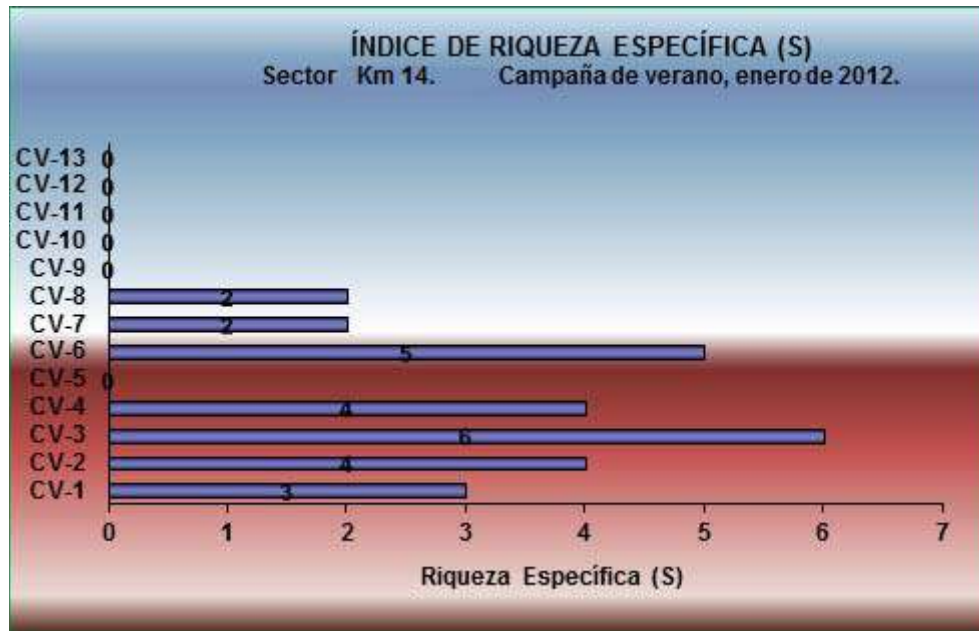
Figura 2.5-194. Variación del Índice de Uniformidad Específica (J') por Estación. Campaña de Verano de 2012, Sector km 14



- **Riqueza Específica**

En cuanto a los valores de Riqueza Específica (número de especies encontradas en cada estación), estos fueron presentados en la Figura 2.5-195 y en la Tabla 2.5-252. El número promedio de especies del área de estudio fue de 2 ± 2 especies. A su vez, como se mencionó anteriormente, el número total de taxa en el área de estudio fue de 14 especies. Esta riqueza total es muy inferior a lo registrado en otras zonas del litoral norte del país (Tabla 2.5-252), lo que representa para esta campaña de verano, una condición o estado de desfaunación a semidesfaunación de las estaciones analizadas.

Figura 2.5-195. Variación del Índice de Riqueza Específica (S) por Estación. Campaña de Verano de 2012, Sector km 14



Campaña Otoño

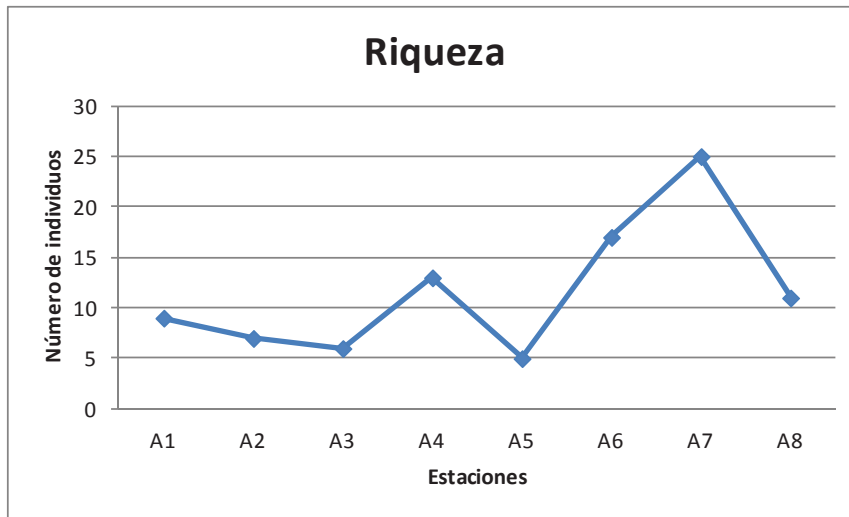
La Tabla 2.5-253 presenta la estimación de índices ecológicos para las estaciones de estudio.

Tabla 2.5-253. Índices Ecológicos Estimados a partir de las Abundancias Submareales.
 Donde S= Diversidad Específica, N= Número Total de Organismos, J' = Índice de Uniformidad de Pielou, H' = Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D Índice de Dominancia de Simpson)

Estación	S	N	J'	H'(LOG E)	D
A1	9	63	0,95	2,092	0,12
A2	7	89	0,80	1,55	0,27
A3	6	59	0,89	1,60	0,22
A4	13	170	0,91	2,33	0,11
A5	5	263	0,48	0,77	0,64
A6	17	296	0,89	2,52	0,10
A7	25	1107	0,40	1,28	0,56
A8	11	107	0,78	1,86	0,24

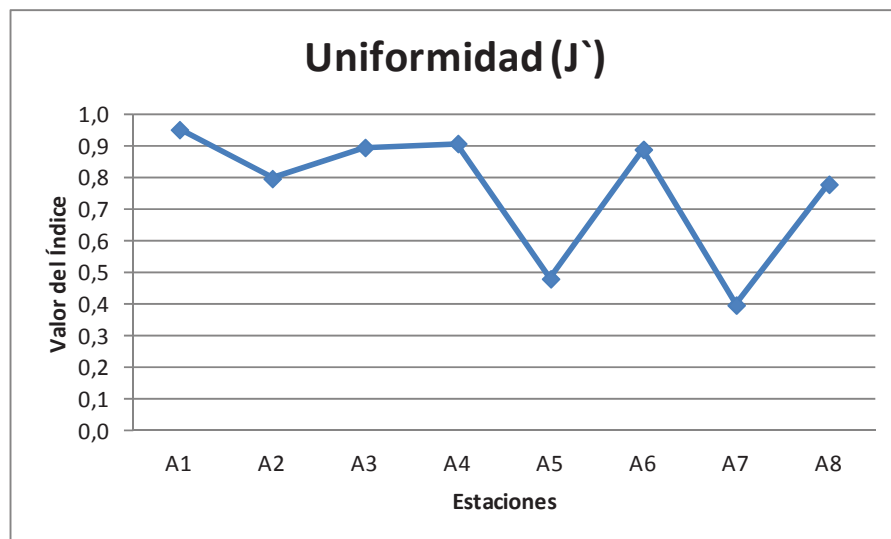
La Figura 2.5-196 muestra la riqueza específica para cada estación. La mayor cantidad de especies se registró en la estación A7 y fue de 25 especies, seguida de A6 con 17, en tanto que la menor riqueza de especies fue de 6 en la estación A3. El valor promedio en el área de estudio fue de 11 especies.

Figura 2.5-196. Riqueza Específica Promedio por Estación



En la Figura 2.5-197 se muestran los valores obtenidos en las distintas estaciones. Los valores más bajos de uniformidad los registraron las estaciones A5 y A7 valores inferiores a 0,5. El valor más elevado del índice fue de 0,95 en la estación A1, seguida de la estación A4 con un valor de 0,91. La media calculada para el área fue de 0,76.

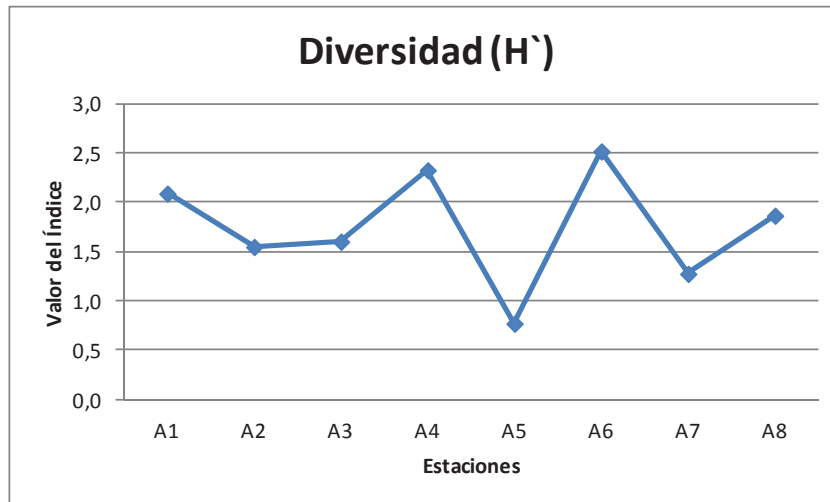
Figura 2.5-197. Variación Media por Estación de los Niveles de Uniformidad



La comparación de los niveles de uniformidad de la Figura 2.5-197 indica que en general las estaciones presentaron valores altos a medios de uniformidad, situación que indica que en estas estaciones, la distribución de abundancias específicas tiende a ser equitativa.

El valor del Índice de diversidad de Shannon calculado por estación varió entre 0,77 en la estación A5 y 2,52 en la estación A6 (Tabla 2.5-253). Mientras que la Figura 2.5-198 muestra la representación gráfica de estos valores por estación.

Figura 2.5-198. Variación Media por Estación de los Niveles de Diversidad de Shannon

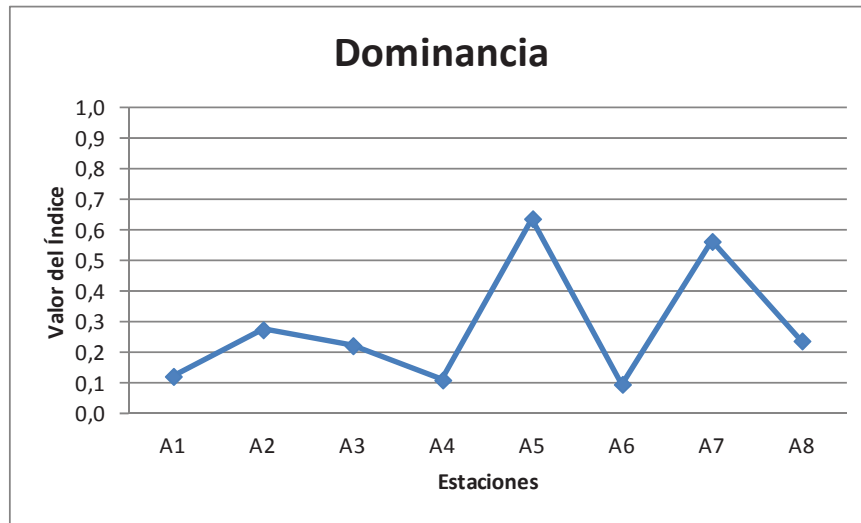


La Figura 2.5-198 muestra que la variación del índice fue moderada entre las distintas estaciones, indicador de una distribución relativamente homogénea en el sector estudiado.

En relación a la Dominancia calculada por estación se observó que en general, no existió una clara dominancia de una especie en las distintas estaciones analizadas. El valor más alto lo presentó A5 con 0,64, seguida por 0,56 en la estación A7 (Tabla 2.5-253).

La Figura 2.5-199 muestra los valores del índice obtenidos en el área de estudio. La media calculada correspondió a 0,28 Este valor indica una comunidad saludable, donde las poblaciones de las especies están distribuidas equitativamente.

Figura 2.5-199. Variación Media por Estación de los Niveles de Dominancia



2.5.4.7.2.3. Relación Abundancia/Biomasa: Curvas ABC

Complementando lo antes expuesto, se realizó al método de comparación de las curvas de abundancia y biomasa. Conocido como el método de las curvas ABC o k-dominancia, esta técnica consiste en comparar en un mismo gráfico las curvas de abundancia y biomasa; jerarquizando, para ello, las especies en un orden de importancia sobre el eje x (escala logarítmica) con el porcentaje (%) de dominancia en el eje y (escala acumulativa). En comunidades bentónicas no contaminadas, la curva de dominancia para la biomasa yace sobre la de abundancia; en comunidades moderadamente contaminadas, las 2 curvas aproximadamente coinciden; mientras que en comunidades muy contaminadas, la curva de biomasa se ubica bajo la de abundancia (Warwick, 1986). Este método tiene la ventaja de poder evaluar las condiciones medioambientales de las comunidades bentónicas afectadas por polución sin tener que disponer necesariamente de datos históricos de éstas (Warwick, 1986; Tie & Haijing, 1993). Para utilizar este análisis, de acuerdo a Carrasco *et al.* (1996), sólo tiene validez estadística al ser aplicada en estaciones con un número igual o mayor a 8 especies; menor a este número de taxa se considera semidesfaunado y, por tanto, las estaciones se clasificarían como Muy Contaminadas. De acuerdo a esto, las estaciones se podrían clasificar como *Muy Alteradas*.

Campana Invierno

Estos resultados coinciden en cierta medida con aquellos obtenidos de los diferentes índices ecológicos, toda vez que las estaciones LV-1, LV-3 y LV-4 se clasifican como con *Polución Moderada* y las restantes como con *Polución Severa* de acuerdo los índices ecológicos, mientras que las curvas ABC las clasifica a todas como con comunidades *Muy Alteradas* según el criterio estadístico de Carrasco *et al.* (1996).

De lo anterior se desprende que, si bien a partir de la baja riqueza de las estaciones y la consecuente imposibilidad de realizar las curvas ABC, las comunidades pueden clasificarse como *Muy Alteradas* para el sector en estudio, coincidiendo en gran medida con los índices bioecológicos, estos estudios deben ser realizados, como lo sugiere Aderlini & Wear (1992), repetidamente en el tiempo, de manera de suministrar una evaluación más exacta de la contaminación inducida y/o disturbios físicos y biológicos naturales.

Campaña Verano

Estos resultados coinciden en cierta medida con aquellos obtenidos de los diferentes índices ecológicos, toda vez que mediante la clasificación en base a estos índices, las estaciones CV-2, CV-3 y CV-6 se clasifican con *Polución Moderada* y las restantes con *Polución Severa*, mientras que las curvas ABC las clasifica a todas como con comunidades *Muy Alteradas* según el criterio estadístico de Carrasco *et al.* (1996).

Asimismo, es necesario hacer algunos alcances teóricos respecto a las curvas ABC. Pese a ser esta metodología una herramienta bastante utilizada en la literatura, también ha sido objeto de una serie de críticas (Beukema, 1988; Burd *et al.*, 1990; Anderlini & Wear, 1992; entre otros), las cuales se han radicado en que muchas veces no funcionan, llegando a indicar situaciones de perturbación o buen estado en ambiente en donde ello es evidentemente lo contrario. Beukema (1988) indica que las inconsistencias del método se verifican cuando se presenta una gran dominancia numérica ecológica de especies o formas de pequeño tamaño relativo y de vidas cortas como también reclutas. Inconsistencias de este tipo han sido mencionadas también por Carrasco & Gallardo (1989). En tanto, Burd *et al.* (1990) se han referido al método indicando que éste presenta dos limitantes: por un lado asume que el conjunto faunístico analizado estaba inicialmente en una condición estable o de equilibrio, condición que raramente es efectiva o real en hábitat que son controlados ambientalmente. La otra limitante que mencionan los autores se refiere a que las estaciones moderadamente contaminadas, las cuales son a menudo muy interesantes, producen los resultados más ambiguos, siendo un problema común con la mayoría de los índices de contaminación.

Campaña Otoño

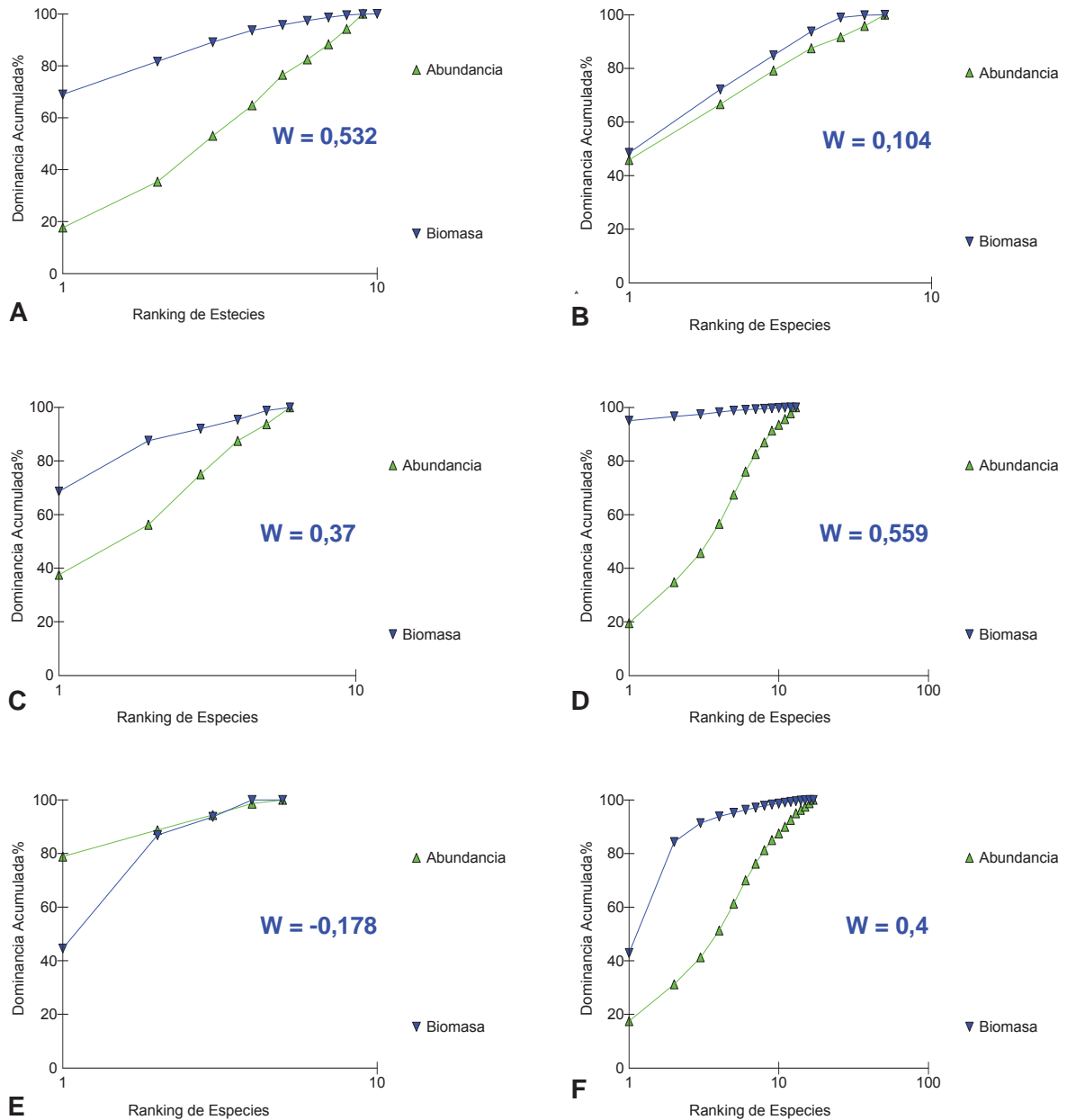
La Tabla 2.5-254 presenta los índices de Warwick, extraídos de las curvas ABC que a su vez fueron calculadas utilizando las abundancias y biomasa medias de cada estación, en tanto que la Figura 2.5-200 presenta las respectivas curvas, por estación.

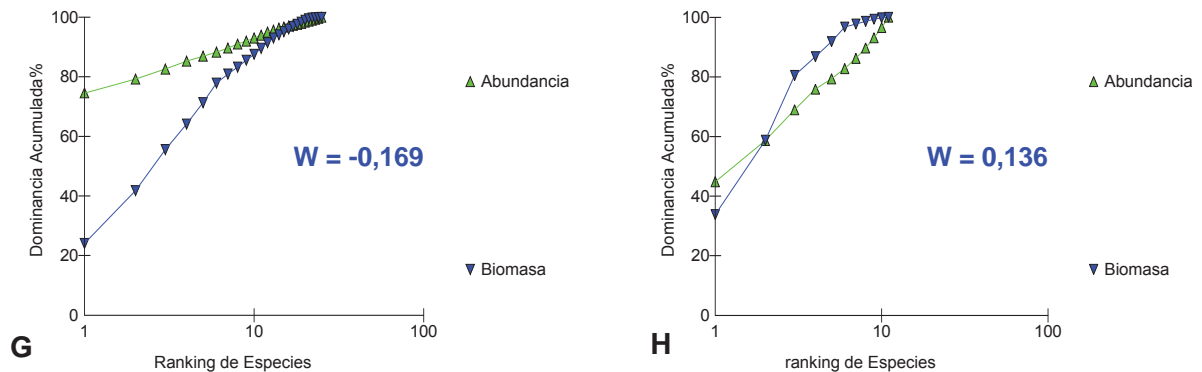
Tabla 2.5-254. Índice de Warwick, por Estación

Estación	Índice de Warwick	Estación	Índice de Warwick
A1	0,532	A5	-0,178
A2	0,104	A6	0,400
A3	0,370	A7	-0,169
A4	0,559	A8	0,136

Las estaciones A5 y A7 presentaron índice de Warwick negativos, indicando que la curva de biomasa se posicionó por bajo la curva de abundancia. En el resto de las estaciones la curva de biomasa se posicionó por encima de la curva de abundancia, dando como resultado un valor positivo del índice de Warwick, indicando que la comunidad encuentra en el medio las condiciones necesarias para un crecimiento adecuado de sus organismos.

Figura 2.5-200. Curvas ABC por Estación, El Estadístico W es mostrado en Azul en cada Curva. A: Estación A1, B: Estación A2, C: Estación A3, D: Estación A4, E: Estación A5, F: Estación A6, G: Estación A7, H: Estación A8





2.5.4.7.2.4. Análisis de Clasificación: Dendrogramas

Esta técnica denominada Análisis de Clasificación Numérica o de Conglomerados permite separar los efectos de los contaminantes (“estresores”) de la variabilidad ambiental natural de las comunidades en estudio, delimitando grupos de muestras biológicamente similares. Esta metodología consiste, en primer lugar, en el cálculo de similitudes o distancias (disimilitudes) entre muestras o estaciones (o bien sobre especies) a partir de los índices apropiados (de similitud o disimilitud), para conformar enseguida una matriz asimétrica de similitudes o distancias. Involucra a continuación pareos sucesivos de las muestras o grupos de muestras similares (o de las más disímiles) hasta que todas las muestras o grupos de muestras están en un grupo mayor. El proceso culmina en una estructura tipo árbol o *dendrograma*.

En este estudio se ha estimado importante agrupar las estaciones de acuerdo a esta técnica, utilizando como atributo la abundancia de las especies en cada estación y el índice de similitud de Bray Curtis, ampliamente usado en estudios de fauna macrobentónica de fondos blandos. En este análisis se utilizará una transformación de los datos de abundancia de cada una de las especies a la forma $Y = \log_{10}(X+1)$ (Palma *et al.* 1982).

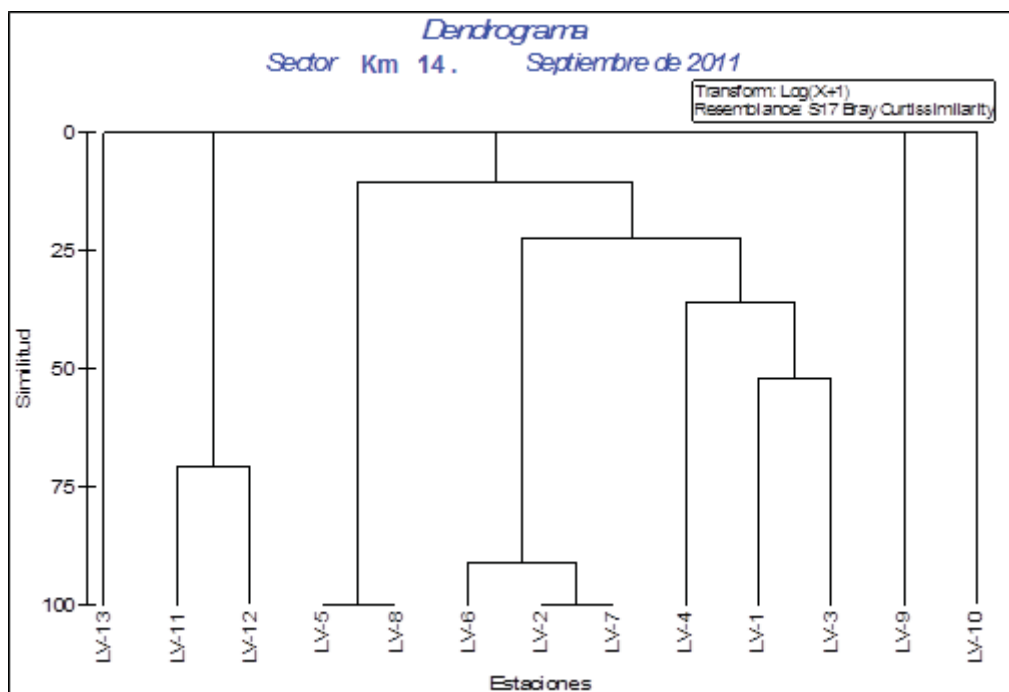
Campaña Invierno

El resultado de este análisis puede observarse en la Figura 2.5-201. La mayor similitud está dada por las estaciones LV-5 y LV-8 por una parte y LV-2 y LV-7 por otra, ambas con 100% de similitud. Le sigue el grupo formado por las estaciones LV-11 y LV-12, con una similitud cercana al 70% y el conglomerado de LV-1 y LV-3 con cerca de un 53% de similitud. Junto a lo anterior, la estación LV-6 presenta una similitud cercana al 91% con el grupo LV-6 y LV-7, así como la estación LV-4 presenta una similitud de cerca del 37% con el conglomerado LV-1 y LV-3. En tanto, si se considera un nivel de decisión del 25% de similitud para separar grupos, esto adaptado del estudio de Palma *et al.* (1982), donde se indica un criterio de corte del 75% de disimilitud para Bray Curtis, es posible observar que los grupos no se encontrarían realmente asociados. Al mismo tiempo, se debe destacar que las estaciones LV-9, LV-10 y LV-13 se presentan muy aisladas. Esta tendencia a formar agrupaciones se sustentaría más bien en el número de especies registradas en cada una de ellas y no el tipo sedimentario de cada una de ellas. Esto queda claro al ver que las estaciones que presentan el mayor porcentaje de similitud, LV-5 y LV-8 por un lado y LV-2 y LV-7 por otro, presentan diferente tipo de sedimento, ya que mientras en la estación LV-5 se presentó limo arcilla, la estación LV-8 exhibió arena muy gruesa. Del mismo modo, en la estación LV-2 se encontró grava fina, en LV-7 se halló limo arcilla. No obstante, en todas ellas se registró sólo una

especie. Esto es, por tanto, que las estaciones que presentaron una similitud del 100% comparten la única especie encontrada, es decir, las estaciones LV-2 y LV-7 presentaron cada una 1 taxa correspondiente a nemátodo, así como las estaciones LV-5 y LV-8 presentaron como único representante organismos de la familia de poliquetos Phyllodocidae. Del mismo modo, las estaciones LV-11 y LV-12, con 1 y 2 taxa respectivamente, se ven asociadas al compartir *Glycymeris ovata* con un 70% de similitud.

El criterio de Palma *et al.* (1982) de corte del 75% de disimilitud para Bray Curtis, indica finalmente que las estaciones no conforman una comunidad homogénea, observándose 4 conglomerados y tres estaciones que no se relacionan con las demás.

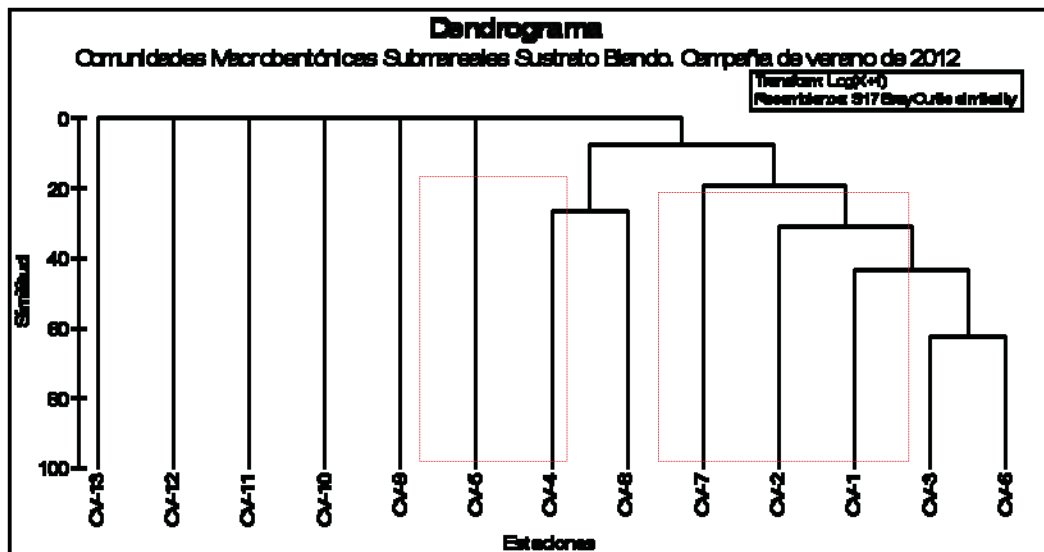
Figura 2.5-201. Dendrograma Clasificatorio de las Estaciones de Comunidades Bentónicas Submareales. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



Campaña Verano

El resultado puede observarse en la Figura 2.5-202, donde se aprecia que, siguiendo el criterio de similitud de Bray Curtis, el sector no conforma una comunidad homogénea, observándose dos grupos: el primero formado por las estaciones CV-1, CV-2, CV-3 y CV-6, con cerca de un 31% de similitud, y el segundo por CV-4 y CV-8, relativamente cercanas, una costera y una más alejada de la costa, con un 27%. Dentro del primer conglomerado, la mayor similitud está dada por las estaciones CV-3 y CV-6 con 62% de similitud. Del mismo modo, se observa claramente que las estaciones CV-5, CV-9, CV-10, CV-11, CV-12 y CV-13 no presentan semejanza con las restantes estaciones, lo que se explica por la ausencia de macrofauna bentónica exhibida.

Figura 2.5-202. Dendrograma Clasificatorio de las Estaciones de Comunidades Bentónicas Submareales. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

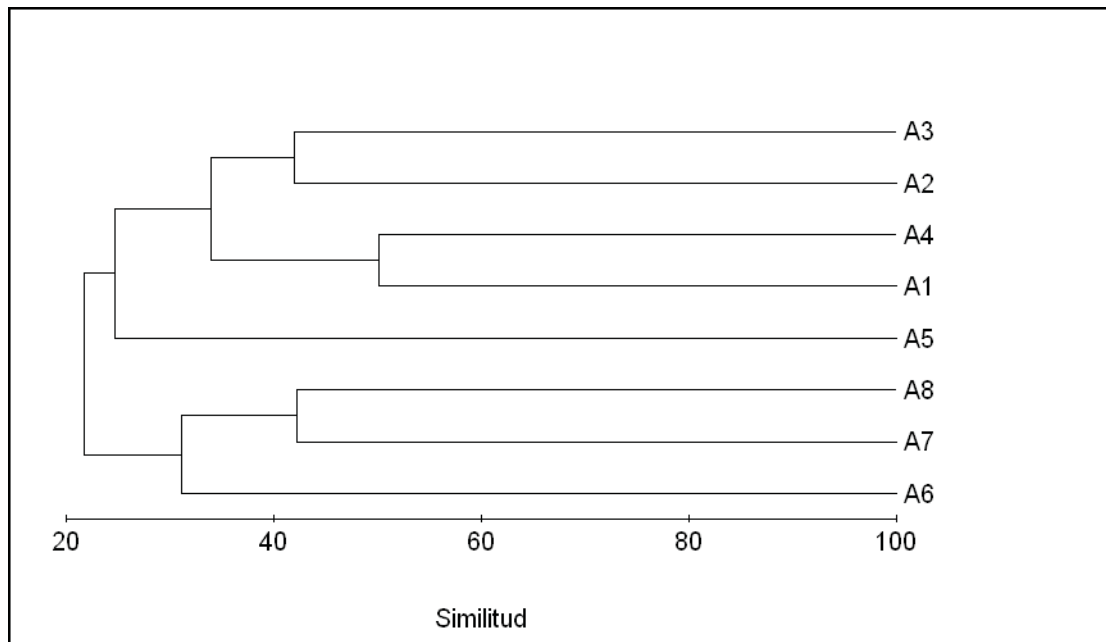


Campaña Otoño

En la Figura 2.5-203 se presentan el análisis de clasificación en la forma de un dendrograma, generado a partir de una matriz de similitud construida con el atributo de abundancia.

El dendrograma muestra la formación de 2 conglomerados, los que registran una similitud de 22%. Estos conglomerados están formados, por un lado, por las estaciones de la A1 a la A5, mientras que el otro grupo sería conformado por las estaciones A6, A7 y A8.

Figura 2.5-203. Análisis de Clasificación: Dendograma



Dentro del conglomerado mayor, las estaciones que presentaron mayor similitud fueron A1 y A5 que registraron una similitud de 50,11%. Por su parte el segundo gran conglomerado presentó una mayor similitud entre las estaciones A6, A7 y A8 (42,2%). Esta formación en dos grupos puede relacionarse con la ubicación de las estaciones en el área de estudio (Ver Figura 2.5-1).

La Figura 2.5-203 presenta el análisis de ordenación en la forma de un n-MDS, generado a partir de una matriz de similitud construida con el atributo de abundancia.

2.5.4.7.2.5. Escalamiento No-métrico Multidimensional

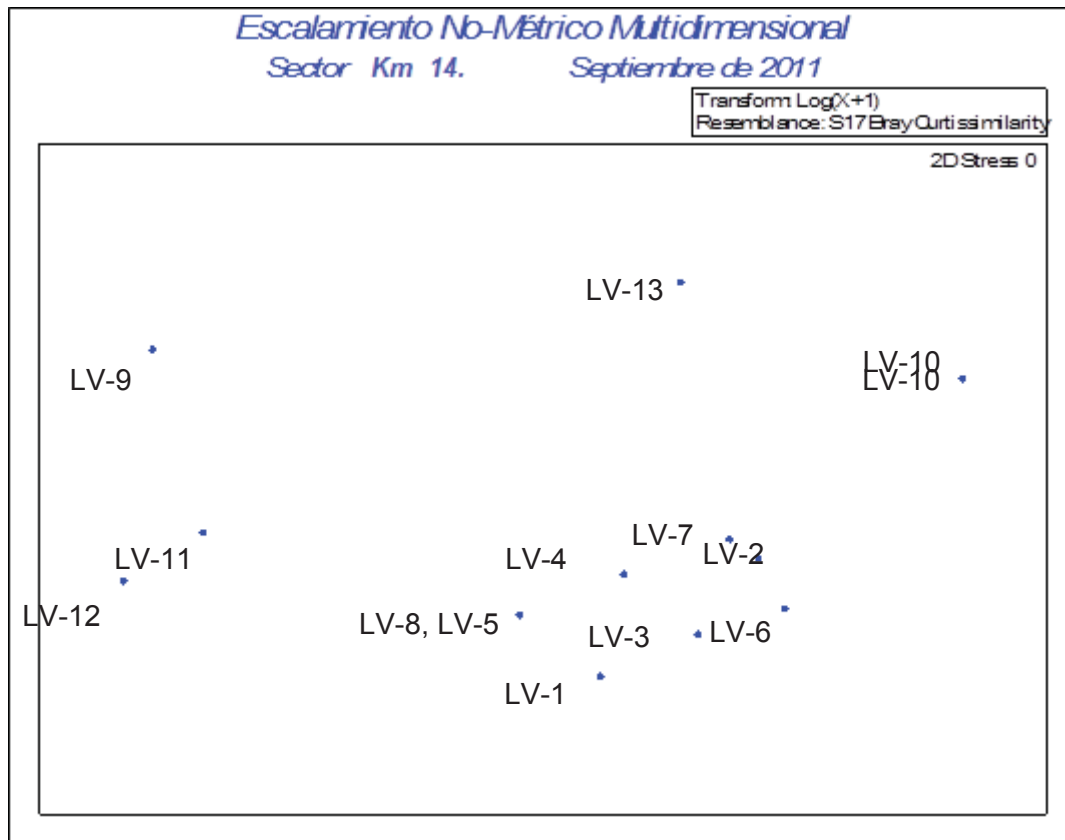
Esta metodología de estudio de variables multivariadas pertenece al grupo de los análisis de Ordenación. Esta técnica utiliza sólo los rangos (ordenados) de la información de una matriz de disimilitud (o similitud) calculada de la matriz de datos originales. Básicamente, la ENM intenta ubicar las muestras o especies en un espacio de ordenación de baja dimensión, de modo que las distancias entre los puntos en la ordenación tengan el mismo rango de orden que los puntos de similitud en la matriz. Dado que el ENM utiliza solamente los rangos, es un método no-paramétrico (no-métrico). Este método fue diseñado para proporcionar una alternativa, a menudo, al problemático supuesto de la existencia de una respuesta lineal de las especies, utilizadas en las otras técnicas de ordenación como el Análisis de componentes Principales. El ENM supone que la curva respuesta es no lineal y monótonica. De acuerdo a Warwick & Clarke (1993), esta técnica multivariada sería la mejor para estudios de bentos, debido a su gran sensibilidad y generalidad de respuesta.

Campaña Invierno

En la Figura 2.5-204 se observa el resultado de este análisis. Básicamente el resultado del ENM coincide con lo obtenido con el análisis de clasificación aplicado a las estaciones. Este análisis

es aún más claro en evidenciar el aislamiento evidente de las estaciones LV-9, LV-10 y LV-13 en el plano cartesiano, y la escasa similitud en general de las comunidades de las estaciones estudiadas.

Figura 2.5-204. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Bentónicas Submareales. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

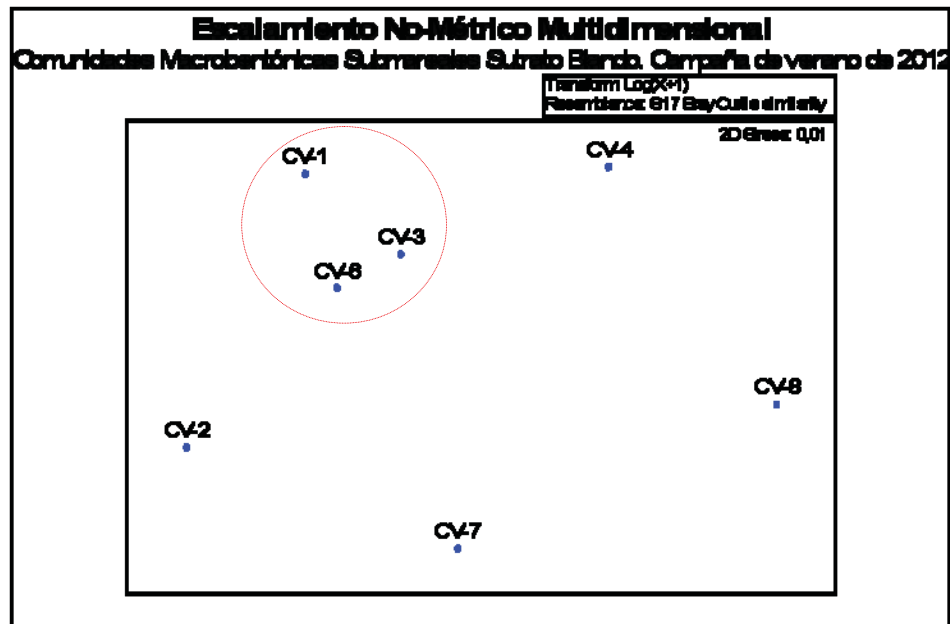


Básicamente el resultado del ENM coincide con lo obtenido con el análisis de clasificación aplicado a las estaciones. Este análisis es aún más claro en evidenciar el aislamiento evidente de las estaciones LV-9, LV-10 y LV-13 en el plano cartesiano, y la escasa similitud en general de las comunidades de las estaciones estudiadas.

Campaña Verano

En este caso, para una mejor observación de los resultados, se retiró del análisis las estaciones que no presentaron organismos. En la Figura 2.5-205 se observa el resultado de este análisis.

Figura 2.5-205. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Bentónicas Submareales. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

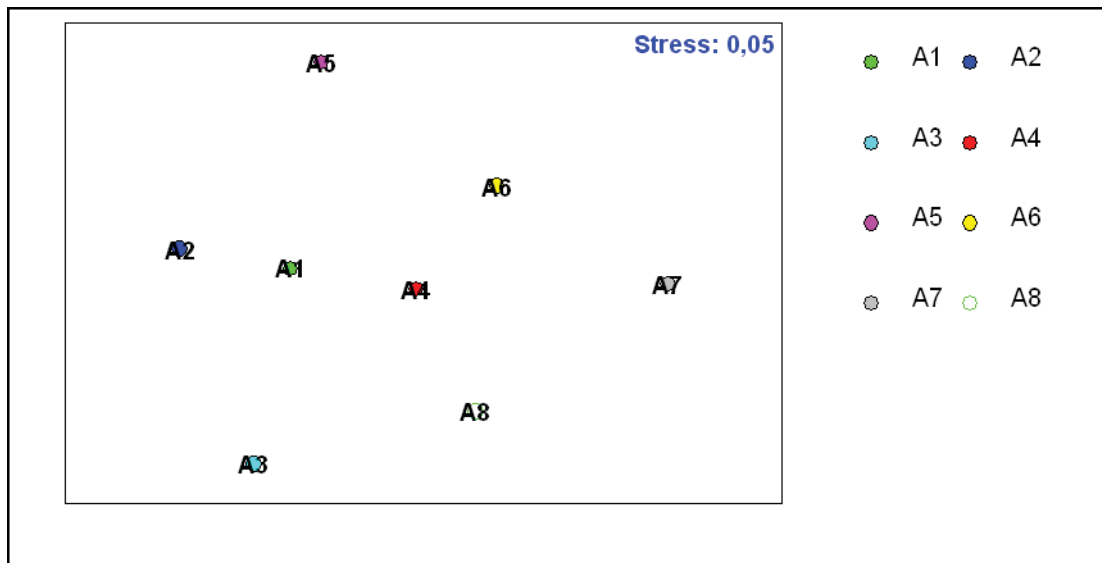


En resultado del ENM coincide con lo obtenido con el análisis de clasificación aplicado a las estaciones. Este análisis es aún más claro en evidenciar la mayor similitud entre las estaciones CV-1, CV-3 y CV-6 en el plano cartesiano, y la escasa similitud en general de las comunidades de las estaciones estudiadas.

Campaña Otoño

En la Figura 2.5-206 se muestra que no existió la formación de grupos marcados lo que indica una baja similitud entre las distintas estaciones. La estación de la A7 se posicionó en un extremo del principal eje de variación, en tanto que la estación A2 se posicionó en el extremo opuesto del mismo eje.

Figura 2.5-206. Análisis de Ordenación n-MDS



Respecto al segundo eje de variación (vertical), las estaciones A1, A2, A4 y A7 se posicionaron a la misma altura. Lo que explicaría, en parte, la similitud expresada para las estaciones A1, A2 y A4 en el dendograma, en donde A7 queda excluida por encontrarse separada en relación al plano horizontal (eje principal).

2.5.4.7.2.6. Especies Indicadoras

Junto con los análisis anteriores, se realizó un acercamiento de aquellas especies que pueden ser susceptibles a monitoreos. La relativa sensibilidad de las diversas especies a los contaminantes tóxicos (o de otra índole) forma la base del concepto de especie indicadora. La metodología se basa en la distribución de los individuos entre las diferentes especies de acuerdo con lo propuesto por Gray & Pearson (1982), Pearson *et al.* (1983) y Pearson & Blacktock (1983). De esta manera, el grupo de especies resultantes de abundancias moderadas, comprendido entre las Clases Geométricas V y VI (entre 16 y 63 individuos por metro cuadrado) corresponderían a las especies sensitivas indicadoras de los cambios producidos por la contaminación y son características para cada área en particular.

Campaña Invierno

En la Tabla 2.5-255 se señalan las especies correspondientes a las clases geométricas de abundancia V y VI para las 12 estaciones de la campaña de invierno. Las especies que aquí se señalan serían entonces una aproximación de las formas sensitivas o indicadoras de contaminación, que deben ser consideradas en posteriores evaluaciones.

Tabla 2.5-255. Listado de Posibles Especies Indicadoras de Contaminación (Clase Geométrica V y VI) para las Estaciones Muestreadas en el Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011. (Clase Geométrica V = 16 a 31 ind/m²; Clase Geométrica VI = 32 a 63 ind/m²)

Estación TN-01	Estación TN-02	Estación TN-04	Estación TN-05	Estación TN-08	Estación TN-09	Estación TN-12	Estación TN-13
<i>Eurhomalea rufa</i>	<i>Nematoda indet.</i>	<i>Mirella unifasciata</i>	<i>Phyllodocidae</i>	<i>Phyllodocidae</i>	<i>Cirratulidae</i>	<i>Polinices uber</i>	<i>Spionidae</i>
<i>Aricidea sp.</i>		<i>Phyllodocidae</i>					
<i>Syllidae</i>		<i>Pisionidae</i>					
<i>Phyllodocidae</i>		<i>Nematoda indet.</i>					

Campaña Verano

En la Tabla 2.5-256 se señalan las especies correspondientes a las clases geométricas de abundancia V y VI para las 13 estaciones ubicadas en el sector donde se emplazarán las obras marinas, en esta campaña de verano. Las especies que aquí se señalan serían entonces una aproximación de las formas sensitivas o indicadoras de contaminación, que deben ser consideradas en posteriores evaluaciones. Sin embargo, debe hacerse notar que la escasa representación faunística del área estudiada, hace muy débil el seguimiento de las comunidades en campañas posteriores para esta época del año.

Tabla 2.5-256. Listado de Posibles Especies Indicadoras de Contaminación (Clase Geométrica V y VI) para las Estaciones Muestreadas en Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. (Clase Geométrica V = 16 a 31 ind/m²; Clase Geométrica VI = 32 a 63 ind/m²)

Estación CV-1	Estación CV-2	Estación CV-4
Syllidae	Ostracoda 1	Turritella cingulata

Campaña Otoño

En la Tabla 2.5-257 se señalan las especies correspondientes a las clases geométricas de abundancia V y VI (Pea) para las diferentes estaciones de la presente campaña. Las especies que aquí se señalan serían entonces una aproximación de las formas sensitivas o indicadoras de contaminación, que deben ser consideradas en posteriores evaluaciones.

Tabla 2.5-257. Listado de Posibles Especies Indicadoras de Contaminación (Clase Geométrica V y VI) para las Estaciones Muestreadas en Sector km 14. Campaña de Otoño de 2012. (Clase Geométrica V = 16 a 31 ind/m²; Clase Geométrica VI = 32 a 63 ind/m²)

Especies Indicadoras					
Estación A2	Estación A4	Estación A5	Estación A6	Estación A7	Estación A8
<i>Aulacomya ater</i>	Ostracodo 2	<i>Aulacomya ater</i>	Lumbrimeridae	Gammaridae	Gammaridae
			<i>Nassaris gayi</i>	<i>Pagurus edwardsi</i>	

2.5.4.7.3. Estudio de Comunidades Macrobentónicas Intermareales Fondo Duro

Campaña Invierno

En el sector de estudio sólo predomina intermareal de sustrato rocoso. En este estudio, se registró un total de 22 taxa detalladas en la Tabla 2.5-258. De éstas 6 pertenecen a macroalgas y 6 a moluscos (equivalentes al 27% respectivamente). Por otra parte, los crustáceos, antozoarios y equinodermos presentaron un total de 3 especies cada uno, equivalente a un 14% del total. Mientras, los cordados presentaron 1 especie, equivalente al 4% (Figura 2.5-207).

Figura 2.5-207. Contribución Porcentual de las Taxa Identificadas en las Transectas Intermareales de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



De acuerdo a los porcentajes de frecuencias de ocurrencia, las especies que destacaron fueron *Lithothamnion* sp. con un 100%; *Chiton magnificus* con un 73% y las especies *Nodilittorina peruviana*, *Fisurella* sp., *Gelidium* sp., *Ulva* sp. y *Heliaster helianthus* con un 64% (Tabla 2.5-258).

Los organismos a lo largo del intermareal, se distribuyeron entre la zona inferior y el mediolitoral, observándose la ausencia de especies en el intermareal alto, a excepción de la transecta LVI-6, donde se observó *Hildenbrandia* sp. y *Ulva* sp., pero con coberturas menores al 5%.

Tabla 2.5-258. Listado de las Especies del Intermareal de Fondos Duros presentes en el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

TAXÓN	LVI -1	LVI -2	LVI -3	LVI -4	LVI -5	LVI -6	LVI -7	LVI -8	LVI -9	LVI- 10	LVI- 11	Frecuencia de ocurrencia
MOLUSCOS												
<i>Nodilittorina peruviana</i>	X	X		X	X				X	X	X	64
<i>Tegula atra</i>		X									X	18
<i>Chiton magnificus</i>			X		X	X	X	X	X	X	X	73
<i>Fissurella</i> sp.			X	X		X		X	X	X	X	64
<i>Nacella</i> sp.						X						9
<i>Perumytilus purpuratus</i>											X	9
CRUSTÁCEOS												
<i>Jehlius cirratus</i>	X											18
<i>Betatus truncatus</i>	X										X	9
<i>Leptograsmus variegatus</i>									X			9
MACROALGAS												
<i>Gelidium</i> sp.	X	X		X	X		X	X			X	64
<i>Lithothamnion</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100
<i>Macrocystis</i> sp.	X											9
<i>Ulva</i> sp.	X			X	X	X	X	X			X	64
<i>Ralfsia</i> sp.		X			X		X		X		X	46
<i>Hildenbrandia</i> sp.						X			X		X	27
ANTOZOO												
<i>Phymactis clematis</i>	X			X							X	27
<i>Phymanthea pluvia</i>									X			9
<i>Oulactis concinnata</i>	X											9
EQUINODERMO												
<i>Heliaster helianthus</i>	X	X	X	X				X		X	X	64
<i>Stichaster striatus</i>		X						X				18
<i>Tetrapygyus niger</i>									X			9
CORDADO												
<i>Sicyases sanguineus</i>											X	9

El intermareal medio presentó mayormente *Nodilittorina peruviana* (LVI-1, LVI-2, LVI-4, LVI-5, LVI-9, LVI-10 y LVI-11), con una cobertura máxima de 60% en la transecta LVI-4, seguido por *Ulva* sp. (LVI-4, LVI-6, LVI-7, LVI-8 y LVI-11) con un registro de cobertura máximo de 70%, porcentaje notoriamente superior al exhibido en las otras transectas (cobertura menor al 5%). En menor grado ocurren las especies *Jehlius cirratus* (LVI-1 y LVI-11) con porcentajes de cobertura entre 20 y 40%, *Fissurella* sp. (LVI-6, LVI-8 y LVI-9), con porcentajes de cobertura menores al 5% e *Hildenbrandtia* sp. (LVI-6, LVI-9 y LVI-11) con un porcentaje máximo de cobertura del 20% en la transecta 9.

En términos del número de especies observadas en el intermareal medio, destacaron las transectas LVI-11 y LVI-9 con un mayor número de especies (7 cada una). En tanto, las transectas menos representadas fueron LVI-2 y LVI-10, con 1 especie. Cabe destacar la presencia en una poza de este nivel mareal del crustáceo *Leptograpsus variegatus* en la transecta 9 y *Betatus truncatus* en la transecta 1 y el cordado *Sicyases sanguineus* en LVI-11 (Tabla 2.5-259).

El número de especies de invertebrados como de macroalgas en la franja que comprende el intermareal inferior fluctuó entre 7 (LVI-1) y 3 (LVI-6 y LVI-7). Estuvo representado por *Lithothamnion* sp., con un máximo registro de cobertura de 100% en LVI-3. En menor grado, *Chiton magnificus* (LVI-2 y LVI-5 a LVI-10) con un máximo de cobertura de 40% en LVI-6; y *Heliaster helianthus* (LVI-1 a LVI-4, LVI-8, LVI-10 y LVI-11) con una cobertura máxima de 6% en LVI-4 y LVI-1. Junto a lo anterior, destacó la presencia de los antozoarios *Phymactis clematis* (LVI-1 y LVI-4) y *Oulactis concinnata* (LVI-1), el equinodermo *Stichaster striatus* en las transectas LVI-2, LVI-8 y LVI-11, y los gasterópodos *Nacella* sp. (LVI-6) y *Nodilittorina peruviana* en la transecta 11 (Tabla 2.5-259).

De acuerdo al reconocimiento en terreno, se puede describir el intermareal rocoso del Sector km 14 como conformado por sectores con bolones con pendiente moderada entre los niveles mareales (Fotografía 2.5-43), con bolones con poca pendiente pero donde se puede observar un corte a pique en el límite del intermareal superior (Fotografía 2.5-44), sectores rocosos casi sin pendiente donde es posible encontrar pozas intermareales (Fotografía 2.5-45) y sectores con promontorios rocosos con perfiles abruptos, como fue posible encontrar desde LVI-4 a LVI-11, y que en casos como LVI-9 se pudo observar la presencia de pozas intermareales (Fotografía 2.5-46).

Tabla 2.5-259. Coberturas y Densidades Medias de Especies por Transecta. Intermareal de Sustrato de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

LVI-1 Nivel	Taxa	Cobertura (%)/Abundancia (N°ind)
Inferior	<i>Gelidium sp.</i>	20
	<i>Heliaster helianthus</i>	6
	<i>Phymactis clematis</i>	10
	<i>Ulva sp.</i>	5
	<i>Lithothamnion sp.</i>	25
	<i>Macrocystis sp.</i>	5
	<i>Oulactis concinnata</i>	2
Medio	<i>Nodilittorina peruviana</i>	18
	<i>Jehlius cirratus</i>	40
Superior	SIN ORGANISMOS	0
	<i>Betatus truncatus</i>	6 ind
LVI-3 Nivel	Taxa	Cobertura (%)/Abundancia (N°ind)
Inferior	<i>Chiton magnificus</i>	30
	<i>Lithothamnion sp.</i>	100
	<i>Heliaster helianthus</i>	3
	<i>Fissurella sp.</i>	3
Medio	SIN ORGANISMOS	0
Superior	SIN ORGANISMOS	0
LVI-4 Nivel	Taxa	Cobertura (%)/Abundancia (N°ind)
Inferior	<i>Fissurella sp.</i>	1
	<i>Lithothamnion sp.</i>	15
	<i>Gelidium sp.</i>	15
	<i>Heliaster helianthus</i>	6
	<i>Phymactis clematis</i>	6
Medio	<i>Nodilittorina peruviana</i>	60
	<i>Ulva sp.</i>	70
Superior	SIN ORGANISMOS	0
LVI-5 Nivel	Taxa	Cobertura (%)/Abundancia (N°ind)
Inferior	<i>Gelidium sp.</i>	5
	<i>Ralfsiasp.</i>	5
	<i>Chiton magnificus</i>	30
	<i>Ulva sp.</i>	3
	<i>Lithothamnion sp.</i>	100
Medio	<i>Nodilittorina peruviana</i>	10
Superior	SIN ORGANISMOS	0
LVI-6 Nivel	Taxa	Cobertura (%)/Abundancia (N°ind)
Inferior	<i>Lithothamnion sp.</i>	100

	<i>Chiton magnificus</i>	40
	<i>Nacella sp.</i>	6
Medio	<i>Hildenbrandia sp.</i>	20
	<i>Fissurella sp.</i>	2
Superior	<i>Hildenbrandia sp.</i>	5
	<i>Ulva sp.</i>	2
LVI-7 Nivel	Taxa	Cobertura (%)/Abundancia (N°ind)
Inferior	<i>Lithothamnion sp.</i>	100
	<i>Chiton magnificus</i>	20
	<i>Ralfsia sp.</i>	5
Medio	<i>Ulva sp.</i>	2
	<i>Gelidium sp.</i>	20
Superior	SIN ORGANISMOS	0
LVI-8 Nivel	Taxa	Cobertura (%)/Abundancia (N°ind)
Inferior	<i>Chiton magnificus</i>	2
	<i>Gelidium sp.</i>	60
	<i>Lithothamnion sp.</i>	90
	<i>Heliaster helianthus</i>	2
	<i>Stichaster striatus</i>	30
Medio	<i>Ulva sp.</i>	2
	<i>Fissurella sp.</i>	4
Superior	SIN ORGANISMOS	0
LVI-10 Nivel	Taxa	Cobertura (%)/Abundancia (N°ind)
Inferior	<i>Lithothamnion sp.</i>	90
	<i>Chiton magnificus</i>	6
	<i>Fissurella sp.</i>	1
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	1
	<i>Heliaster helianthus</i>	3
Medio	<i>Nodilittorina peruviana</i>	20
Superior	SIN ORGANISMOS	0
LVI-11 Nivel	Taxa	Cobertura (%)/Abundancia (N°ind)
Inferior	<i>Lithothamnion sp.</i>	100
	<i>Heliaster helianthus</i>	3
	<i>Fissurella sp.</i>	5
	<i>Gelidium sp.</i>	20
	<i>Tegula atra</i>	10
	<i>Ralfsia sp.</i>	5
	<i>Phymactis clematis</i>	3
Medio	<i>Heliaster helianthus</i>	3
	<i>Hildenbrandia sp.</i>	10

	<i>Nodilittorina peruviana</i>	10
	<i>Jehlius cirratus</i>	25
	<i>Ulva sp.</i>	1
	<i>Chiton magnificus</i>	10
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	20
Superior	SIN ORGANISMOS	0
	<i>Sicyases sanguineus</i>	1 ind

Fotografía 2.5-43. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta LVI-3. Sector km 14



Fotografía 2.5-44. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta LVI-2. Sector km 14



Fotografía 2.5-45. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta LVI-1. Sector km 14



Fotografía 2.5-46. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta LVI-4 (Área donde se ubicaría la Captación). Sector km 14



Campaña Verano

En esta campaña de verano se registró un total de 38 taxa detalladas en la Tabla 2.5-260. De éstas, 14 pertenecen a macroalgas, 12 a moluscos y 5 a equinodermos, equivalentes al 38%, 32% y 14%, respectivamente. Por otra parte, los crustáceos y antozoarios presentaron un total de 3 especies cada uno, equivalente a un 8% del total. Mientras, los cordados presentaron 1 especie, equivalente al 3% (Figura 2.5-208).

Figura 2.5-208. Contribución Porcentual de las Taxa identificadas en las Transectas Intermareales de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



De acuerdo a los porcentajes de frecuencias de ocurrencia, las especies que destacaron fueron *Lithothamnion* sp. con un 100%; *Heliaster helianthus* y *Gelidium chilense* con un 91% y las especies *Nodilittorina peruviana*, *Hildenbrandia* sp. y *Phymactis clematis* con un 82% (Tabla 2.5-260).

Tabla 2.5-260. Listado de las Especies del Intermareal de Fondos Duros presentes en el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

TAXON	CVI-1	CVI-2	CVI-3	CVI-4	CVI-5	CVI-6	CVI-7	CVI-8	CVI-9	CVI-10	CVI-11	Frecuencia de ocurrencia
MOLUSCOS												
<i>Nodilittorina peruviana</i>	*	*	*	*	*		*	*	*	*		81,82
<i>Nodilittorina araucana</i>			*									9,09
<i>Tegula atra</i>					*							9,09
<i>Collisella araucana</i>	*			*	*			*	*		*	54,55
<i>Collisella zebrina</i>			*		*		*	*	*			45,45
<i>Chiton granosus</i>			*			*	*	*			*	45,45
<i>Diloma nigerrima</i>		*						*	*		*	36,36
<i>Fissurella crassa</i>									*			9,09
<i>Siphonaria lessoni</i>			*									9,09
<i>Scurria viridula</i>		*				*	*	*	*		*	54,55
<i>Semimytilus algosus</i>				*	*			*				27,27
<i>Perumytilus purpuratus</i>	*		*	*				*				36,36

TAXON	CVI-1	CVI-2	CVI-3	CVI-4	CVI-5	CVI-6	CVI-7	CVI-8	CVI-9	CVI-10	CVI-11	Frecuencia de ocurrencia
CRUSTÁCEOS												
<i>Betaeus sp.</i>	*								*			18,18
<i>Leptograpsus variegatus</i>	*	*			*				*		*	45,45
<i>Jehlius cirratus</i>	*			*	*		*	*	*	*	*	72,72
MACROALGAS												
<i>Gelidium chilense</i>	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	90,91
<i>Gelidium sp.</i>		*		*		*	*	*	*	*	*	72,73
<i>Gracilaria chilensis</i>				*			*					18,18
Chlorophyta					*	*					*	27,27
<i>Corallina officinalis</i>							*		*	*		27,27
<i>Glossophora kunthii</i>										*		9,09
<i>Lithothamnion sp.</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100
<i>Porphyra sp.</i>			*									9,09
<i>Colpomenia sinuosa</i>							*			*		18,18
<i>Enteromorpha sp.</i>				*								9,09
<i>Lessonia trabeculata</i>		*		*	*		*			*		45,45
<i>Ulva sp.</i>	*	*		*		*		*	*	*		63,63
<i>Ralfsia sp.</i>										*	*	18,18
<i>Hildenbrandia sp.</i>	*	*	*	*	*		*		*	*	*	81,82
TAXON	CVI-1	CVI-2	CVI-3	CVI-4	CVI-5	CVI-6	CVI-7	CVI-8	CVI-9	CVI-10	CVI-11	Frecuencia de ocurrencia
ANTOZOA												
<i>Phymactis clematis</i>	*	*		*	*	*	*	*	*		*	81,82
<i>Anemonia alicemartinae</i>									*	*		18,18
<i>Phymanthea pluvia</i>	*				*		*				*	36,36
EQUINODERMO												
Holoturido	*			*								18,18
<i>Heliaster helianthus</i>	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	90,91
<i>Stichaster striatus</i>	*	*		*	*	*	*			*	*	72,73
<i>Loxechinus albus</i>						*						9,09
<i>Tetrapyrgus niger</i>					*	*			*			27,27
CORDADO												
<i>Girella laevisfrons</i>					*							9,09

A lo largo del intermareal, se observaron en todas las transectas estudiadas organismos en los niveles inferiores y medio, mientras que en el nivel superior se registraron organismos en las transectas CVI-4, CVI-7, CVI-9, CVI-10 y CVI-11, a diferencia de la campaña de invierno donde sólo la transecta 6 registró organismos en este nivel mareal. Las especies registradas en esta ocasión corresponden a *Nodilittorina peruviana*, con coberturas entre 11% y 28% y *Jehlius cirratus* con coberturas entre 32% y 65%, respectivamente.

El intermareal medio se presentó mayormente *Jehlius cirratus* (CVI-1, CVI-2, CVI-4, CVI-5, CVI-7, CVI-8, CVI-10 y CVI-11) con una cobertura máxima de 94% en la transecta 11, seguido por

Hildenbrandia sp. (CVI-2, CVI-3, CVI-4, CVI-5, CVI-7, CVI-9, CVI-10 y CVI-11), con un registro máximo de cobertura de 50% en la transecta 5. En menor grado ocurren las especies *Nodilittorina peruviana* (CVI-1 a CVI-5 y CVI-7 a CVI-10) con un porcentaje de cobertura máximo de 30%, *Gelidium chilense* (CVI-2, CVI-4 a CVI-6, CVI-8 y CVI-9), con porcentajes de cobertura entre 7% y 58% y *Lithothamnion* sp. (CVI-4 a CVI-7, CVI-9 y CVI-10), con un porcentaje máximo de cobertura del 16% en la transecta CVI-7.

En términos del número de especies observadas en el intermareal medio, destacaron las transectas CVI-4 y CVI-5 con un mayor número de especies (14 cada una). En tanto, la transecta menos representada fue CVI-3 con 4 especies. Cabe destacar la presencia en una pozas de este nivel mareal de los crustáceos *Leptograpsus variegatus* en las transectas CVI-1, CVI-2, CVI-5, CVI-9 y CVI-4; y *Betaeus* sp. en las transectas CVI-1 y CVI-9. Del mismo modo se destaca la presencia del cordado *Girella laevifrons* en la transecta CVI-5 (Tabla 2.5-261).

El número de especies, tanto de invertebrados como de macroalgas, en la franja que comprende el intermareal inferior, fluctúa entre 6 (CVI-2) y 10 (CVI-5, CVI-6 y CVI-9 a CVI-11). Estuvo representado por *Gelidium chilense*, con coberturas entre 20% (CVI-3) y 51% (CVI-11), *Lithothamnion* sp., con coberturas máximas de 100% (CVI-2 y CVI-5 a CVI-7) y *Phymactis clematis* con coberturas entre 3% (CVI-4 y CVI-7) y 30% (CVI-1). En menor grado, *Heliaster helianthus* (CVI-1, CVI-2, CVI-4 a CVI-6, CVI-8, CVI-9 y CVI-15) con una cobertura máxima de 20% en CVI-5 y *Stichaster striatus* (CVI-1, CVI-2, CVI-4 a CVI-7, CVI-10 y CVI-11) con una máxima cobertura de 20% (CVI-4). Junto a lo anterior, destacó la presencia de Holoturida en las transectas 1 y 4, así como de la macroalga *Macrocystis integrifolia* en CVI-2, CVI-4, CVI-5 CVI-7 y CVI-10 (Tabla 2.5-261).

Tabla 2.5-261. Coberturas (%/0,25 m²) y Abundancias (Ind/0,25 m²) Medias de Especies por Transecta. Intermareal de Sustrato de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

CVI-1	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (Nº ind)
Nivel		
Inferior	ANTHOZOA	
	<i>Phymactis clematis</i>	30
	ECHINODERMATA	
	<i>Heliaster helianthus</i>	12
	<i>Stichaster striatus</i>	1
	Holoturida	12
	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	57
	MACROALGAS	
	<i>Ulva</i> sp.	48
	<i>Hildenbrandtia</i> sp.	7
	<i>Lithothamnion</i> sp.	14
	<i>Gelidium chilense</i>	35
Medio	MOLLUSCA	
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	2
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	7

CVI-1	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (Nº ind)
Nivel		
	<i>Collisella araucana</i>	4
	ANTHOZOA	
	<i>Phymantea pluvia</i>	1
	<i>Phymactis clematis</i>	8
	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	40
Superior	SIN ORGANISMOS	0
	CRUSTACEA	
	<i>Leptograpsus variegatus</i>	2 ind.
	<i>Betaeus sp.</i>	1 ind.

CVI-2	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (Nº ind)
Nivel		
Inferior	MACROALGAS	
	<i>Lithothamnion sp.</i>	100
	<i>Lessonia trabeculata</i>	25
	<i>Gelidium chilense</i>	45
	ANTHOZOA	
	<i>Phymactis clematis</i>	23
	ECHINODERMATA	
	<i>Heliaster helianthus</i>	8
	<i>Stichaster striatus</i>	8
Medio	MOLLUSCA	
	<i>Diloma nigerrima</i>	4
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	10
	<i>Scurria viridula</i>	3
	MACROALGAS	
	<i>Ulva sp.</i>	46
	<i>Hildenbrandtia sp.</i>	3
	<i>Gelidium chilense</i>	30
	<i>Gelidium sp.</i>	10
	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	15
Superior	SIN ORGANISMOS	0
	CRUSTACEA	
	<i>Leptograpsus variegatus</i>	1 ind.

CVI-3	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (N° ind)
Nivel		
Inferior	MOLLUSCA	
	<i>Chiton granosus</i>	4
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	30
	<i>Siphonaria lessoni</i>	1
	<i>Collisella zebrina</i>	10
	MACROALGAS	
	<i>Lithothamnion sp.</i>	62
	<i>Porphyra sp.</i>	5
	<i>Gelidium chilense</i>	20
Medio	MOLLUSCA	
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	30
	<i>Nodilittorina araucana</i>	4
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	1
	MACROALGAS	
	<i>Hildenbrandtia sp.</i>	8
Superior	SIN ORGANISMOS	0

CVI-4	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (N° ind)
Nivel		
Inferior	MACROALGAS	
	<i>Ulva sp.</i>	24
	<i>Gelidium chilense</i>	26
	<i>Gelidium sp.</i>	42
	<i>Lithothamnion sp.</i>	100
	<i>Lessonia trabeculata</i>	5
	MOLLUSCA	
	<i>Semimytilus algosus</i>	34
	ECHINODERMATA	
	<i>Heliaster helianthus</i>	11
	<i>Stichaster striatus</i>	20
	Holoturida	1
	ANTHOZOA	
	<i>Phymactis clematis</i>	10
Medio	MACROALGAS	
	<i>Ulva sp.</i>	19
	<i>Hildenbrandtia sp.</i>	15
	<i>Gelidium chilense</i>	10
	<i>Enteromorpha sp.</i>	9
	<i>Lithothamnion sp.</i>	1
	<i>Gracilaria chilensis</i>	2

CVI-4	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (N° ind)
Nivel		
	MOLLUSCA	
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	7
	<i>Semimytilus algosus</i>	4
	<i>Collisella araucana</i>	1
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	1
	ECHINODERMATA	
	<i>Heliaster helianthus</i>	1
	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	34
	ANTHOZOA	
	<i>Phymactis clematis</i>	2
Superior	MOLLUSCA	
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	19
	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	32

CVI-5	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (N° ind)
Nivel		
Inferior	MACROALGAS	
	<i>Lithothamnion sp.</i>	100
	<i>Lessonia trabeculata</i>	8
	Chlorophyta	50
	<i>Gelidium chilense</i>	26
	<i>Gelidium sp.</i>	65
	MOLLUSCA	
	<i>Semimytilus algosus</i>	8
	<i>Tegula atra</i>	5
	ECHINODERMATA	
	<i>Stichaster striatus</i>	5
	<i>Heliaster helianthus</i>	20
	ANTHOZOA	
	<i>Phymactis clematis</i>	15
	Medio	MACROALGAS
<i>Hildenbrandtia sp.</i>		25
<i>Gelidium chilense</i>		10
Chlorophyta		50
<i>Lithothamnion sp.</i>		3
MOLLUSCA		
<i>Nodilittorina peruviana</i>		8
<i>Collisella zebrina</i>	1	

CVI-5	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (Nº ind)
Nivel		
	<i>Collisella araucana</i>	3
	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	60
	ANTHOZOA	
	<i>Phymactis clematis</i>	2
	<i>Phymantea pluvia</i>	2
	ECHINODERMATA	
Superior	<i>Tetrapygyus niger</i>	5
	SIN ORGANISMOS	0
	CRUSTACEA	
	<i>Leptograpsus variegatus</i>	6 ind.
	CORDADOS	
	<i>Girella laevifrons</i>	7 ind.

CVI-6	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (Nº ind)
Nivel		
Inferior	MACROALGAS	
	<i>Lithothamnion sp.</i>	100
	<i>Gelidium sp.</i>	33
	<i>Gelidium chilense</i>	27
	<i>Ulva sp.</i>	3
	Chlorophyta	4
	ECHINODERMATA	
	<i>Heliaster helianthus</i>	5
	<i>Loxechinus albus</i>	7
	<i>Tetrapygyus niger</i>	7
	<i>Stichaster striatus</i>	18
	ANTHOZOA	
	<i>Phymactis clematis</i>	6
Medio	MACROALGAS	
	<i>Lithothamnion sp.</i>	10
	<i>Gelidium chilense</i>	7
	<i>Gelidium sp.</i>	9
	Chlorophyta	15
	MOLLUSCA	
	<i>Scurria viridula</i>	13
<i>Chiton granosus</i>	4	
Superior	SIN ORGANISMOS	0

CVI-7	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (Nº ind)
Nivel		
Inferior	MACROALGAS	
	<i>Lithothamnion</i> sp.	100
	<i>Corallina officinalis</i>	15
	<i>Gelidium</i> sp.	5
	<i>Lessonia trabeculata</i>	3
	MOLLUSCA	
	<i>Chiton granosus</i>	50
	<i>Scurria viridula</i>	3
	ECHINODERMATA	
	<i>Stichaster striatus</i>	7
	ANTHOZOA	
	<i>Phymantea pluvia</i>	2
	<i>Phymactis clematis</i>	3
Medio	MACROALGAS	
	<i>Hildenbrandtia</i> sp.	29
	<i>Lithothamnion</i> sp.	16
	<i>Gelidium</i> sp.	7
	<i>Colpomenia sinuosa</i>	1
	MOLLUSCA	
	<i>Collisella zebrina</i>	1
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	10
	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	9
	ECHINODERMATA	
	<i>Heliaster helianthus</i>	6
	ANTHOZOA	
<i>Phymactis clematis</i>	12	
Superior	<i>Nodilittorina peruviana</i>	17

CVI-8	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (Nº ind)
Nivel		
Inferior	MACROALGAS	
	<i>Lithothamnion</i> sp.	93
	<i>Gelidium chilense</i>	38
	<i>Gelidium</i> sp.	17
	MOLLUSCA	
	<i>Chiton granosus</i>	32
	<i>Collisella araucana</i>	9
	<i>Collisella zebrina</i>	4
	<i>Semimytilus algosus</i>	13

CVI-8	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (Nº ind)
Nivel		
	ECHINODERMATA	
	<i>Heliaster helianthus</i>	15
	ANTHOZOA	
	<i>Phymactis clematis</i>	10
Medio	MACROALGAS	
	<i>Ulva sp.</i>	10
	<i>Gelidium chilense</i>	29
	<i>Gelidium sp.</i>	27
	MOLLUSCA	
	<i>Scurria viridula</i>	4
	<i>Diloma nigerrima</i>	18
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	12
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	1
	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	22
	ECHINODERMATA	
<i>Heliaster helianthus</i>	5	
Superior	SIN ORGANISMOS	0

CVI-9	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (Nº ind)
Nivel		
Inferior	MACROALGA	
	<i>Lithothamnion sp.</i>	50
	<i>Hildenbrandtia sp.</i>	38
	<i>Ulva sp.</i>	29
	<i>Gelidium chilense</i>	44
	<i>Gelidium sp.</i>	5
	MOLLUSCA	
	<i>Collisella araucana</i>	1
	<i>Fissurella crassa</i>	3
	<i>Scurria viridula</i>	10
	<i>Collisella zebrina</i>	4
	ECHINODERMATA	
	<i>Heliaster helianthus</i>	8
	ANTHOZOA	
	<i>Phymactis clematis</i>	4
Medio	MACROALGAS	
	<i>Ulva sp.</i>	26
	<i>Corallina officinalis</i>	13

CVI-9	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (N° ind)
Nivel		
	<i>Gelidium chilense</i>	27
	<i>Lithothamnion</i> sp.	8
	<i>Hildenbrandtia</i> sp.	5
	MOLLUSCA	
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	12
	<i>Diloma nigerrima</i>	3
	ECHINODERMATA	
	<i>Tetrapygus niger</i>	11
	<i>Heliaster helianthus</i>	3
	ANTHOZOA	
	<i>Anemonia alicemartiae</i>	6
Superior	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	40
	MOLLUSCA	
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	28
CRUSTACEA		
	<i>Betaeus</i> sp.	1 ind.
	<i>Leptograpsus variegatus</i>	4 ind.

CVI-10	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (N° ind)
Nivel		
Inferior	MACROALGAS	
	<i>Corallina officinalis</i>	4
	<i>Ulva</i> sp.	4
	<i>Ralfsia</i> sp.	4
	<i>Colpomenia sinuosa</i>	2
	<i>Gelidium chilense</i>	28
	<i>Gelidium</i> sp.	21
	<i>Glossophora kunthii</i>	6
	<i>Lithothamnion</i> sp.	93
	<i>Lessonia trabeculata</i>	16
	ECHINODERMATA	
	<i>Stichaster striatus</i>	2
	ANTHOZOA	
	<i>Anemonia alicemartinae</i>	3
Medio	MACROALGA	
	<i>Hildenbrandtia</i> sp.	16
	<i>Lithothamnion</i> sp.	2
	<i>Corallina officinalis</i>	15
	<i>Gelidium</i> sp.	43

CVI-10	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (N° ind)
Nivel		
	<i>Colpomenia sinuosa</i>	2
	MOLLUSCA	
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	5
	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	43
	ECHINODERMATA	
Superior	<i>Heliaster helianthus</i>	12
	MOLLUSCA	
	<i>Nodilittorina peruviana</i>	11
	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	65

CVI-11	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (N° ind)
Nivel		
Inferior	MACROALGAS	
	<i>Lithothamnion sp.</i>	92
	Chlorophyta	10
	<i>Gelidium chilense</i>	51
	<i>Gelidium sp.</i>	17
	MOLLUSCA	
	<i>Diloma nigerrima</i>	4
	<i>Chiton granosus</i>	7
	ECHINODERMATA	
	<i>Heliaster helianthus</i>	10
	<i>Stichaster striatus</i>	7
	ANTHOZOA	
	<i>Phymactis clematis</i>	10
	<i>Phymantea pluvia</i>	40
Medio	MACROALGAS	
	<i>Hildenbrandtia sp.</i>	32
	<i>Ralfsia sp.</i>	27
	Chlorophyta	15
	MOLLUSCA	
	<i>Collisella araucana</i>	2
	<i>Scurria viridula</i>	4
CRUSTACEA		
	<i>Jehlius cirratus</i>	94
Superior	CRUSTACEA	
	<i>Jehlius cirratus</i>	63
CRUSTACEA		

CVI-11	Taxa	Cobertura (%)/ Densidad (Nº ind)
Nivel		
	<i>Leptograpsus variegatus</i>	4 ind.

Es importante destacar la presencia del equinodermo *Loxechinus albus* en el nivel submareal, a poca profundidad, de las transectas CVI-5, CVI-6 y CVI-7 (Fotografía 2.5-47), especie con valor comercial sobre el cual se han establecido mediadas administrativas como veda según D.S. 291/87 (Sernapesca, 2012¹). Junto a lo anterior, se destaca la presencia del alga parda *Lessonia trabeculata*, especie de importancia económica, que cuenta con veda extractiva hasta octubre de 2012 (D.E. N° 1011) en las transectas CVI-2, CVI-4, CVI-5, CVI-7 y CVI-10. Del mismo modo, se registró la macroalga *Gelidium chilense*, de importancia comercial, en el 91% de las transectas muestreadas.

Fotografía 2.5-47. Presencia de la Especie *Loxechinus albus* (Erizo Rojo) en la Transecta CVI-7. Sector km 14, Campaña de Verano 2012



Campaña Otoño

El análisis de coberturas desarrollado entregó los resultados que se indican en la Tabla 2.5-262. Las siguientes figuras muestran los porcentajes medio obtenidos en los estratos: superior, medio e inferior.

El estrato superior estuvo compuesto principalmente por sustrato desnudo (roca) con una cobertura media de 95, 69% (Figura 2.5-209).

El estrato medio, también, estuvo dominado por sustrato desnudo aunque su cobertura sólo representó un 54,19%, los crustáceos aportaron con un 19,44% específicamente la especie de

¹ Servicio Nacional de Pesca. Cuadro de Tallas mínimas.
http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=204&Itemid=364.

cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que las macroalgas presentaron una cobertura del 15,38% (Figura 2.5-210).

La cobertura media calculada para el estrato inferior estuvo dominada por macroalgas con un 47,50%, con importantes aportes de *Lessonia trabeculata* y *Gelidium chilense*; seguida por crustáceos y moluscos con un 21,25% y 15,38% de cobertura (Figura 2.5-211).

Tabla 2.5-262. Porcentaje de Cobertura en el Intermareal del Área de Estudio

Cobertura en Porcentaje (%), por estrato y Transecto								
	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4	Transecto 5	Transecto 6	Transecto 7	Transecto 8
Estrato Superior								
ROCA	92,5	100	90	88	100	97	98	100
Crustáceos								
<i>Jehlius cirratus</i>	3	0	2	8	0	0	0	0
Moluscos								
<i>Nodilittorina araucana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Nodilittorina peruviana</i>	4,5	0	8	3	0	3	2	0
Estrato Medio								
ROCA	30,5	82	38	29	56	76	90	32
Antozoos								
<i>Anthothoe chilensis</i>	1,5	0	0	4	0	0	0	2
<i>Phymactis clematis</i>	0	0	0	1	0	0	0	4
Moluscos								
<i>Nodilittorina araucana</i>	0	1	4	0	8	2	0	0
<i>Nodilittorina peruviana</i>	0	1	4	0	8	8	10	0
<i>Perumytilus purpuratus</i>	1,5	11	11	0	12	0	0	0
Crustáceos								
<i>Jehlius cirratus</i>	44,5	0	36	37	24	14	0	0
Macroalgas								
<i>Colpomenia sinuosa</i>	2,5	0	2	0	0	0	0	12
<i>Colpomenia tuberculata</i>	2	0	0	0	0	0	0	4
<i>Corallina officinalis</i>	1,5	0	1	0	0	0	0	0
<i>Gelidium chilense</i>	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Hildenbrandia sp.</i>	2	6	2	1	0	0	0	18
<i>Irídea laminarioides</i>	0	0	0	10	0	0	0	0
<i>Lithothamnium sp.</i>	1	0	0	7	0	0	0	0

Cobertura en Porcentaje (%), por estrato y Transecto								
	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4	Transecto 5	Transecto 6	Transecto 7	Transecto 8
<i>Polysiphonia sp.</i>	8	0	0	0	0	0	0	14
<i>Ulva lactuca</i>	3	0	6	11	0	0	0	0
Equinodermos								
<i>Heliaster helianthus</i>	0	0	0	0	0	0	0	4
Estrato Inferior								
ROCA	2	35	9	16	6	17	12	6
Antozoos								
<i>Anthothoe chilensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phymactis clematis</i>	0	1	6	0	1	0	1	0
Moluscos								
<i>Chiton granosus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diloma nigerrima</i>	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Nodilittorina peruviana</i>	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Perumytilus purpuratus</i>	11	18	21	17	11	8	18	0
<i>Semimytilus algosus</i>	0	0	0	0	2	0	3	0
<i>Tegula atra</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
Crustáceos								
<i>Jehlius cirratus</i>	65	21	9	0	18	29	17	11
Macroalgas								
<i>Colpomenis sinuosa</i>	0	0	0	0	8	9	6	11
<i>Colpomenia tuberculata</i>	0	0	0	0	2	2	1	3
<i>Gelidium chilense</i>	0	3	11	21	7	9	16	17
<i>Glossophora kunthii</i>	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Hildenbrandia sp.</i>	0	10	7	0	10	12	0	6
<i>Irídea laminarioides</i>	4	0	0	11	0	0	0	5
<i>Lessonia trabeculata</i>	0	0	0	0	0	0	3	21
<i>Lithothamnium sp.</i>	2	0	5	5	2	2	0	10

Cobertura en Porcentaje (%), por estrato y Transecto								
	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4	Transecto 5	Transecto 6	Transecto 7	Transecto 8
<i>Polysiphonia sp.</i>	6	9	19	9	16	0	9	0
<i>Ulva lactuca</i>	2	0	12	15	11	10	2	7
<i>Chaetogomorpha sp.</i>	2	0	0	0	2	0	0	0
<i>Enteromorpha sp.</i>	1	0	1	0	2	0	0	0
Equinodermos								
<i>Helianthus helianthus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stichaster striatus</i>	0	0	0	0	0	0	11	0

Figura 2.5-209. Porcentaje de Cobertura Media presente en el Estrato Superior

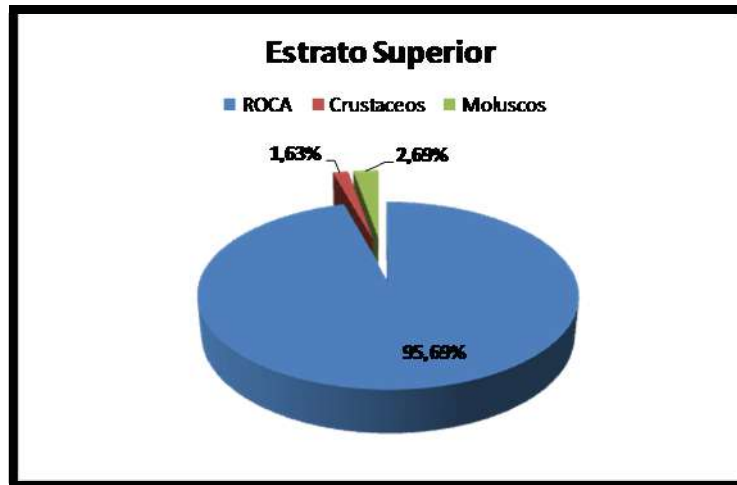


Figura 2.5-210. Porcentaje de Cobertura Media presente en el Estrato Medio

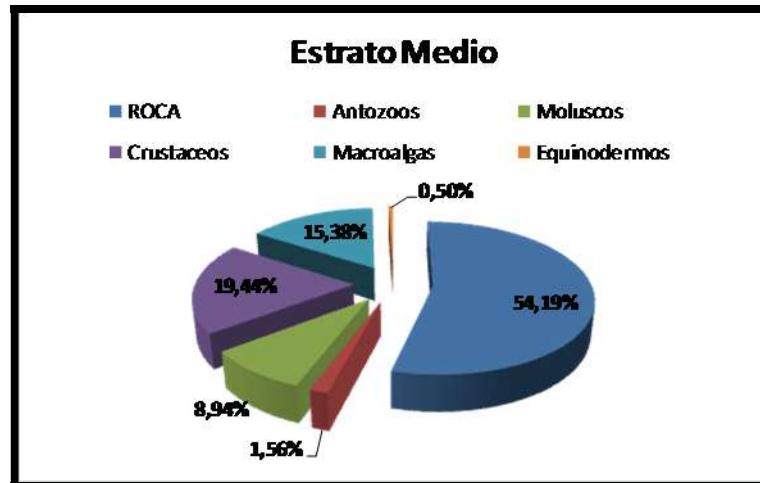
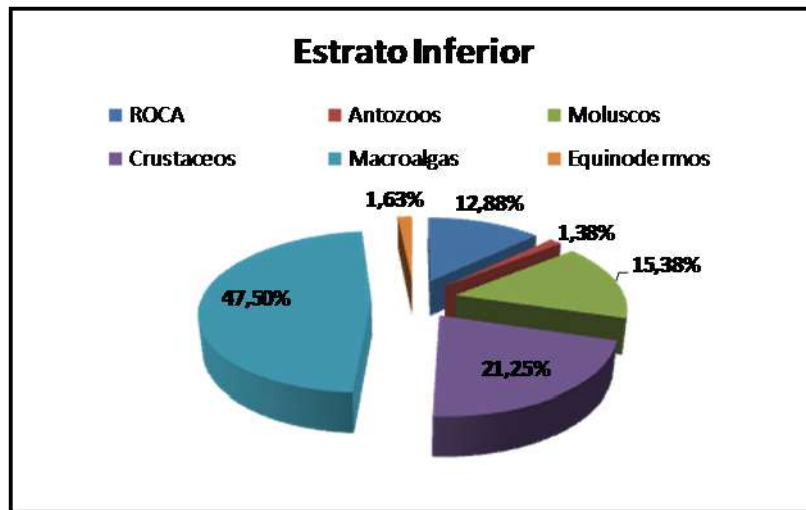


Figura 2.5-211. Porcentaje de Cobertura Media presente en el Estrato Inferior



2.5.4.7.3.1. Índices Comunitarios

Campaña Invierno

La Tabla 2.5-263 resume los resultados obtenidos del cálculo de los parámetros comunitarios de diversidad específica (H'), uniformidad específica (J') y riqueza específica (S, número de especies) y Dominancia de Simpson (D).

Tabla 2.5-263. Índices Comunitarios del Intermareal de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Transecta	Riqueza (S)	Uniformidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia de Simpson (D)
LVI-1	9	0,8596	1,889	0,8363
LVI-2	8	0,7523	0,564	0,7328
LVI-3	4	0,525	0,7278	0,419
LVI-4	6	0,734	0,315	0,6901
LVI-5	6	0,6009	1,077	0,5382
LVI-6	6	0,6437	1,153	0,6000
LVI-7	5	0,6079	0,9784	0,5093
LVI-8	7	0,6346	1,235	0,6607
LVI-9	8	0,7378	1,534	0,6983
LVI-10	5	0,4996	0,804	0,4239
LVI-11	13	0,7547	1,936	0,7748
Promedio	7,000	0,668	1,110	0,627
D.E.	2,490	0,109	0,517	0,139
C.V.	0,356	0,163	0,466	0,222

La riqueza específica del total de la macroinfauna por transecto de muestreo fue variable, presentando un rango de entre 4 (LVI-3) y 13 especies (LVI-11). Los niveles de diversidad fluctuaron entre 0,315 bits/ind (LVI-4) y 1,936 bits/ind (LVI-11).

En términos de uniformidad, se observó una baja variabilidad de este parámetro, indicativo de una relativa homogeneidad en la distribución de las abundancias y coberturas de los organismos presentes en las transectas emplazadas en el sector de muestreo. El índice de uniformidad fluctuó en un rango de 0,499 (LVI-10) y 0,860 (LVI-1).

De acuerdo al parámetro de Simpson, el área de estudio presenta una relativamente alta dominancia, fluctuando entre 0,419 en (LVI-3) y 0,834 en LVI-1.

Según el coeficiente de variación de Pearson (Cv), los parámetros de uniformidad y dominancia presentaron una baja dispersión.

Campaña Verano

La Tabla 2.5-264 resume los resultados obtenidos del cálculo de los parámetros comunitarios de diversidad específica (H'), uniformidad específica (J') y riqueza específica (S, número de especies) y Dominancia de Simpson (D), campaña de verano de 2012.

Tabla 2.5-264. Índices Comunitarios del Intermareal de Fondos Duros. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Transectas	Riqueza (S)	Uniformidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia de Simpson (D)
CVI-1	13	0,7593	1,948	0,8149
CVI-2	13	0,7618	1,954	0,8103
CVI-3	10	0,7035	1,62	0,7494
CVI-4	17	0,8246	2,336	0,8839
CVI-5	17	0,7853	2,225	0,8643
CVI-6	12	0,7631	1,896	0,7851
CVI-7	15	0,7328	1,985	0,7991
CVI-8	15	0,8421	2,281	0,8707
CVI-9	17	0,8239	2,334	0,8873
CVI-10	15	0,7691	2,083	0,8353
CVI-11	15	0,7819	2,118	0,8337
Promedio	14,455	0,777	2,071	0,830
D.E.	2,252	0,041	0,219	0,044
C.V.	0,156	0,053	0,106	0,053

La riqueza específica del total de la macroinfauna por transecto de muestreo fue alto en comparación a la campaña de invierno, presentando un rango de entre 10 (CVI-3) y 17 especies (CVI-4, CVI-5 y CVI-9). Esto se correlaciona con los niveles de diversidad, los que fueron relativamente altos, fluctuando entre 1,62 bits/ind (CVI-3) y 2,336 bits/ind (CVI-4).

En términos de uniformidad, se observó una baja variabilidad de este parámetro, indicativo de una relativa homogeneidad en la distribución de las abundancias y coberturas de los

organismos en las transecta emplazadas en el sector de muestreo. Este índice fluctuó en un rango de 0,7035 (CVI-3) y 0,8421 (CVI-8).

Según el coeficiente de variación de Pearson (Cv), los parámetros de uniformidad y dominancia presentaron una baja dispersión.

Campaña Otoño

La Tabla 2.5-265 presenta la estimación de índices ecológicos para las transectas del intermareal, separados en estrato: superior, medio e inferior.

Tabla 2.5-265. Índices Ecológicos Estimados a partir de las Abundancias Intermareales. Donde S= Diversidad Especifica, N= Número Total de Organismos, J' = Índice de Uniformidad de Pielou, H' = Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D Índice de Dominancia de Simpson)

Transecto	Nivel Intermareal	S	J'	H'(loge)	D
T1	Superior	3	0,29	0,32	0,86
T2		1	****	0,00	1,00
T3		3	0,34	0,38	0,81
T4		3	0,40	0,44	0,78
T5		1	****	0,00	1,00
T6		2	0,19	0,13	0,94
T7		2	0,14	0,10	0,96
T8		1	****	0,00	1,00
T1	Medio	5	0,77	1,24	0,32
T2		3	0,53	0,59	0,69
T3		4	0,91	1,26	0,30
T4		4	0,89	1,24	0,30
T5		3	0,90	0,99	0,41
T6		3	0,65	0,71	0,60
T7		2	0,47	0,33	0,82
T8		4	0,71	0,98	0,44
T1	Inferior	6	0,59	1,05	0,46
T2		5	0,87	1,40	0,25
T3		5	0,78	1,26	0,36
T4		3	0,85	0,93	0,45
T5		5	0,67	1,09	0,43
T6		4	0,90	1,25	0,31
T7		6	0,86	1,55	0,23
T8		4	0,45	0,62	0,69

El estrato superior presentó baja Riqueza (S), con la presencia de sólo una especie en 3 transectos mientras el máximo registrado correspondió a sólo 3 especies. Estos números

dificultaron el análisis de los índices con baja Uniformidad (J') y Diversidad (H'); y altos niveles de Dominancia (D).

Por su parte el estrato medio presentó mayor Riqueza con un máximo de 5 especies. En este estrato los índices de Uniformidad y Diversidad presentaron valores más elevados, no observándose valores que demuestren la Dominancia de una especie sobre el ensamble comunitario, se observó un valor alto para este índice en T7, el que se asoció a una baja Riqueza (sólo 2 especies) por lo que fue considerado como un análisis no significativo con la situación observada.

Finalmente el estrato inferior presentó la mayor Riqueza del área, con un máximo de 6 especies y un mínimo de 4. Los valores de Uniformidad fueron moderados a altos indicativo una comunidad altamente Uniforme en relación a las abundancias por especie. Así mismo los valores de Diversidad indicaron una diversidad moderada a alta. No fue posible determinar la Dominancia de una especie sobre el resto salvo en T8, que presentó cierta tendencia a la Dominancia.

2.5.4.7.3.2. Análisis Multivariados de Clasificación y Ordenación

Campaña Invierno

El análisis de clasificación Figura 2.5-212 manifiesta niveles moderados de similitud entre las transectas. A un 40% de similitud fue posible distinguir un conglomerado formado por las transectas LVI-1 y LVI-4; la especie que permite esta asociación es el antozoario *Phymactis clematis*. En tanto, un segundo conglomerado asocia a las restantes transectas. Dentro de este conglomerado destacan cuatro subgrupos integrado por: LVI-5 y LVI-7, el cual alcanza los mayores porcentajes de similitud de la totalidad de las transectas con cerca de un 84%, cada una con una riqueza de 6 y 5 especies, respectivamente. Un segundo subgrupo, formado por LVI-3 y LVI-10, con 4 y 5 especies, respectivamente, presentaron cerca de un 73% de similitud. El tercer subgrupo corresponde a LVI-6 y LVI-9, con alrededor de un 67% de similitud. Finalmente, el cuarto subgrupo, conformado por las transectas LVI-2 y LVI-8, presentó cerca de un 62% de similitud. Cabe destacar que la transecta LVI-11 no se asoció a ningún subgrupo. Ante estos resultados, y de acuerdo al criterio de Palma *et al.* (1982) de corte del 75% de disimilitud para Bray Curtis, todas las transectas estudiadas conforman una comunidad homogénea.

Por otra parte, el análisis multivariado de ordenación presenta una configuración concordante con los resultados del análisis de clasificación. Se observa una clara separación de las transectas LVI-4 y LVI-1, correspondiente al primer núcleo descrito en el análisis de ordenación. Aunque la conformación del segundo núcleo no queda claramente establecida, se observa el subgrupo formado por LVI-2 y LVI-8, la mayor similitud existente entre LVI-3, LVI-5, LVI-6, LVI-7, LVI-9 y LVI-10 y la no asociación de LVI-11 a alguno de los subgrupos descritos (Figura 2.5-213).

Figura 2.5-212. Dendrograma de Similitud de las Transectas Intermareales de Sustrato Duro. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

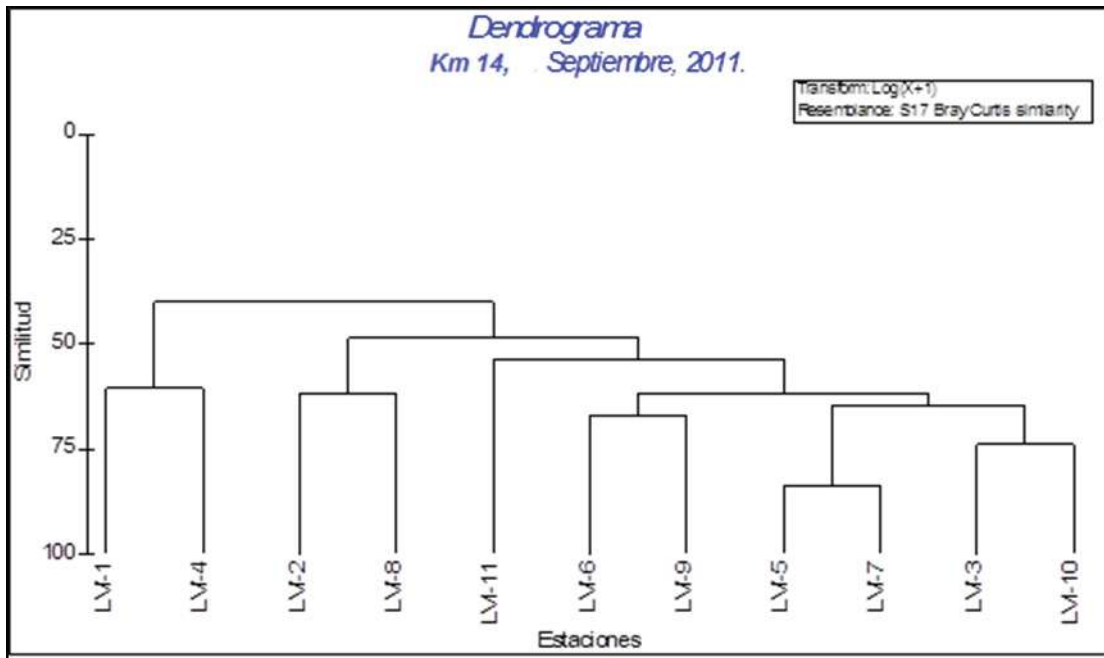
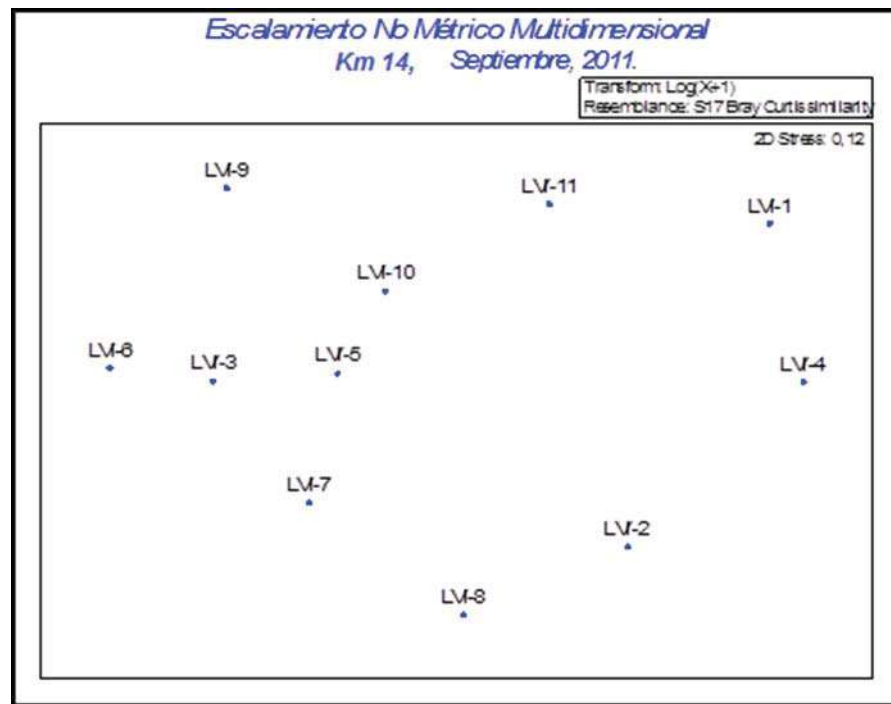


Figura 2.5-213. Análisis de Escalamiento No-Métrico Multidimensional de las Transectas Intermareales. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

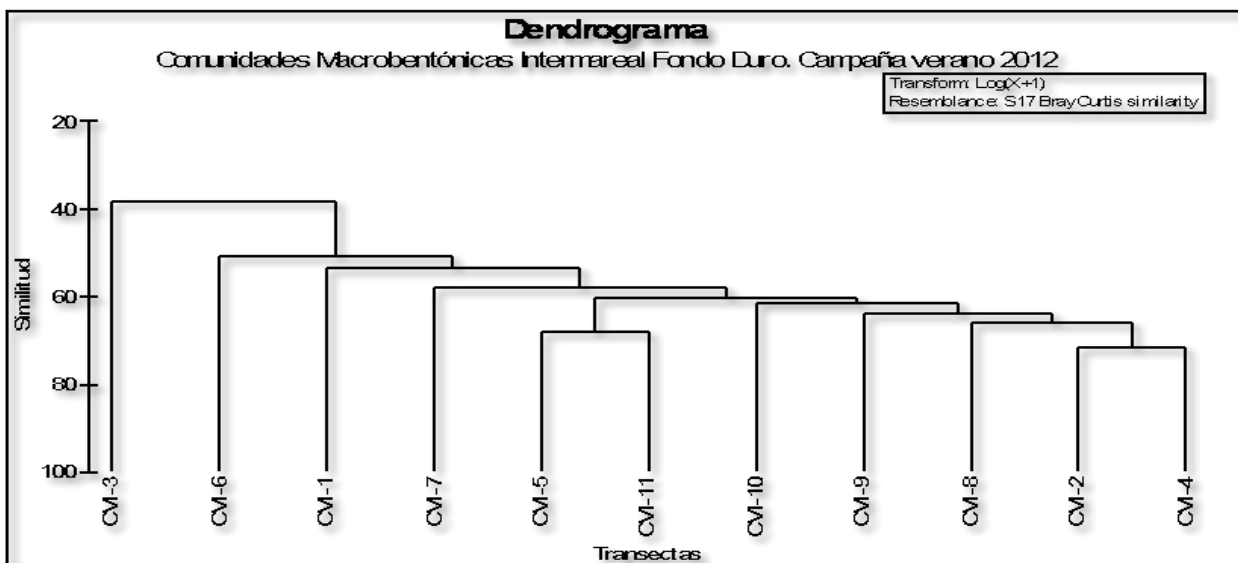


Campaña Verano

El análisis de clasificación (Figura 2.5-214), manifiesta niveles moderados de similitud entre las transectas. A un 60% de similitud fue posible distinguir dos conglomerados: el primero conformado por transectas CVI-5 y CVI-11; y el segundo por las transectas CVI-2, CVI-4, CVI-8, CVI-9 y CVI-10. Dentro de este conglomerado destaca el subgrupo integrado por CVI-2 y CVI-4, con cerca de un 69% de similitud.

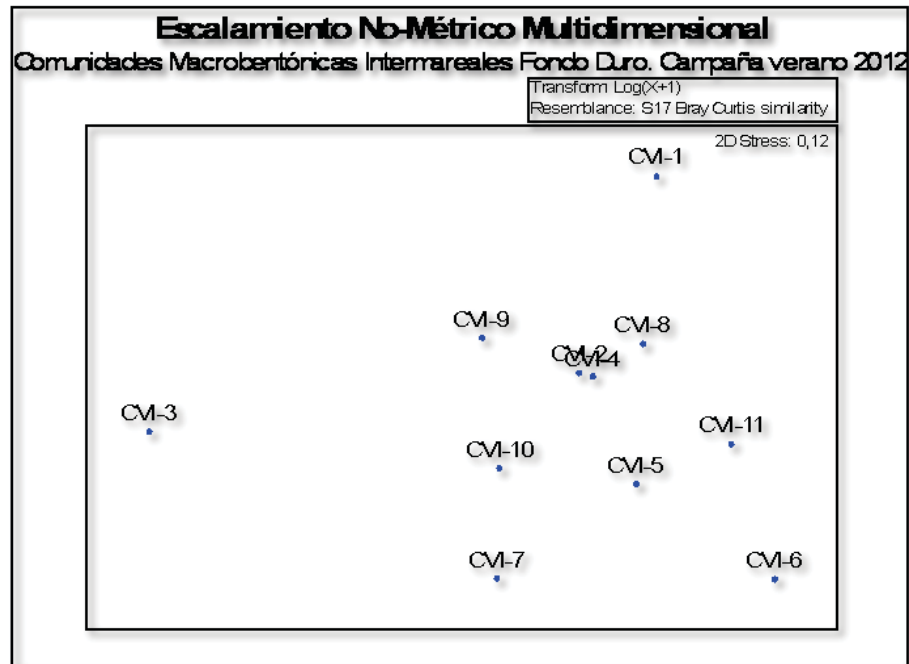
Los dos conglomerados descritos se asocian entre sí con un 60% de similitud. Cabe destacar que la transecta CVI-3 presentó la menor similitud con las transectas estudiadas presentando sólo un 38% de similitud con las restantes transectas. Pese a esto, y de acuerdo al criterio de Palma *et al.* (1982) de corte del 75% de disimilitud para Bray Curtis, todas las transectas estudiadas conforman una comunidad homogénea, característica del sustrato rocoso analizado.

Figura 2.5-214. Dendrograma de Similitud de las Transectas Intermareales de Sustrato Duro. Sector Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



Por otra parte, el análisis multivariado de ordenación presenta una configuración concordante con los resultados del análisis de clasificación. Se observa la alta similitud de las transectas CVI-2 y CVI-4, que integran el segundo núcleo descrito en el análisis de ordenación. Del mismo modo, se aprecia con claridad la baja similitud de las transectas CVI-1, CVI-3 y CVI-6 con las restantes (Figura 2.5-215).

Figura 2.5-215. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional de las Transectas Intermareales. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



En resumen de lo antes detallado y de acuerdo al reconocimiento en terreno, se puede describir el intermareal rocoso como conformado por sectores con plataformas rocosas (Fotografía 2.5-48 y Fotografía 2.5-49), con bolones y promontorios rocosos (Fotografía 2.5-50 y Fotografía 2.5-51), sectores con farellones rocosos con perfiles abruptos (Fotografía 2.5-52), promontorios rocosos de poca pendiente con entradas de agua (Fotografía 2.5-53) y un sector con roqueríos correspondiente a CVI-11 (Fotografía 2.5-54). Del mismo modo, se destaca la presencia de pozas en el nivel medio de las transectas CVI-1, CVI-4, CVI-5, CVI-8 y CVI-9.

Fotografía 2.5-48. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-1. Sector km 14



Fotografía 2.5-49. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-10. Sector km 14



Fotografía 2.5-50. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-3. Sector km 14



Fotografía 2.5-51. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-4. Sector km 14



Fotografía 2.5-52. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-6. Sector km 14



Fotografía 2.5-53. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-8. Sector km 14



Fotografía 2.5-54. Intermareal de Sustrato Rocoso, Transecta CVI-11. Sector km 14

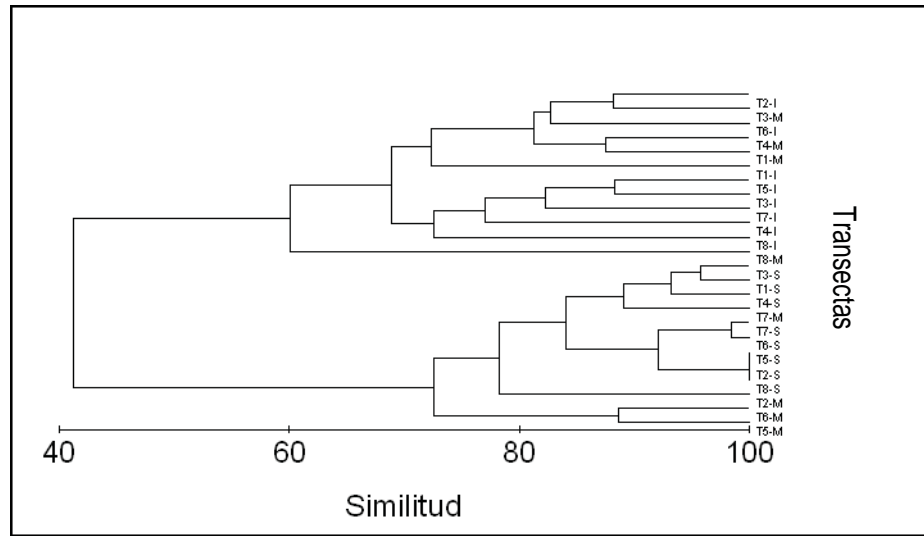


Campaña Otoño

En la Figura 2.5-216 se presentan el análisis de clasificación en la forma de un dendograma, generado a partir de una matriz de similitud construida con el atributo de abundancia.

El dendrograma muestra la formación de 2 conglomerados, los que registran una similitud de 40%. Estos conglomerados están formados, por un lado, por las estaciones del estrato inferior y 3 estaciones del estrato medio con un 60% de similitud. Y un segundo conglomerado que abarcó todas las estaciones del sustrato superior y las 5 restantes del estrato medio, con un 72,5% de similitud.

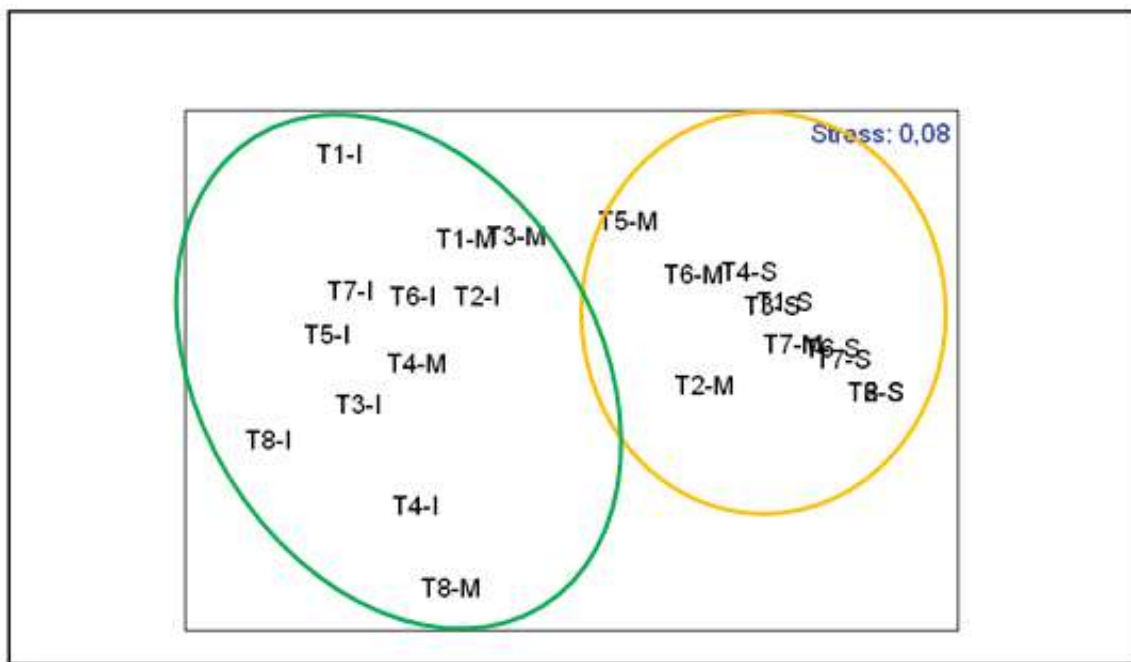
Figura 2.5-216. Análisis de Clasificación: Dendrograma



La formación de los conglomerados tiene relación directa con los estratos que ocuparán cada una de las estaciones a lo largo de la transecta, las estaciones del sustrato medio se dividieron entre el conglomerado de las estaciones del sustrato inferior y superior.

La Figura 2.5-217 presenta el análisis de ordenación en la forma de un n-MDS, generado a partir de una matriz de similitud construida con el atributo de abundancia.

Figura 2.5-217. Análisis de Ordenación n-MDS



El análisis de ordenación muestra como la totalidad de las estaciones, de los transectos pertenecientes al estrato superior se encuentran agrupadas hacia un costado del eje principal. Incluyéndose tres estaciones del estrato medio de las transectas T5, T7 y T2, tal como se mostró en el dendograma (Figura 2.5-217).

El segundo grupo estuvo compuesto de las estaciones del estrato inferior, ya no tan reunidas a lo largo del eje principal (eje horizontal), incorporándose las estaciones del estrato medio restantes.

2.5.4.8. Estudio de Comunidades Planctónicas

2.5.4.8.1. Comunidades Fitoplanctónicas

2.5.4.8.1.1. Análisis Cualitativo

Campaña Invierno

La Tabla 2.5-266 señala las especies identificadas en el análisis cualitativo y de abundancia relativa (semi-cuantitativo) para la campaña de invierno. Los resultados expuestos muestran que fue posible registrar un total de 36 especies de fitoplanctones en esta campaña, de las cuales 26 forman parte del grupo de las diatomeas (76,2% de la riqueza total) y 10 a los dinoflagelados (27,8%). No se hallaron representantes del grupo de los silicoflagelados. En la Figura 2.5-218 se muestra el detalle gráfico de la composición porcentual del fitoplancton analizado.

El fitoplancton fue muy abundante mostrando nuevamente un amplio predominio de la diatomea *Detonula pumila* sobre los otros fitoplanctones registrados en las muestras, similar a lo registrado en otro estudio realizado (Ecotecnos 2011). No obstante, en este caso se registró una notoria disminución de *Eucampia zodiacus* que se apreció en mal estado fisiológico y numerosos ejemplares de *Stephanopyxis turris* con hipnósporas. También se apreció un leve incremento en la diversidad de dinoflagelados. Otros taxa que se distinguieron, a parte de *Detonula pumila*, por su abundancia y alta frecuencia de aparición en las muestras de red, fueron las diatomeas *Chaetoceros didymus*, *C. socialis*, *C. radicans*, *Pseudo-nitzschia* cf. *australis*, *Leptocylindrus danicus*, *Thalassiosira* cf. *mendiolana* y *Stephanopyxis turris*, especies *r*-estrategas, características de áreas de surgencia frente a las costas de Perú y del norte de Chile.

Los dinoflagelados más significativos, en tanto, resultaron ser *Ceratium tripos*, *Diplopsalis lenticula* y *Ceratium furca* var. *berghii*, los tres en bastante menor abundancia que las diatomeas.

La distribución horizontal cualitativa del fitoplancton fue bastante homogénea en esta zona. Así, para el conjunto de las estaciones, el número de especies (riqueza) fue similar, oscilando entre 32 (LV-12) y 35 taxa (estaciones LV-4, LV-5, LV-6, LV-8, LV-9, LV-10 y LV-13).

Respecto a las especies de fitoplanctones dañinos, se registró la presencia de los fitoplanctones dañinos *Chaetoceros convolutus* y *Pseudo-nitzschia* cf. *australis*, asociados a mortandad de peces en jaula y a Veneno Amnésico de Mariscos (VAM), respectivamente.

Figura 2.5-218. Composición Porcentual de los Principales Grupos Taxonómicos del Fitoplancton. Análisis Cualitativo, Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

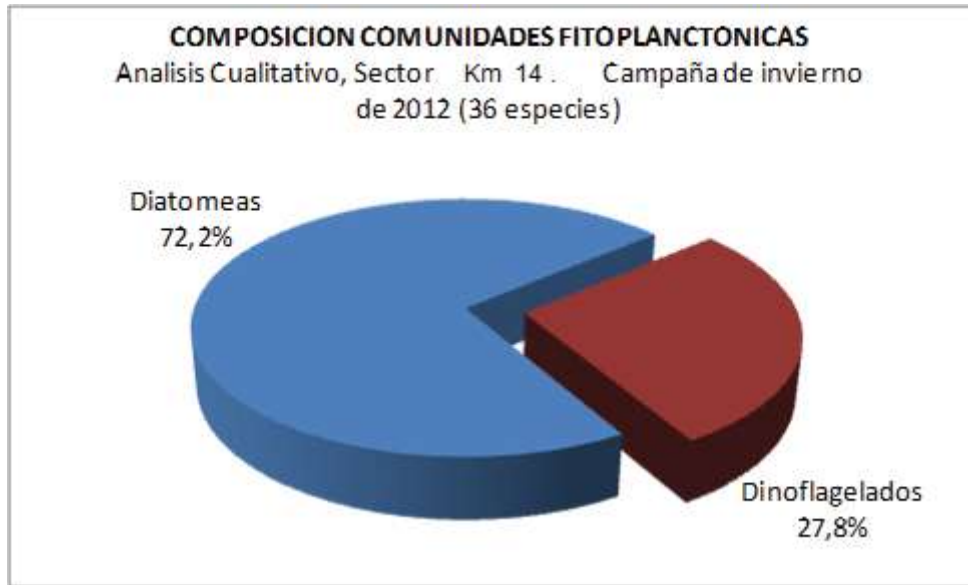


Tabla 2.5-266. Especies y Abundancia relativa determinada para las Muestras de Fitoplancton de las Estaciones analizadas. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

	Estaciones												
	LV-1	LV-2	LV-3	LV-4	LV-5	LV-6	LV-7	LV-8	LV-9	LV-10	LV-11	LV-12	LV-13
Diatomeas													
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
<i>Chaetoceros compressus</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Chaetoceros constrictus</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	E	A	A
<i>Chaetoceros convolutus</i>	A	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	A	E	E	E	E	E	E	E	E	A	A	E	E
<i>Chaetoceros debilis</i>	A	A	A	E	E	A	A	A	A	A	E	A	A
<i>Chaetoceros didymus</i>	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	A	A	A	E	E	A	A	A	A	E	A	E	E
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	R	E	E	R		E	E	E	R		E	R	
<i>Chaetoceros radicans</i>	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
<i>Chaetoceros similis</i>	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
<i>Chaetoceros socialis</i>	E	E	E	E	E	E	E	E	E	A	E	R	R
<i>Coscinodiscus centralis</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	E	A	A
<i>Detonula pumila</i>	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
<i>Ditylum brightwellii</i>	E	E	E	E	A	E	E	E	A	E	E	E	E
<i>Eucampia zodiacus</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Estaciones													
	LV-1	LV-2	LV-3	LV-4	LV-5	LV-6	LV-7	LV-8	LV-9	LV-10	LV-11	LV-12	LV-13
<i>Guinardia striata</i>	R	E	E	E	E		E	E	E	E	E	E	E
<i>Lauderia borealis</i>				E	E	E		E			R		R
<i>Leptocylindrus danicus</i>	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
<i>Lithodesmiun undulatum</i>	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
<i>Odontella longicruris</i>	E	E	R	E	E	E	E	E	E	E	E	R	R
<i>Proboscia indica</i>			E		R	E	E	E	E	E	E	R	E
<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	A	A	M	M	A	M	M	M	M	M	A	M	M
<i>Stephanopyxis turris</i>	A	A	M	A	A	A	A	A	M	M	M	A	A
<i>Thalassiosira bacillare</i>	E	E	E	E	E	A	A	A	A	A	A	E	E
<i>Thalassiosira mendiolana</i>	M	M	A	A	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Dinoflagelados													
<i>Ceratium breve</i>	R	R		E	R	R	R	R	R	R			R
<i>Ceratium declinatum</i>	R	E	E	E	E	E	E	E	E	E	R	E	E
<i>Ceratium furca var. Berghii</i>	A	E	A	A	E	E	E	E	E	E	A	E	E
<i>Ceratium macroseros</i>	R	R		R	E	E	R	E	R	R	R	R	R
<i>Ceratium petersii</i>			R	E	E	E			E	R	R	E	E
<i>Ceratium tripos</i>	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
<i>Diplopsalis lenticula</i>	A	A	E	E	E	E	E	E	E	E	A	E	E
<i>Protoperidinium brochii</i>	R	E	E	E	E	E	E	E	E	E	R	R	R
<i>Protoperidinium depressum</i>	R	E	E	E	E	R	R	R	E	E			E
<i>Protoperidinium obtusum</i>	E	E	E	E	R	R	R	R	E	E	E		E

* Índice de abundancia relativa: M=muy abundante, A=abundante, E=escaso, R=raro.

De acuerdo a los resultados obtenidos, es posible indicar que la composición y distribución del fitoplancton para el sector donde se emplazaran las obras marinas, puede considerarse normal para la zona de estudio y época del año (Rodríguez, 1987; 1996; 2004).

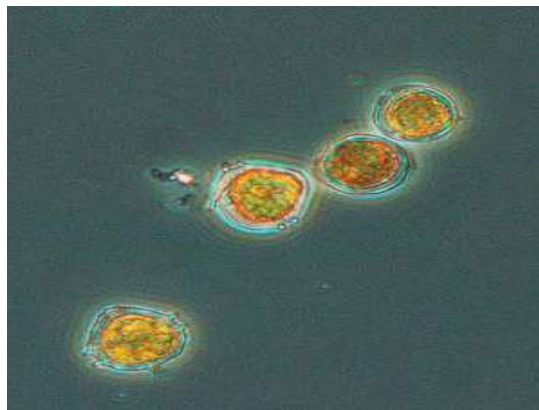
Finalmente, como era de esperar en el área de estudio se visualizó que el micro-zooplancton acompañante fue muy escaso, registrándose algunos poliquetos, escasas larvas nauplius de crustáceos y pocas larvas de moluscos bivalvos. Estas características son comunes del plancton vegetal de la zona y época del año, señalando condiciones de intensa floración fitoplanctónica o “bloom”, causado por procesos de surgencia costera de margen oriental.

En las Fotografía 2.5-55 y Fotografía 2.5-56 se observan algunas de las especies fitoplanctónicas identificadas en el área de estudio, representativas de la misma.

Fotografía 2.5-55. *C. socialis*. Especie de Diatomea con Alta Frecuencia de aparición en Sector km 14



Fotografía 2.5-56. Dinoflagelado *Diplopsalis lenticula* en Muestras de Agua Cualitativas de Sector km 14

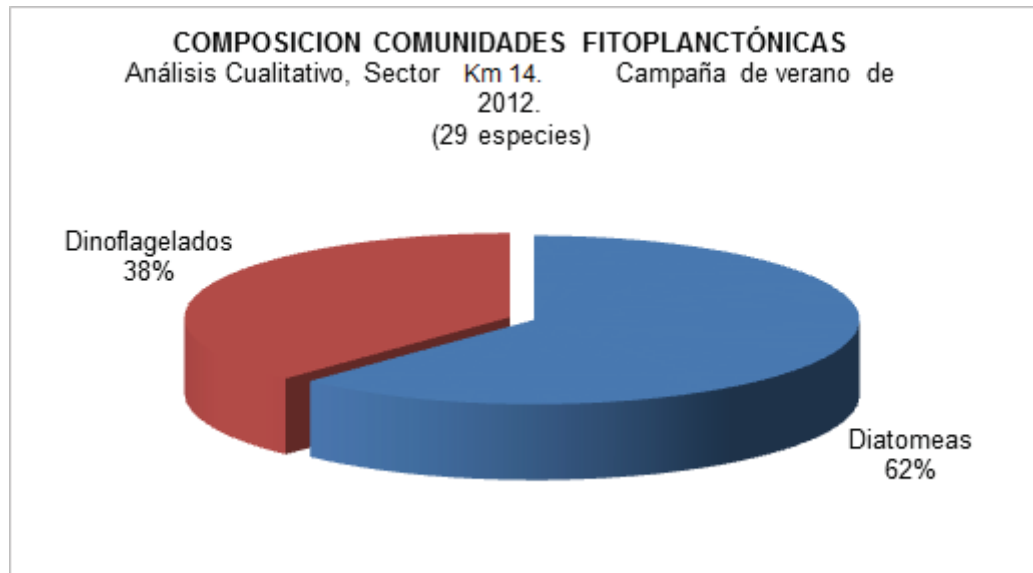


Campaña Verano

La Tabla 2.5-267 señala las especies identificadas en el análisis cualitativo y de abundancia relativa (semi-cuantitativo) del sector en estudio, para la campaña de verano. Los resultados expuestos muestran que fue posible registrar un total de 29 especies de fitoplancteres en esta campaña, de las cuales 18 forman parte del grupo de las diatomeas (62,07% de la riqueza total) y 11 a los dinoflagelados (38,93%). No se hallaron representantes del grupo de los silicoflagelados. En la Figura 2.5-219 se muestra el detalle gráfico de la composición porcentual del fitoplancton analizado.

El fitoplancton fue relativamente abundante con amplio predominio de las diatomeas *Chaetoceros lorenzianus* y *Thalassiosira subtilis* sobre los otros fitoplancteres registrados en las muestras. Asimismo, hubo una baja diversidad de dinoflagelados. En estas muestras de red se observó riqueza de especies de diatomeas con dominancia de las especies ya mencionadas (*C. lorenzianus* y *T. subtilis*). Otros taxa que se distinguieron por su abundancia y alta frecuencia de aparición en las muestras fueron las diatomeas *Odontella longicruris*, *Rhizosolenia styliformis* y *R. imbricata* var. *minuta*.

Figura 2.5-219. Composición Porcentual de los Principales Grupos Taxonómicos del Fitoplancton. Análisis Cualitativo, Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



Los dinoflagelados más significativos, en tanto, resultaron ser *Ceratium tripos*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus* y *Diplopsalis lenticula*, los que se presentaron en forma abundante o muy abundante.

La distribución horizontal cualitativa del fitoplancton fue relativamente homogénea. Así, para el conjunto de las estaciones, el número de especies (riqueza) osciló entre 15 (estación CV-10 y CV-13) y 26 taxa (estación CV-6).

A diferencia de lo observado en la campaña de invierno, en la presente campaña no se registraron especies de diatomeas dañinas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, es posible indicar que la composición y distribución del fitoplancton puede considerarse normal para la zona de estudio y época del año (Rodríguez, 1987; 2004; Rodríguez *et al.*, 1986).

Finalmente, cabe destacar que el micro-zooplancton acompañante fue abundante, con dominancia marcada de copépodos sobre las escasas larvas nauplius, cifonautas y algunos tintínidos. Estas características son comunes del plancton vegetal de la zona y época del año, sugiriendo condiciones de estabilidad de la columna de agua con posterioridad a una floración fitoplanctónica o “*bloom*”, causado por procesos de surgencia costera de margen oriental. Esta situación permite un avance de la sucesión de poblaciones, apreciándose una mezcla de diatomeas *r*-estrategas de pequeño tamaño y altas tasas de reproducción, diatomeas de mayor tamaño y menores tasas reproductivas y gran diversidad de dinoflagelados.

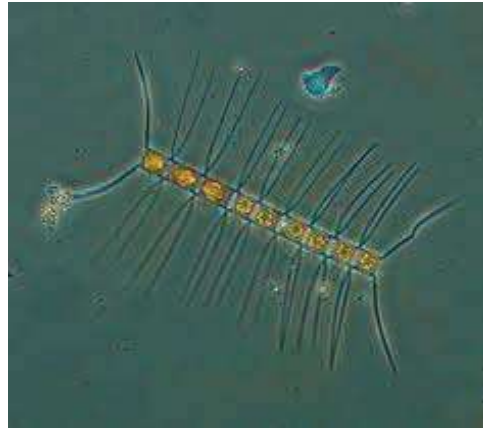
Tabla 2.5-267. Especies y Abundancia relativa Determinada para las Muestras de Fitoplancton de las Estaciones Analizadas. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Diatomeas	Estaciones												
	CV-1	CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CV-6	CV-7	CV-8	CV-9	CV-10	CV-11	CV-12	CV-13
Diatomeas													
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	R	R	E	E	E	E	R		E	E	R	E	
<i>Chaetoceros affinis</i>	A	E	A	E	E	E	E	E	R	E	R		R
<i>Chaetoceros didymus</i>	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	R	R	E
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
<i>Coscinodiscus centralis</i>	M	A	E	R	E	R	E	A	A		E	R	
<i>Coscinodiscus granii</i>							R	E	A		E	R	
<i>Detonula pumila</i>				E	R	R							
<i>Ditylum brightwellii</i>		E	R				R	R				E	R
<i>Guinardia delicatula</i>		E		E	E	E							
<i>Lioloma delicatulum</i>				R	E	E							
<i>Lithodesmium undulatum</i>	R	E	R			E	R	R	R			E	E
<i>Odontella longicruris</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	E	E	E
<i>Proboscia alata</i>				E	E	E	E	E	E			R	
<i>Rhizosolenia imbricata var. minuta</i>	R	E	R	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	R	E	E	A	E	A	A	A	A	A	A	E	E
<i>Stephanopyxis turris</i>			R	E	R	E	E	R	E		R	R	
<i>Thalassionema bacillare</i>							E	E	E	E			
<i>Thalassiosira subtilis</i>	M	M	M	A	M	A	M	M	M	M	M	M	M
Dinoflagelados													
<i>Ceratium furca</i>	A	M	M	M	A	M	M	M	M	M	M	A	M
<i>Ceratium fusus</i>	E	A	A	A	A	A	A	M	M	A	A	A	A
<i>Ceratium tripos</i>	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
<i>Ceratium tripos var. ponticum</i>	E	E	E	E	E	E	R	R	R		E	E	
<i>Dinophysis fortii</i>		R		R	R	R					R		
<i>Dinophysis tripos</i>	E	E	R	E	E	E		R			R		
<i>Diplopsalis lenticula</i>	M	M	M	M	M	A	M	M	M	A	E	A	R
<i>Prorocentrum micans</i>	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	R	R	E
<i>Protoperidinium brochii</i>	E	A	A	A	A	A	A	A	A				
<i>Protoperidinium depressum</i>	E	A	A	E	R	R	E	A	A	E	A	E	A
<i>Protoperidinium pellucidum</i>		R		E	E	R							

* Índice de abundancia relativa: M=muy abundante, A=abundante, E=escaso, R=raro.

En las Fotografía 2.5-57 a Fotografía 2.5-59 se observan algunas de las especies fitoplanctónicas identificadas en el área de estudio, representativas de la misma.

Fotografía 2.5-57. *Chaetoceros lorenzianus*. Segunda Especie de Diatomea dominante en el Sector de Sector km 14



Fotografía 2.5-58. *Protoperidinium depressum*, Dinoflagelado que apareció persistentemente en las Muestras en el Sector de Sector km 14



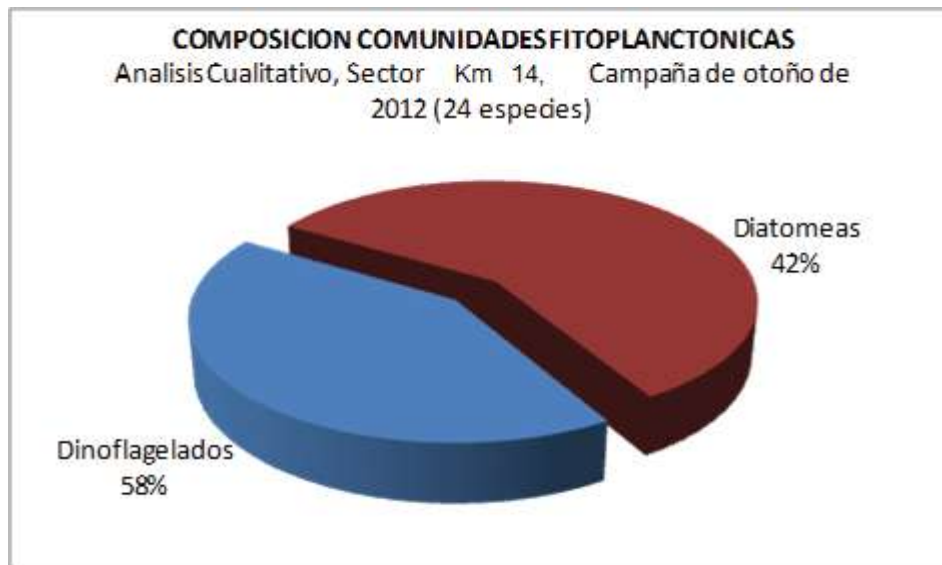
Fotografía 2.5-59. *Ceratium tripos*, Dinoflagelado de Abundancia Significativa en el Sector de Sector km 14



Campaña Otoño

Se observa una comunidad fitoplanctónica constituida por 24 especies, ordenadas en 2 grupos taxonomicos, correspondientes a diatomeas y a dinoflagelados, este último presenta un mayor aporte, en términos de de riqueza especifica, mientras que las diatomeas registran una mayor abundancia celular en la columna de agua (Figura 2.5-220). El estado fisiológico de las células fue bueno, con frústulos de diferentes tamaños, pero con un predominio de especies de pequeño tamaño.

Figura 2.5-220. Composición Porcentual de la Riqueza Especifica de los Grupos Fitoplanctonicos registrados en el Sector



Los análisis cualitativos evidencian una alta frecuencia de aparición de micro-zooplankton asociado a las muestras microalgales, con un gran predominio de copépodos y diferentes estadios larvales de crustáceos. También se observó la presencia de algunas larvas de poliquetos, así como abundantes apendicularias. Adicionalmente a ello, se observó una abundante presencia de tripton orgánico.

La Tabla 2.5-268 presenta el análisis cualitativo del estrato superior de la columna de agua.

Tabla 2.5-268. Análisis Cualitativo de Fitoplancton

	Estación 2	Estación 3	Estación 5	Estación 8	Frecuencia (%)
Diatomeas	E	A	A	A	100,0%
<i>Basteriastrum delicatum</i>	A	A	A	A	100,0%
<i>Chaetoceros affinis</i>	A	A	A	A	100,0%
<i>Chaetoceros didymus</i>		R			25,0%
<i>Chaetoceros teres</i>	E	E	R	E	100,0%
<i>Chaetoceros lorencianus</i>	R	R	R	E	100,0%
<i>Chaetoceros constrictus</i>			R		25,0%

	Estación 2	Estación 3	Estación 5	Estación 8	Frecuencia (%)
<i>Lincmophora abbreviata</i>	R	R		R	75,0%
<i>Nitzschia longissima</i>	MA	MA	MA	MA	100,0%
<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	A	A	A	A	100,0%
<i>Thalassiosira subtilis</i>					
Dinoflagelados					
<i>Ceratium furca</i>	R	R	R	R	100,0%
<i>Ceratium fusus</i>	R		R		50,0%
<i>Ceratium tripos</i>	R	E	E	E	100,0%
<i>Dinophysis acuminata</i>			R		25,0%
<i>Dinophysis caudata</i>		R			25,0%
<i>Diplpsalis lenticula</i>		R	R		50,0%
<i>Prorocentrum micans</i>	R				25,0%
<i>Protoceratium reticulatum</i>	R		R		50,0%
<i>Protoceratium claudicans</i>		R			25,0%
<i>Protoceratium conicum</i>	E				25,0%
<i>Protoperidinium oceanicum</i>			R		25,0%
<i>Protoperidinium pellucidum</i>		R			50,0%
<i>Protoperidinium steninii</i>			R		25,0%
<i>Scripsiella sp.</i>		R			25,0%

* Índice de abundancia relativa: MA=muy abundante, A=abundante, E=escaso, R=raro

En las muestras de red se observó alta frecuencia de aparición de diatomeas con fuerte dominancia de *Pseudonitzschia cf. australis* sobre las otras especies de diatomeas, en ambos estratos. Otros taxa que se distinguieron por su alta frecuencia de aparición en las muestras fueron *Chaetoceros affinis* y *Chaetoceros didymus*. Ambas se ubicaron bajo la categoría de abundante, según Avaria (1965).

Los dinoflagelados fueron más escasos que las diatomeas, distinguiéndose por su frecuencia de aparición en las muestras de red y agua: *Ceratium furca* y *C. tripos*.

2.5.4.8.1.2. Análisis Cuantitativo

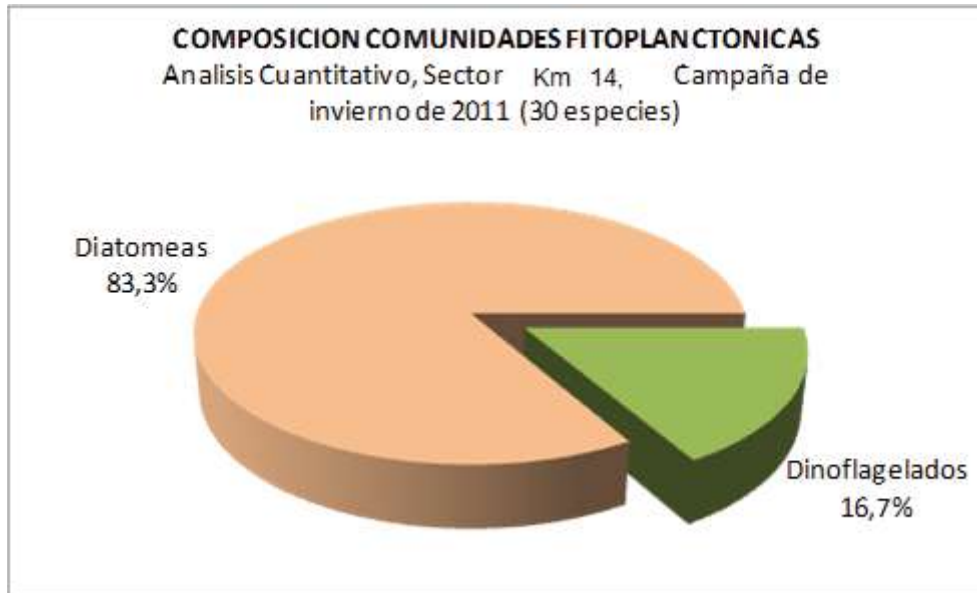
Campaña Invierno

El análisis cuantitativo de las muestras arrojó un total de 30 especies de fitoplancteres, considerando toda la columna de agua, siendo representadas por dos grupos: diatomeas (25 especies, correspondientes al 83,3% de la riqueza registrada) y dinoflagelados (5 taxa, 16,7% de la riqueza). No se hallaron representantes del grupo de los silicoflagelados. En la Figura 2.5-221 se muestra el detalle gráfico de la composición porcentual cuantitativa del fitoplancton analizado.

De la Tabla 2.5-269 es posible concluir que existe una importante riqueza y abundancia de especies, similar a lo observado en las muestras cualitativas, aunque en estas últimas la riqueza de especies resultó ser mayor (36 especies en el análisis cualitativo, frente a 30 en el cuantitativo). Es pertinente recordar que la red magnifica las concentraciones de especies de gran tamaño en detrimento de las de pequeño tamaño, las que a su vez son magnificadas en

las muestras de agua. Por tal razón, no siempre la composición y abundancia del fitoplancton de red se refleja en las muestras de agua (cuantitativo), particularmente cuando el fitoplancton es escaso.

Figura 2.5-221. Composición Porcentual de los Principales Grupos Taxonómicos del Fitoplancton. Análisis Cuantitativo, Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



La información de la Tabla 2.5-269 permite desprender también una fuerte disminución de los valores de abundancia entre el estrato superficial (~0 metro) y el estrato más profundo (10 metros), correspondiendo esta fuerte disminución al estrato de 10 metros. Al respecto, la mayor diferencia entre las muestras de superficie y la de 10 metros en el sector se observó en la estación LV-5 ($\Delta 1.055.790$ cél L^{-1}). En tanto, la menor diferencia se evidenció en la estación TN-2 ($\Delta 96.936$ cél L^{-1}). En todas las estaciones se apreció la misma distribución vertical del fitoplancton con disminuciones de la riqueza de especies y abundancia entre el estrato superficial y subsuperficial.

En tanto, cuantitativamente el fitoplancton presentó valores muy altos, los que variaron entre 732.280 cél L^{-1} , y 1.941.156 cél L^{-1} , en la estación LV-4 en profundidad y en la estación LV-5 en superficie, respectivamente. Las especies responsables de la biomasa fitoplanctónica fueron *Detonula pumila* con valores máximos de 1.153.800 cél L^{-1} , *Leptocylindrus danicus* con 211.530 cél L^{-1} y *Pseudo-nitzschia cf. australis* con 273.066 cél L^{-1} . El resto de los taxa no superaron concentraciones de 25.000 cél L^{-1} , destacando por su persistencia de aparición en las muestras de agua las diatomeas *Chaetoceros didymus*, *C. radicans*, *Stephanopyxis turris*, *Thalassionema bacillare* y *Thalassiosira cf. Mendiolana*.

Respecto a los dinoflagelados, éstos fueron muy escasos, todos presentes en concentraciones inferiores a 600 cél L^{-1} , destacando por su persistencia de aparición en las muestras *Diplopsalis lenticula* y *Ceratium furca var. berghii*.

Cabe destacar que en este análisis cuantitativo, también se observó la presencia de fitoplancteres dañinos como la diatomea *Chaetoceros convolutus* y *Pseudo-nitzschia cf. Australis*.

Tabla 2.5-269. Abundancia Promedio (cél L⁻¹) del Fitoplancton por Especie y Estación, a Profundidades de 0 Metros y 10 Metros. Estaciones LV-1 a LV-6, Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011

Diatomeas	Estaciones											
	LV-1		LV-2		LV-3		LV-4		LV-5		LV-6	
	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	1.200		800	1200	800		1600		1000		600	
<i>Chaetoceros compressus</i>	6.800	3.400	2.600	4.800	4.000	1.800	7.400	2.600	4.200	2.200	4.300	2.200
<i>Chaetoceros constrictus</i>	2.600		800	600	400		3.600	1.600		800	2.100	700
<i>Chaetoceros convolutus</i>	3.200	1.600	5.600	1.400	1.400				600		800	
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	6.200	2.400	4.600	2.800	2.800	3.600	3.800	4.400	2.200	800	8.500	2.900
<i>Chaetoceros debilis</i>	3.800		1.600	2.200	4.400	1.600			400		1.700	700
<i>Chaetoceros didymus</i>	4.600	2.800	3.200	1.600	5.200	3.800	2.600	3.200	4.200	4.600	3.800	2.400
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	4.200	600	2.400		1.000		600				1.800	
<i>Chaetoceros lorentianus</i>	1.400		2.800		1.200	800	4.800					
<i>Chaetoceros radicans</i>	3.800	1.400	5.400	2.600	2.400	4.600	600	1.000	12.400	5.800	6.000	2.200
<i>Chaetoceros similis</i>		600	400				300	800			1.200	500
<i>Chaetoceros socialis</i>			600		300		400		600		1.050	300
<i>Coscinodiscus centralis</i>	200	200	400		200	400	803.814		200		300	
<i>Detonula pumila</i>	1.057.650	646.128	749.970	715.356	1.069.188	711.510	2.600	530.748	1.634.550	723.048	1.123.032	871.119
<i>Ditylum brightwellii</i>	800	200	600	400	800	200	10.600	800	1.400	600	700	1.300
<i>Eucampia zodiacus</i>	12.800	9.200	6.400	1.800	4.600	3.600	3.600	4.400	9.000	3.600	3.900	2.800
<i>Guinardia striata</i>	4.600	6.400	6.800	2.600	5.600	3.200	176.916	2.000	8.200	3.400	2.700	3.800
<i>Leptocylindrus danicus</i>	169.224	103.842	138.456	111.534	196.146	146.148	800	161.532	234.606	126.918	184.608	173.070
<i>Lithodesmium undulatum</i>	4.200	1.000			600		800			3.400	4.200	1.300

	Estaciones											
	LV-1		LV-2		LV-3		LV-4		LV-5		LV-6	
Diatomeas	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M
<i>Odontella longicurvis</i>	600	800	600	200	800	400		200	600		900	600
<i>Proboscia indica</i>					200						200	
<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	23.800	17.800	8.400	2.400	10.800	4.200	11.400	6.800	14.000	5.200	8.700	3.100
<i>Stephanopyxis turris</i>	22.000	10.400	10.200	4.800	9.200	2.800	17.600	6.800	3.600	1.800	10.700	4.800
<i>Thalassiosira bacillare</i>	2.600	1.000	3.200	600	3.600	1.800	4.600	1.200	1.600	600	1.100	2.100
<i>Thalassiosira mendiolana</i>	3.400	6.000	1.400	3.800	6.400	2.600	7.400	4.200	6.800	2.200	5.100	2.100
Dinoflagelados												
<i>Ceratium furca var. bergh</i>	600	200			800	200	600		200		200	
<i>Ceratium tripos</i>									200	400		
<i>Diplopsalis lenticula</i>	200	400	400	200	600		600		400		200	100
<i>Protoperdinium brochii</i>			200		400				200		100	
<i>Protoperdinium obtusum</i>	200				200	400						
Total Células por Estrato	1.340.674	816.370	957.826	860.890	1.334.034	893.658	1.067.030	732.280	1.941.156	885.366	1.378.490	1.078.089
Total Células Columna de Agua	2.167.044		1.818.716		2.227.692		1.799.310		2.826.522		2.456.579	
N° de Especies	25	21	25	19	28	19	23	16	23	16	27	20
Total Especies	26		25		28		23		24		27	

	Estaciones													
	LV-7		LV-8		LV-9		LV-10		LV-11		LV-12		LV-13	
Diatomeas	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	800		600				600				1.400	400	1.000	200
<i>Chaetoceros compressus</i>	4.250	2.200	4.600	1.800	3.200	2.600	4.000	2.600	3.400	2.600	5.200	1.600	4.600	2.100
<i>Chaetoceros constrictus</i>	1.050	750			1.400	1.800	4.200	1.400	1.600		1.000	600	2.600	1.000
<i>Chaetoceros convolutus</i>	700		400				1.200		800	400	2.400		1.800	
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	5.350	1.850	11.200	4.200	4.600	2.600	5.800	1.600	12.600	9.800	3.800	1.800	4.800	1.700
<i>Chaetoceros debilis</i>	1.050	350	12.400		5.600	1.600	1.000	1.400	800		1.600		1.300	700
<i>Chaetoceros didymus</i>	4.000	3.500	3.800	1.600	2.800	3.400	3.800	3.200	5.600	3.200	5.200	1.400	4.500	2.300
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	900		3.600			1.600			1.600		2.200	2.800	1.100	1.400
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>														
<i>Chaetoceros radicans</i>	9.200	4.000	9.600	3.600	3.200	1.000	2.400	800	4.600	5.400	2.600	1.800	2.500	1.300
<i>Chaetoceros similis</i>	600	250	1.600	400			800	600			400		600	300
<i>Chaetoceros socialis</i>	825	150	900				1.200	600			600		900	300
<i>Coccinodiscus centralis</i>	250		600			200					400	200	200	100
<i>Detonula pumila</i>	1.378.791	797.084	1.096.110	803.814	965.346	719.202	1.149.954	938.424	988.422	730.740	1.153.800	938.424	1.151.877	938.424
<i>Ditylum brightwellii</i>	1.050	950	600	1.200	800	1.400	800	1.400	400	600	1.800	800	1.300	1.100
<i>Eucampia zodiacus</i>	6.450	3.200	3.200	2.400	3.600	1.600	4.600	3.200	9.800	7.200	4.400	3.400	4.500	3.300
<i>Guinardia striata</i>	5.450	3.600	1.600	3.200	1.600	2.200	3.800	4.400	6.400	4.800	5.600	3.200	4.700	3.800
<i>Leptocylindrus danicus</i>	209.607	149.994	173.070	169.224	211.530	126.918	196.146	176.916	142.302	84.612	142.302	111.534	169.224	144.225
<i>Lithodesmium undulatum</i>	2.100	2.350	3.800	800	800		4.600	1.800	2.200	1.600	1.800		3.200	900
<i>Odontella</i>	750	300	200	400	800		1.600	800	800	1.400	400	600	1.000	700

	Estaciones													
	LV-7		LV-8		LV-9		LV-10		LV-11		LV-12		LV-13	
Diatomeas	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M
<i>longicurris</i>														
<i>Proboscia indica</i>	100		400											
<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	11.350	4.150	9.600	3.800	7.600	2.200	7.800	2.400	9.600	6.200	12.400	5.600	10.100	4.000
<i>Stephanopyxis turris</i>	7.150	3.300	15.200	4.200	2.400	2.800	6.200	5.400	3.200	3.800	1.600	2.800	3.900	4.100
<i>Thalassiosira bacillare</i>	1.350	1.350	800	1.000	1.800	2.400	1.400	3.200	800	1.000	2.800	1.000	2.100	2.100
<i>Thalassiosira mendiolana</i>	5.950	2.150	7.800	2.600	2.600	3.600	2.400	1.600	10.600	7.200	5.400	1.200	3.900	1.400
Dinoflagelados														
<i>Ceratium furca var. bergh</i>	200		400			200			600	200	200		100	
<i>Ceratium tripos</i>	100	200			200				200		400		200	
<i>Diplopsalis lenticula</i>	300	50	400		200	400		200	200		600		300	100
<i>Protoperidinium brochii</i>	150				600	200	200						100	
<i>Protoperidinium obtusum</i>						200								
Total Células por Estrato	1.659.823	981.728	1.352.480	1.004.238	1.220.676	877.920	1.404.500	1.151.940	1.206.524	870.752	1.360.302	1.079.158	1.382.401	1.115.549
Total Células Columna de Agua	2.641.551		2.356.718		2.098.596		2.556.440		2.077.276		2.439.460		2.497.950	
N° de Especies	28	21	25	16	20	21	22	20	22	17	26	18	27	23
Total Especies	28		25		24		23		22		27		27	

• **Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Fitoplanctónica**

Las Tabla 2.5-270 a Tabla 2.5-271 presentan los valores de los índices ecológicos de la estructura comunitaria del fitoplancton a 0 y 10 metros, respectivamente. De ellas se desprende que la riqueza específica promedio (S) fue superior en el caso de las muestras de superficie (25 taxa), respecto a las de subsuperficie (con 19 taxa). En cuanto a los valores extremos de riqueza registrados en esta campaña de invierno, éstos fluctuaron entre un mínimo de 16 taxa (estaciones LV-4, LV-5 y LV-8 a 10 metros) y un máximo de 28 taxa (estaciones LV-3 y LV-7, superficie). Por otro lado, en el caso de la abundancia, se observaron diferencias importantes entre los estratos, alcanzando valores superiores en las estaciones superficiales, con un promedio de 1.354.301 cél L⁻¹, respecto a las de mayor profundidad, con un promedio de 949.857 cél L⁻¹ en subsuperficie.

Tabla 2.5-270. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Fitoplanctónica. Sector km 14, Superficie (0 Metros). Campaña de Invierno de 2011

Estación	N	S	H' (Log _e)	J'
LV-1	1.340.674	25	0,874	0,272
LV-2	957.826	25	0,858	0,267
LV-3	1.334.034	28	0,753	0,226
LV-4	1.067.030	23	0,921	0,294
LV-5	1.941.156	23	0,611	0,195
LV-6	1.378.490	27	0,729	0,221
LV-7	1.659.823	28	0,666	0,200
LV-8	1.352.480	25	0,764	0,237
LV-9	1.220.676	20	0,701	0,234
LV-10	1.404.500	22	0,684	0,221
LV-11	1.206.524	22	0,746	0,241
LV-12	1.360.302	26	0,650	0,200
LV-13	1.382.401	27	0,672	0,204
Promedio Área Total	1.354.301	25	0,741	0,232

N, abundancia numérica (ind/ 100 m³); S, número de taxa, H', diversidad específica (bit/ind); J', niformidad.

Tabla 2.5-271. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Fitoplanctónica. Sector km 14, Subssuperficie (10 Metros). Campaña de Invierno de 2011

Estación	N	S	H' (Log _e)	J'
LV-1	816.370	21	0,837	0,275
LV-2	860.890	19	0,648	0,220
LV-3	893.658	19	0,710	0,241
LV-4	732.280	16	0,855	0,308
LV-5	885.366	16	0,668	0,241
LV-6	1.078.089	20	0,658	0,220
LV-7	981.728	21	0,666	0,219
LV-8	1.004.238	16	0,662	0,239

Estación	N	S	H' (Log _e)	J'
LV-9	878.120	21	0,662	0,218
LV-10	1.151.940	20	0,649	0,217
LV-11	870.752	17	0,701	0,247
LV-12	1.079.158	18	0,522	0,180
LV-13	1.115.549	23	0,594	0,189
Promedio Área Total	949.857	19	0,679	0,232

N, abundancia numérica (ind/ 100 m³); S, número de taxa, H', diversidad específica (bit/ind); J', uniformidad.

Estas tablas permiten establecer que la Diversidad Específica (H') promedio fue levemente superior en superficie (0,741 bit/ind) respecto a la hallada en subsuperficie (0,679 bit/ind). En cuanto a los valores extremos obtenidos en el presente estudio para H', éstos oscilaron entre 0,921 bit/ind hallado en la estación LV-4 en superficie y 0,522 bit/ind hallado en la estación LV-12 a 10 metros. Estos valores representan una diversidad baja, lo que estaría dado fundamentalmente por la altísima dominancia de *D. pumila* y *L. danicus* en las muestras.

En tanto, respecto a la Uniformidad Específica (J'), los valores promedio de este índice fueron iguales en (J' = 0,232). Este valor es bajo, al igual que el observado en cada estación y estrato, lo que nuevamente da cuenta de la alta dominancia de *D. pumila* y *L. danicus* en las muestras.

• Análisis de Clasificación: Dendrograma

Esta técnica denominada Análisis de Clasificación Numérica o de Conglomerados permite separar los efectos de los contaminantes (“estresores”) de la variabilidad ambiental natural de las comunidades en estudio, delimitando grupos de muestras biológicamente similares. Esta metodología consiste, en primer lugar, en el cálculo de similitudes o distancias (disimilitudes) entre muestras o estaciones (o bien sobre especies) a partir de los índices apropiados (de similitud o disimilitud, como la distancia Euclidiana), para conformar enseguida una matriz asimétrica de similitudes o distancias. Involucra a continuación pareos sucesivos de las muestras o grupos de muestras similares (o de las más disímiles) hasta que todas las muestras o grupos de muestras están en un grupo mayor. El proceso culmina en una estructura tipo árbol o dendrograma.

En este estudio se agruparon las estaciones de acuerdo a esta técnica, utilizando como atributo la abundancia de las especies en cada estación y el índice de similitud de Bray Curtis. En este análisis se utilizó una transformación de los datos de abundancia de cada una de las especies a la forma $Y = \log_{10}(X+1)$ (Palma *et al.*, 1982).

Los resultados de estos análisis se observan en las Figura 2.5-222 a Figura 2.5-224, para las estaciones superficiales (0 metro), subsuperficiales (10 metros), y la totalidad de la columna de agua (muestras de superficie y subsuperficie). Se observa en la Figura 2.5-222 para las estaciones de superficie (0 metro), que todos los grupos se encontrarían asociados, existiendo una alta similitud entre ellos, superior al 84%. En tanto, en el caso de la Figura 2.5-223, para las estaciones de subsuperficie (5 metros), también fue posible determinar la existencia de un único grupo, aunque con una similitud algo menor para todo el grupo, pero igualmente alta, superior al 80%.

Finalmente, el análisis de la Figura 2.5-224, que agrupa los dos estratos muestreados, permite determinar que existe cierta asociación de las estaciones por estrato de muestreo, especialmente de aquellas identificadas en el estrato superficial (0 metro). No obstante lo anterior, si se considera todo el grupo de estaciones, en conjunto presentan una similitud

superior al 80%. Esto podría deberse, por una parte, a lo somero de las estaciones muestreadas; y por otra, a que en esta época de invierno la termoclina es muy débil, habiendo una buena capa de mezcla que permite homogeneizar las comunidades fitoplanctónicas dentro de ésta y en la zona correspondiente a la capa eufótica determinada.

Figura 2.5-222. Dendrograma Clasificatorio de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Superficie (0 Metro). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

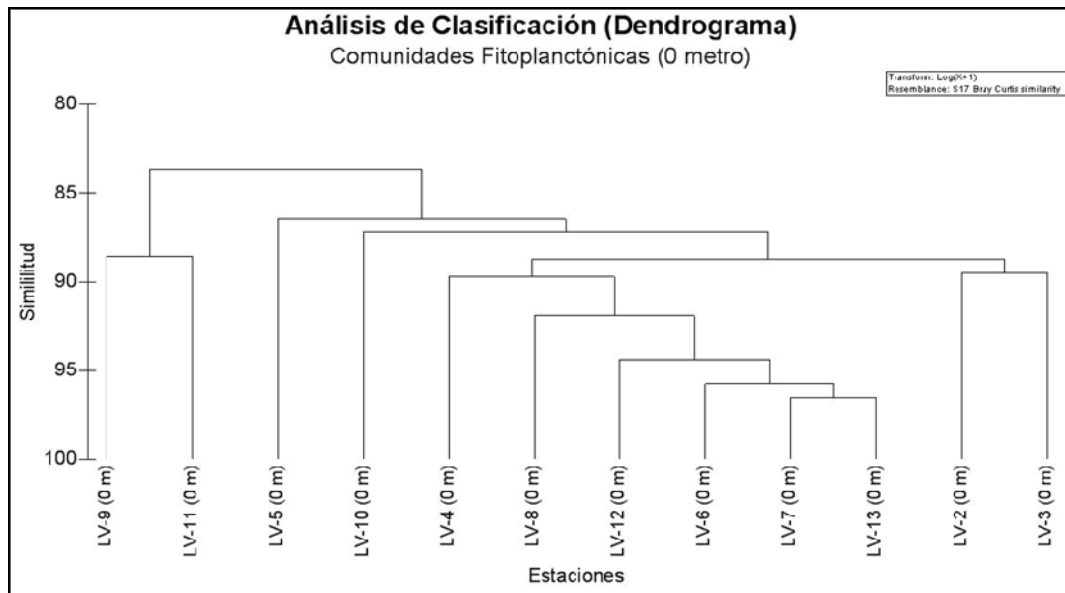


Figura 2.5-223. Dendrograma Clasificatorio de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Subsuperficie (10 Metro). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

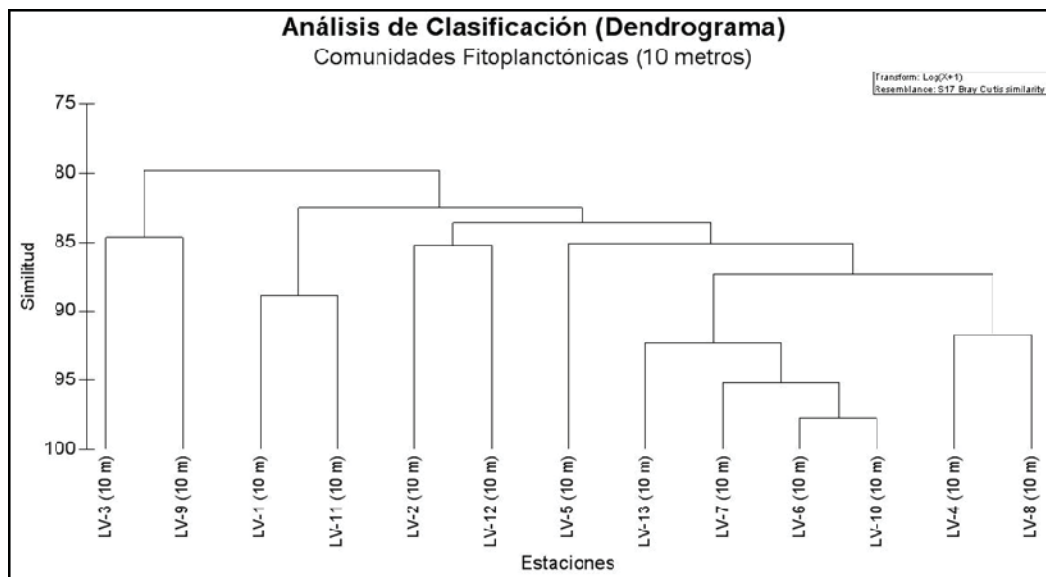
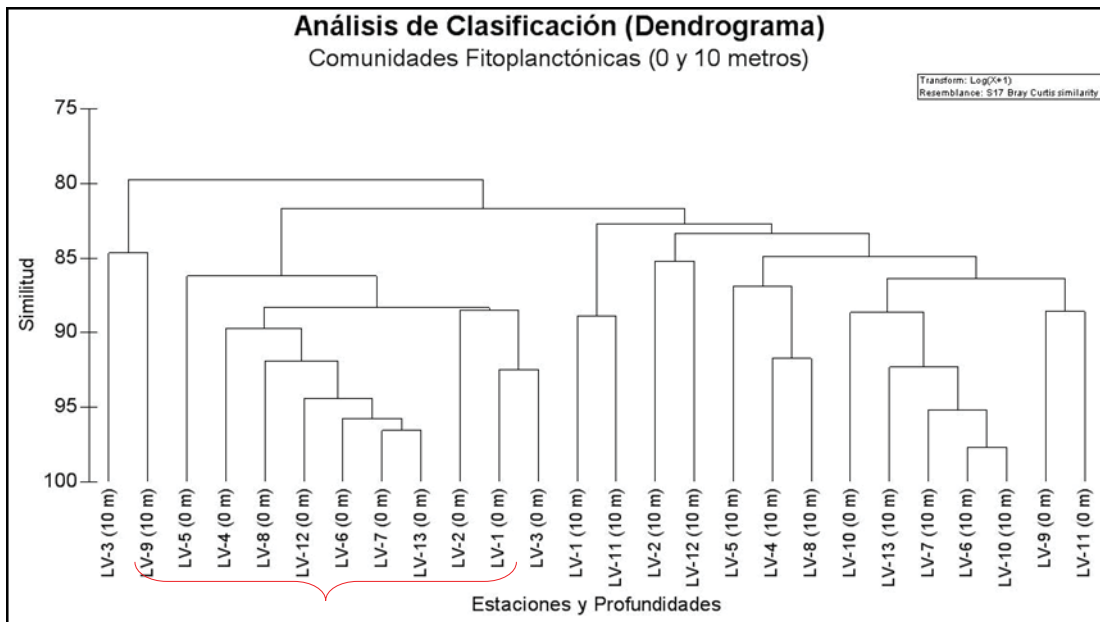


Figura 2.5-224. Dendrograma Clasificador de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas de toda la Columna de Agua. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



- **Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM)**

Esta metodología de estudio de variables multivariadas pertenece al grupo de los análisis de Ordenación. Esta técnica utiliza sólo los rangos (ordenados) de la información de una matriz de disimilitud (o similitud) calculada de la matriz de datos originales. Básicamente, la ENM intenta ubicar las muestras o especies en un espacio de ordenación de baja dimensión, de modo que las distancias entre los puntos en la ordenación tengan el mismo rango de orden que los puntos de similitud en la matriz. Dado que el ENM utiliza solamente los rangos, es un método no-paramétrico (no-métrico).

Las Figura 2.5-225 a Figura 2.5-227 revelan los resultados de los análisis de ordenamiento.

Básicamente, el resultado del ENM coincide con lo obtenido con el análisis de clasificación aplicado a las estaciones (dendrogramas). Este análisis confirma las características propias de las comunidades fitoplanctónicas de cada una de las estaciones, especialmente por estratos, hallándose todas las estaciones “repartidas” en el espacio vectorial del ENM (Figura 2.5-225 y Figura 2.5-226), pero manifestando ciertas agrupaciones cuando se consideran los estratos de superficie y subsuperficie en conjunto (Figura 2.5-227), que da cuenta de atisbos de estratificación de las comunidades fitoplanctónicas analizadas.

Figura 2.5-225. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Superficie (0 Metro). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

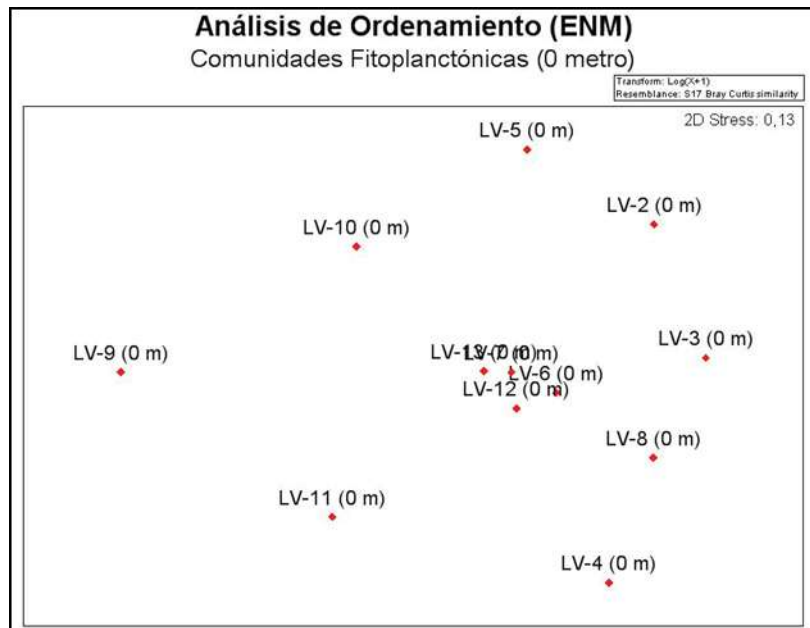


Figura 2.5-226. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Subsuperficie (10 Metros). Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

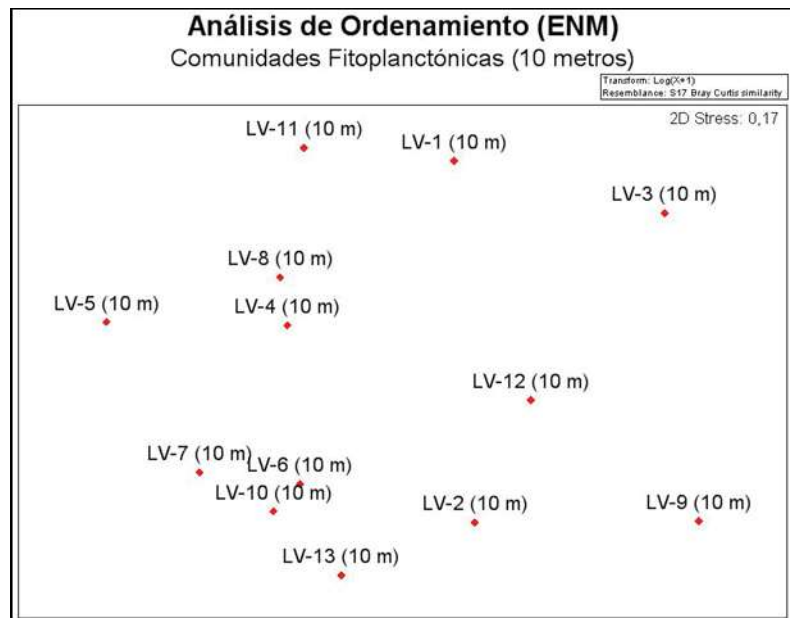
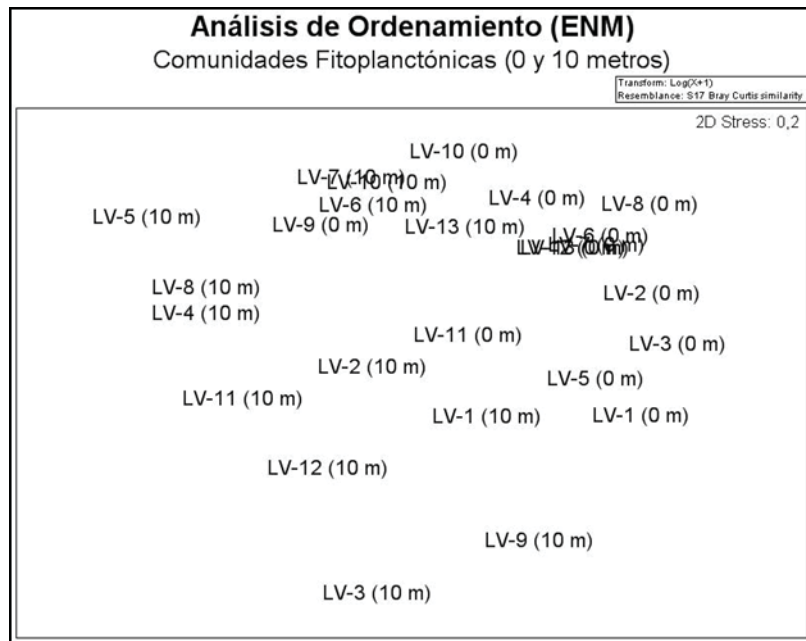


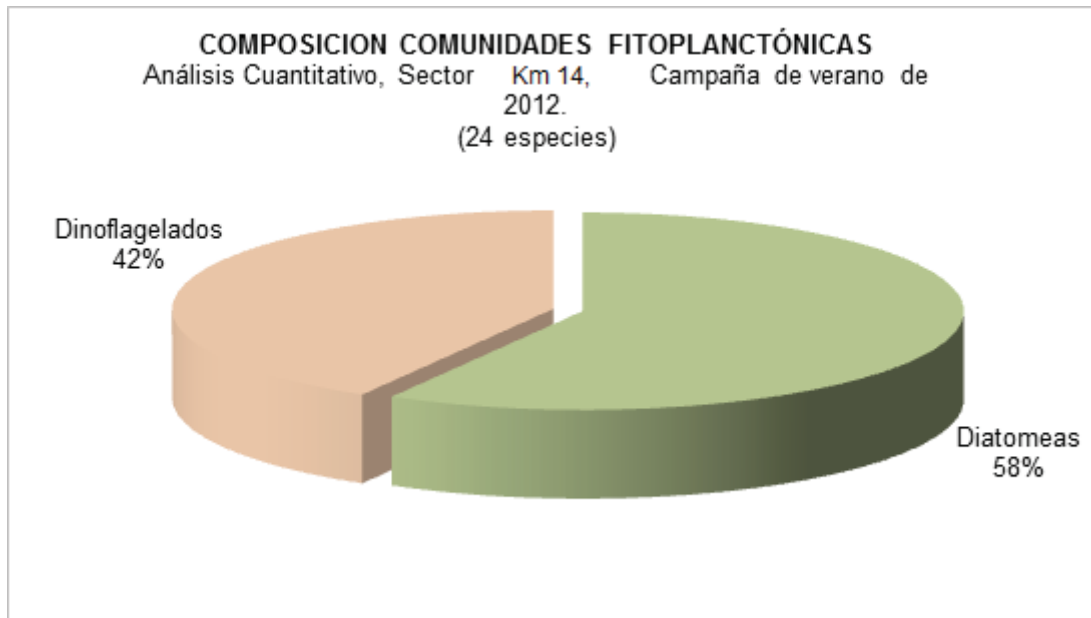
Figura 2.5-227. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas de toda la Columna de Agua. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



Campaña Verano

El análisis cuantitativo de las muestras arrojó un total de 24 especies de fitoplancteres, considerando toda la columna de agua, siendo representadas por dos grupos: diatomeas (14 especies, correspondientes al 58,33% de la riqueza registrada) y dinoflagelados (10 taxa, 41,67% de la riqueza). Tampoco se hallaron representantes del grupo de los silicoflagelados en las muestras cuantitativas. En la Figura 2.5-228 se muestra el detalle gráfico de la composición porcentual cuantitativa del fitoplancton analizado en este sector.

Figura 2.5-228. Composición Porcentual de los Principales Grupos Taxonómicos del Fitoplancton. Análisis Cuantitativo, Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



Como es posible observar en la Tabla 2.5-272, las muestras de agua refrendan la abundancia fitoplanctónica observada en las muestras de red (cualitativo) y la riqueza de especies, aunque en este caso resultó ser levemente inferior (29 especies en el análisis cualitativo, frente a 24 en el cuantitativo). Es pertinente recordar que la red magnifica las concentraciones de especies de gran tamaño en detrimento de las de pequeño tamaño, las que a su vez son magnificadas en las muestras de agua. Por tal razón, no siempre la composición y abundancia del fitoplancton de red se refleja en las muestras de agua (cuantitativo), particularmente cuando el fitoplancton es escaso.

Tabla 2.5-272. Abundancia Promedio (cél L⁻¹) del Fitoplancton por Especie y Estación, a Profundidades de 0 Metros y 10 Metros. Estaciones CV-1 a CV-5, Sector km 14. Campaña de Verano de 201

Diatomeas	CV-1		CV-2		CV-3		CV-4		CV-5	
	Sup.	Fondo	Sup.	Fondo	Sup.	Fond	Sup.	Fond	Sup.	Fondo
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	1.200				1.900		1.600	800	900	
<i>Chaetoceros affinis</i>	1.900		1.700	1.100	600		700	400	500	800
<i>Chaetoceros didymus</i>						300	600		2.100	700
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	7.900	4.500	3400	900	10.700	3.600	7.600	2.700	4.900	3.800
<i>Coscinodiscus centralis</i>	300				200		400	100		100
<i>Coscinodiscus granii</i>						200				
<i>Guinardia delicatula</i>	900			400	700		500		700	
<i>Lithodesmium undulatum</i>	200		300	200	100					
<i>Odontella longicuris</i>							900	500	500	200
<i>Rhizosolenia imbricata</i> var. <i>minuta</i>		100	100			200	300	300	600	
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	100			100				300		300
<i>Stephanopyxis turris</i>		400			200		100	100		
<i>Thalassionema bacillare</i>			600							
<i>Thalassiosira subtilis</i>	32.800	14.900	31.800	19.100	23.800	7.300	20.300	10.400	33.400	18.200
Dinoflagelados										
<i>Ceratium furca</i>	200		400	300	100	200	200		200	100
<i>Ceratium fusus</i>	100			100	200		100	200	700	
<i>Ceratium tripos</i>	500	200		900		100	200	300		200
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>ponticum</i>			100		100				100	
<i>Dinophysis tripos</i>	200	100		200			100			200
<i>Diplopsalis lenticula</i>	500				200	400		400	700	
<i>Prorocentrum micans</i>	400	300	700	500	800		400	600	600	200
<i>Protoperidinium brochii</i>	100		100	400	300		100		200	100
<i>Protoperidinium depressum</i>		100					100			100
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	300			100	200	100			300	
Total células por estrato	47.600	20.600	39200	24.300	40.100	12.400	34.200	17.100	46.400	25.000
Total células columna de agua	68.200		63.500		52.500		51.300		71.400	

Diatomeas	CV-1		CV-2		CV-3		CV-4		CV-5	
	Sup.	Fondo	Sup.	Fondo	Sup.	Fond	Sup.	Fond	Sup.	Fondo
Nº de Especies	16	8	10	13	15	9	17	13	15	13
Total Especies	19		16		19		19		20	

Diatomeas	CV-6		CV-7		CV-8		CV-9		CV-10	
	Sup.	Fond	Sup.	Fon	Sup.	Fond	Sup.	Fon	Sup.	Fondo
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>							1.700	500		
<i>Chaetoceros affinis</i>	900	1.300	800		2.300	1.400	800		1.300	600
<i>Chaetoceros didymus</i>	700		400		900		400		500	700
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	2.800	3.200	5.200	1100	3.300	2.100	3.600	1.000	8.600	3.300
<i>Coscinodiscus centralis</i>			100		100	200	200			
<i>Coscinodiscus granii</i>	100			200	200				200	
<i>Guinardia delicatula</i>	600		400				500			
<i>Lithodesmium undulatum</i>			800	100	500				200	
<i>Odontella longicruris</i>	300	400	300	200	300	200	300			
<i>Rhizosolenia imbricata</i> var. <i>minuta</i>	500			200	900	200	300	300	500	
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	100	100	400		200	100	100	200	400	100
<i>Stephanopyxis turris</i>		300	300	100		300	400		300	
<i>Thalassionema bacillare</i>			400				700			400
<i>Thalassiosira subtilis</i>	29.300	9.300	14.300	6.100	25.700	8.100	20.400	5.400	27.300	10.100
Dinoflagelados										
<i>Ceratium furca</i>	100		500	200			300		100	100
<i>Ceratium fusus</i>			500		100		200	100	500	
<i>Ceratium tripos</i>	200		200		300	200	300		700	500
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>ponticum</i>	200	400				100		200		
<i>Dinophysis tripos</i>	300	100	100			200				
<i>Diplopsalis lenticula</i>	300		300	100	300		400		200	100
<i>Prorocentrum micans</i>		300	400		200	200	500	100	200	
<i>Protoperidinium brochii</i>	100		200	100	100		200			
<i>Protoperidinium depressum</i>	200	100		200	100		200	100		
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	200		300		200			200	300	
Total células por estrato	36.900	15.500	259.00	8.600	35.700	13.300	31.500	81.00	41.300	15.900
Total células columna de agua	52.400		34500		49000		39600		57200	
Nº de Especies	17	10	19	11	17	12	19	10	15	9
Total Especies	19		22		20		21		16	

Diatomeas	CV-11		CV-12		CV-13	
	Sup.	Fondo	Sup.	Fondo	Sup.	Fondo
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>						
<i>Chaetoceros affinis</i>		400	500		400	500
<i>Chaetoceros didymus</i>			400		900	300
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	5.800	3.100	7.700	4.600	2.900	1.300
<i>Coscinodiscus centralis</i>						
<i>Coscinodiscus granii</i>	100					200
<i>Guinardia delicatula</i>						
<i>Lithodesmium undulatum</i>			300			200
<i>Odontella longicruris</i>	200				700	
<i>Rhizosolenia imbricata</i> var. <i>minuta</i>		100			100	
<i>Rhizosolenia styliformis</i>			200	100	500	
<i>Stephanopyxis turris</i>					400	100
<i>Thalassionema bacillare</i>						
<i>Thalassiosira subtilis</i>	20.300	11.800	24.500	13.600	26.900	6.300
Dinoflagelados						
<i>Ceratium furca</i>	200	100	300		100	200
<i>Ceratium fusus</i>	200		400	100	400	200
<i>Ceratium tripos</i>	100	100	700	200	300	
<i>Ceratium tripos</i> var. <i>ponticum</i>			200		100	
<i>Dinophysis tripos</i>						
<i>Diplopsalis lenticula</i>	100	400	200	400	300	
<i>Prorocentrum micans</i>	100	200	700	300	900	200
<i>Protoperdinium brochii</i>	400		400		100	100
<i>Protoperdinium depressum</i>	100		200		200	
<i>Protoperdinium pellucidum</i>	200			100		
Total células por estrato	27.800	16.200	36.700	19.400	35.200	9.600
Total células columna de agua	44.000		56.100		44.800	
Nº de Especies	12	8	14	8	16	11
Total Especies	14		15		18	

La información de la Tabla 2.5-272 permite desprender también una leve disminución de los valores de abundancia desde el estrato superficial (~0 metro) al estrato más profundo (10 metros). Al respecto, la mayor diferencia entre las muestras de superficie y la de 10 metros se observó en la estación CV-1 ($\Delta 27.000$ cél L^{-1}). En tanto, la menor diferencia se evidenció en la estación CV-11 ($\Delta 11.600$ cél L^{-1}). En todas las estaciones se aprecia la misma distribución vertical del fitoplancton.

En tanto, cuantitativamente, el fitoplancton presentó valores muy inferiores a los presentados en la campaña pasada, variando entre 8.100 cél L^{-1} y 47.600 cél L^{-1} , en la estación CV-9 (10 metros) y

en la estación CV-1 (superficie), respectivamente. Las especies responsables de la biomasa fitoplanctónica fueron *Thalassiosira subtilis* con valores máximos de 33.400 cél L⁻¹ y *Chaetoceros lorenzianus* con 10.700 cél L⁻¹. El resto de los taxa no superaron concentraciones de 10.000 cél L⁻¹, destacando por su persistencia de aparición en las muestras de agua la diatomea *Chaetoceros affinis*.

Respecto a los dinoflagelados, éstos presentaron concentraciones inferiores a 1.000 cél L⁻¹, destacando por su persistencia de aparición en las muestras, *Ceratium furca*, *C. fusus*, *C. tripos* y *Diplopsalis lenticula*.

- **Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Fitoplanctónica**

Las Tabla 2.5-273 y Tabla 2.5-274 presentan los valores de los índices ecológicos de la estructura comunitaria del fitoplancton a 0 y 10 metros, respectivamente, campaña verano. De ellas se desprende que la riqueza específica promedio (S) es superior en el caso de las muestras de superficie (10 taxa), respecto a las de subsuperficie (con 16 taxa). En cuanto a los valores extremos de riqueza registrados en esta campaña de invierno, éstos fluctuaron entre un mínimo de 8 taxa (CV-1, CV-11 y CV-12, 10 metros) y un máximo de 19 taxa (estaciones CV-7 y CV-9, superficie).

En el caso de la abundancia, se observó que el promedio de los estratos superficiales fueron prácticamente el doble a lo observado a 10 metros (36.808 cél L⁻¹ y 15.846 cél L⁻¹, respectivamente).

Respecto a los índices de diversidad, los resultados de las Tabla 2.5-273 y Tabla 2.5-274 establecen que la Diversidad Específica (H') promedio fue muy similar entre el estrato superficial (1,176 bit/ind) respecto a la subsuperficie (1,133 bit/ind). En cuanto a los valores extremos obtenidos en el presente monitoreo para H', éstos oscilaron entre 0,7835 bit/ind hallado en la estación CV-2, superficie y 1,664 hallado en la estación CV-7 en superficie. Estos valores representan una diversidad media para las comunidades fitoplanctónicas, lo que estaría dado fundamentalmente por la altísima dominancia de *T. subtilis* en las muestras, la que representa sobre el 69,1% de la abundancia total del estrato superficial y 68,3% del estrato más profundo.

Tabla 2.5-273. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Fitoplanctónica. Sector km 14, Superficie (0 Metros). Campaña de Verano de 2012

Estación	N	S	H' (Log _e)	J'
CV-1	47.600	16	1,159	0,417
CV-2	39.200	10	0,783	0,340
CV-3	40.100	15	1,232	0,454
CV-4	34.200	17	1,386	0,489
CV-5	46.400	15	1,183	0,437
CV-6	36.900	17	0,964	0,340
CV-7	25.900	19	1,664	0,565
CV-8	35.700	17	1,181	0,416
CV-9	31.500	19	1,487	0,504
CV-10	41.300	15	1,173	0,433
CV-11	27.800	12	0,860	0,346
CV-12	36.700	14	1,147	0,434
CV-13	35.200	16	1,067	0,384
Promedio Área Total	36.808	16	1,176	0,428

N, abundancia numérica (cél L-1); S, número de taxa, H', diversidad específica (bit/ind); J', uniformidad.

Tabla 2.5-274. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Fitoplanctónica. Sector km 14, Subsuperficie (10 Metros). Campaña de Verano de 2012

Estación	N	S	H' (Log _e)	J'
CV-1	20.600	8	0,827	0,397
CV-2	24.300	13	0,989	0,385
CV-3	12.400	9	1,149	0,523
CV-4	17.100	13	1,459	0,568
CV-5	25.000	13	1,024	0,399
CV-6	15.500	10	1,279	0,555
CV-7	8.600	11	1,151	0,480
CV-8	13.300	12	1,368	0,550
CV-9	8.100	10	1,259	0,547
CV-10	15.900	9	1,173	0,533
CV-11	16.200	8	0,878	0,422
CV-12	19.400	8	0,863	0,415
CV-13	9.600	11	1,308	0,545
Promedio Área Total	15.846	10	1,133	0,487

N, abundancia numérica (cél L-1); S, número de taxa, H', diversidad específica (bit/ind); J', uniformidad.

En tanto, respecto a la Uniformidad Específica (J'), los valores fueron muy similares en todas las estaciones y estratos. De hecho, el promedio en superficie fue levemente inferior (0,428) respecto al registrado en el estrato subsuperficial (0,487), siendo en todos los casos valores muy bajos, con un mínimo de 0,340 en CV-2, superficie y 0,385 en CV-2, subsuperficie. Estos

resultados indican que existe una deficiente distribución de las abundancias de los organismos en las comunidades de las estaciones estudiadas, producto de la alta dominancia de *T. subtilis* en las muestras.

- **Análisis de Clasificación: Dendrograma**

Esta técnica denominada Análisis de Clasificación Numérica o de Conglomerados permite separar los efectos de los contaminantes (“estresores”) de la variabilidad ambiental natural de las comunidades en estudio, delimitando grupos de muestras biológicamente similares. Esta metodología consiste, en primer lugar, en el cálculo de similitudes o distancias (disimilitudes) entre muestras o estaciones (o bien sobre especies) a partir de los índices apropiados (de similitud o disimilitud, como la distancia Euclidiana), para conformar enseguida una matriz asimétrica de similitudes o distancias. Involucra, a continuación, pareos sucesivos de las muestras o grupos de muestras similares (o de las más disímiles) hasta que todas las muestras o grupos de muestras están en un grupo mayor. El proceso culmina en una estructura tipo árbol o *dendrograma*.

En este estudio se agruparon las estaciones de acuerdo a esta técnica, utilizando como atributo la abundancia de las especies en cada estación y el índice de similitud de Bray Curtis. En este análisis se utilizó una transformación de los datos de abundancia de cada una de las especies a la forma $Y = \log_{10}(X+1)$ (Palma *et al.* 1982).

Los resultados de estos análisis se observan en las Figura 2.5-229 a Figura 2.5-231, para las estaciones superficiales (0 metro), subsuperficiales (10 metros), y la totalidad de la columna de agua (muestras de superficie y subsuperficie), respectivamente. Así, se observa en la Figura 2.5-229 para las estaciones de superficie (0 metro), que todos los grupos se encontrarían asociados, existiendo una similitud relativamente alta entre ellos, superior al 57%, siendo las estaciones CV-4 y CV-9 las que exhibieron la mayor similitud con cerca de un 86%. En tanto, para las estaciones de subsuperficie (10 metros), la Figura 2.5-230 también muestra la existencia de un único grupo, con una similitud cercana al 52%, siendo en caso las estaciones CV-6 y CV-8 las que presentaron la máxima similitud con cerca de un 81%.

Finalmente, el análisis de la Figura 2.5-231, que agrupa los dos estratos muestreados, permite determinar que existe cierta asociación de las estaciones por estrato de muestreo, especialmente de aquellas identificadas en el estrato subsuperficial (10 metros). Puede apreciarse en ese contexto la similitud entre las estaciones CV-1, CV-6, CV-8 y CV-9 a 10 metros, al igual que la unión entre las estaciones CV-3, CV-10 y CV-11, también del mismo estrato. No obstante lo anterior, si se considera todo el grupo de estaciones, en conjunto presentan una similitud superior al 54%. Esto podría deberse a la ocurrencia de una floración fitoplanctónica o “bloom” previo al muestreo de la presente campaña.

Figura 2.5-229. Dendrograma Clasificatorio de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Superficie (0 metro). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

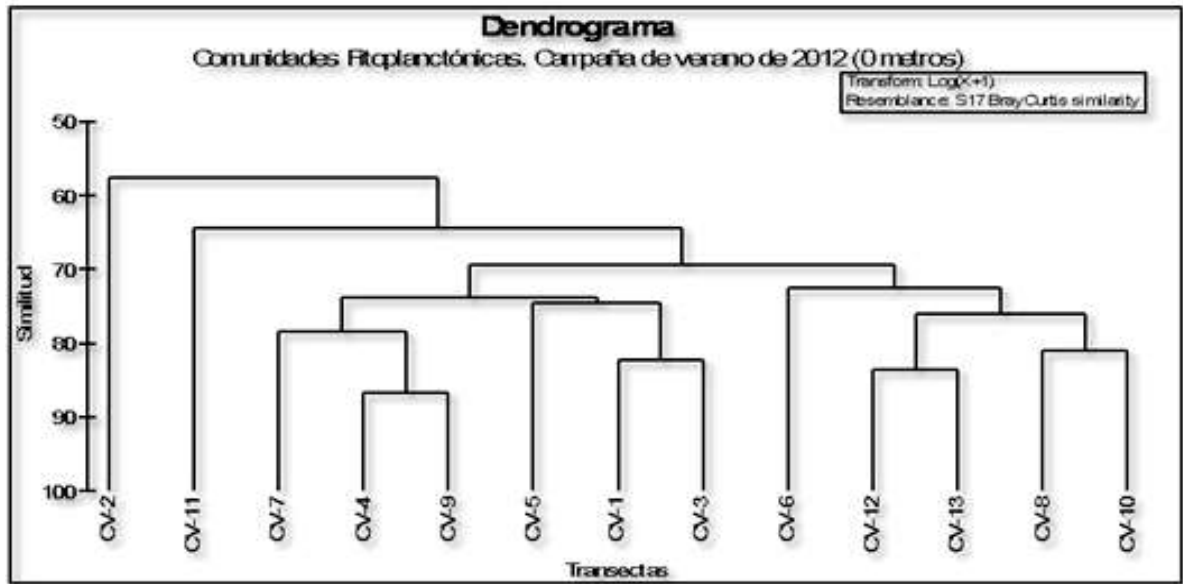


Figura 2.5-230. Dendrograma Clasificatorio de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Subsuperficie (10 Metro). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

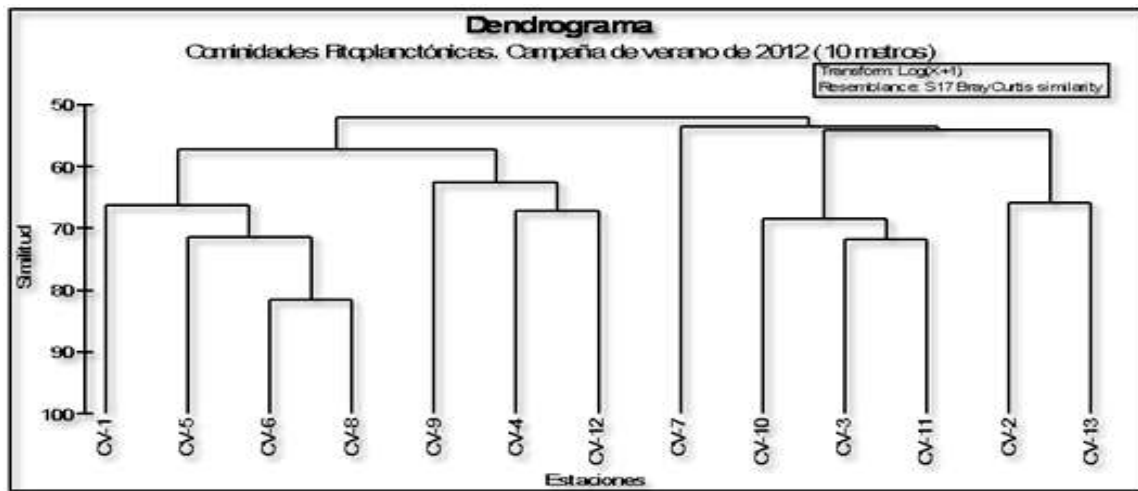
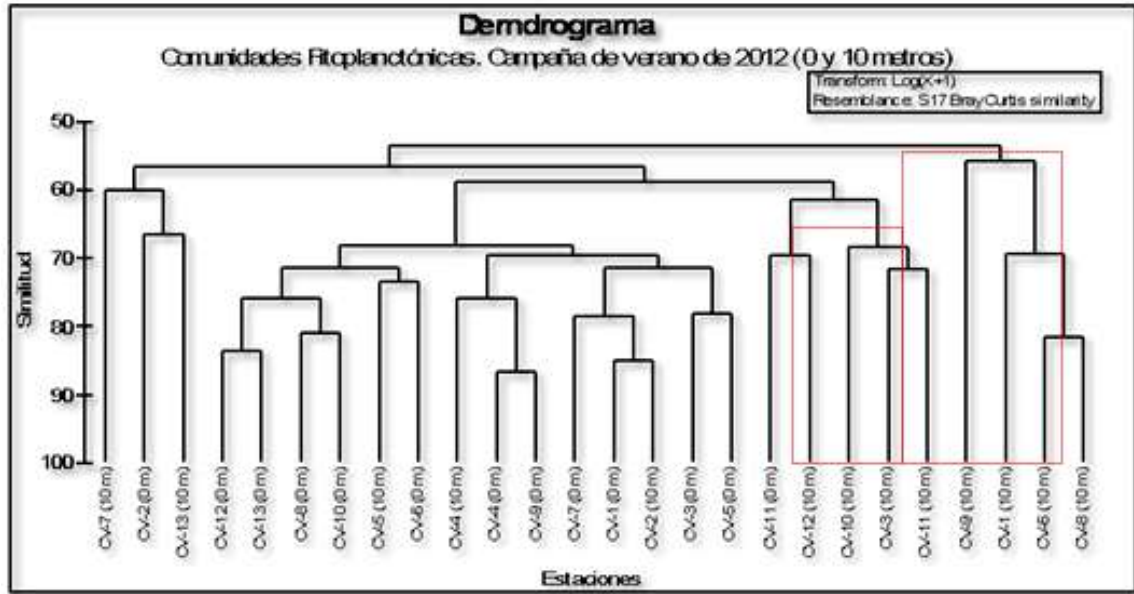


Figura 2.5-231. Dendrograma Clasificadorio de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas de toda la Columna de Agua. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012. Se Enmarcan en Rojo algunas Asociaciones entre Estaciones del Estrato de 10 Metros de Profundidad



- **Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM)**

Esta metodología de estudio de variables multivariadas pertenece al grupo de los análisis de Ordenación. Esta técnica utiliza sólo los rangos (ordenados) de la información de una matriz de disimilitud (o similitud) calculada de la matriz de datos originales. Básicamente, la ENM intenta ubicar las muestras o especies en un espacio de ordenación de baja dimensión, de modo que las distancias entre los puntos en la ordenación tengan el mismo rango de orden que los puntos de similitud en la matriz. Dado que el ENM utiliza solamente los rangos, es un método no-paramétrico (no-métrico).

Las Figura 2.5-232 a Figura 2.5-234 revelan los resultados de los análisis de ordenamiento.

Básicamente, el resultado del ENM coincide con lo obtenido con el análisis de clasificación aplicado a las estaciones (dendrogramas). Este análisis confirma las características propias de las comunidades fitoplanctónicas de cada una de las estaciones, especialmente por estratos, hallándose todas las estaciones “repartidas” en el espacio vectorial del ENM (Figura 2.5-232 y Figura 2.5-233), pero manifestando ciertas agrupaciones cuando se consideran los estratos de superficie y subsuperficie en conjunto (Figura 2.5-234), observándose claramente la asociación conformada por las estaciones CV-3, CV-10, CV-11 y CV-12.

Figura 2.5-232. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Superficie (0 Metro). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

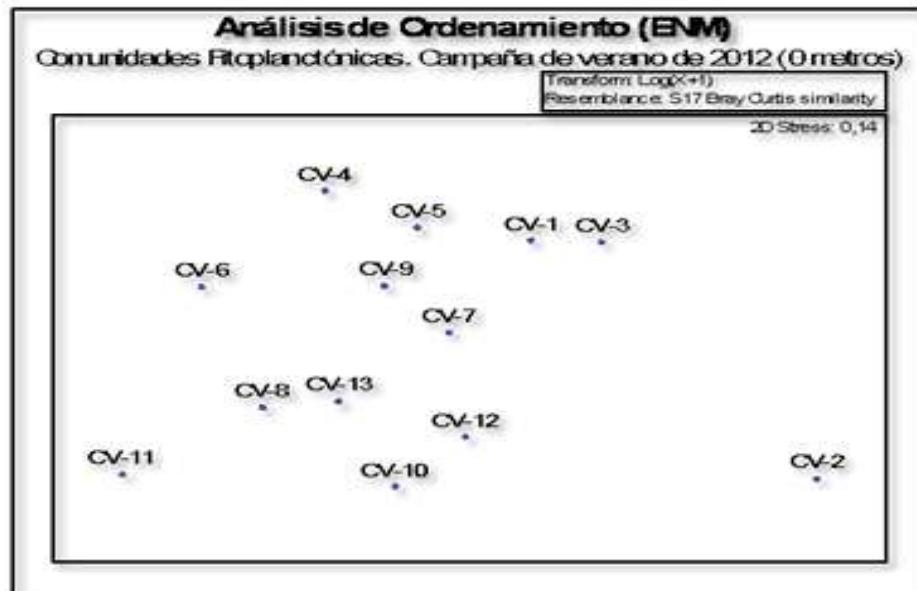
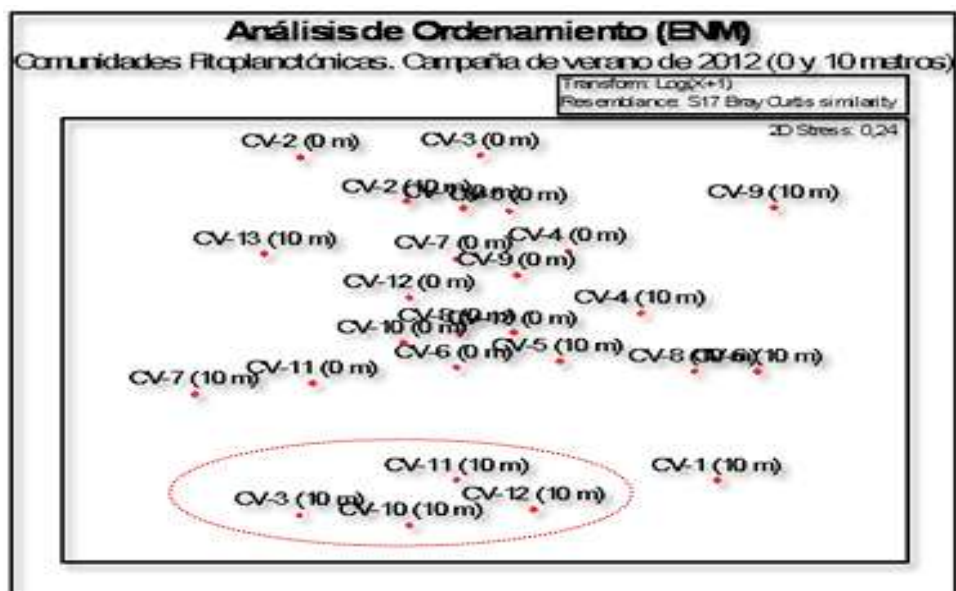


Figura 2.5-233. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas en Subsuperficie (10 Metros). Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



Figura 2.5-234. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) de las Estaciones de Comunidades Fitoplanctónicas de toda la Columna de Agua. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



Campaña Otoño

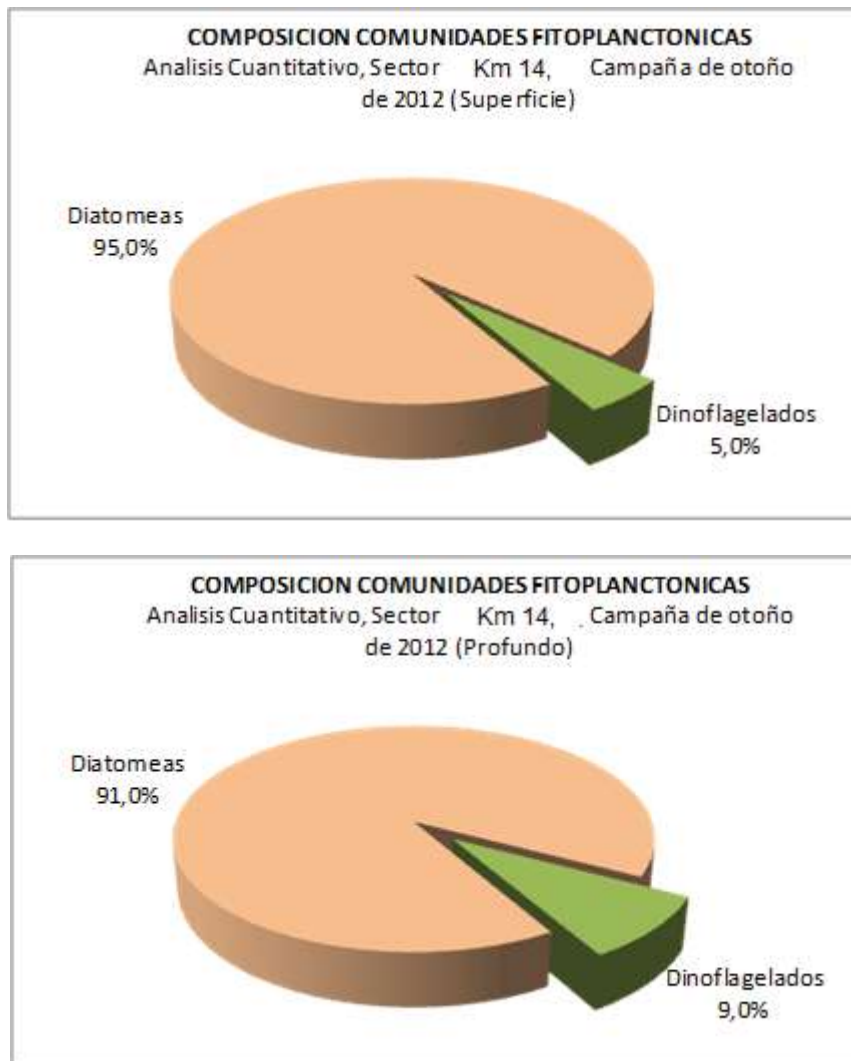
La Tabla 2.5-275 presenta el análisis cuantitativo de fitoplancton del estrato superior e inferior de la columna de agua, respectivamente. La Figura 2.5-235 muestra el aporte promedio de cada grupo a la abundancia total registrada en el sector.

Tabla 2.5-275. Análisis Cuantitativo de Fitoplancton (cél/L), en el Estrato Superior e Inferior de la Columna de Agua

	Estación 2		Estación 3		Estación 5		Estación 8	
	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo
Diatomeas								
<i>Basteriastrum delicatulum</i>	1.086	450	2.882	650	2.439	600	3.729	550
<i>Chaetoceros affinis</i>	6.208	1.200	961	1250	7.465	1.350	2.180	950
<i>Chaetoceros didymus</i>	17.862	3.500	8731	2.850	13.596	3.100	3.247	2.750
<i>Chaetoceros teres</i>	0	0	250	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros lorencianus</i>	1250	450	850	600	600	950	850	400
<i>Chaetoceros constrictus</i>	650	0	400	0	450	250	750	0
<i>Lincmophora abbreviata</i>	0	0	0	0	200	0	0	0
<i>Nitzschia longissima</i>	400	0	250	0	0	0	200	0
<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	11.450	10.450	10.200	11.500	12.750	10.750	11.600	10.050

	Estación 2		Estación 3		Estación 5		Estación 8	
	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo
<i>Thalassiosira subtilis</i>	4.500	1.250	4.350	1.300	3.800	1.750	4.750	2.100
Dinoflagelados								
<i>Ceratium furca</i>	450	600	600	450	400	550	450	600
<i>Ceratium fusus</i>	200	0	0	0	200	200	0	0
<i>Ceratium tripos</i>	200	450	650	700	600	400	550	200
<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	0	0	200	0	0	0
<i>Dinophysis caudata</i>	0	0	150	0	0	0	0	0
<i>Diplopsalis lenticula</i>	0	0	0	150	0	200	0	0
<i>Prorocentrum micans</i>	250	0	0	200	0	0	0	200
<i>Protoceratium reticulatum</i>	150	0	0	0	250	0	0	0
<i>Protoperdinium claudicans</i>	0	0	0	150	0	0	0	0
<i>Protoperdinium conicum</i>	450	0	0	200	0	250	0	200
<i>Protoperdinium oceanicum</i>	0	150	0	0	200	0	0	0
<i>Protoperdinium pellucidum</i>	0	600	400	450	0	200	250	0
<i>Protoperdinium steinii</i>	0	200	0	0	250	0	0	0
<i>Scropsiella sp.</i>	0	0	200	0	0	0	0	0
Total (cél/L)	45.107	19.300	30.875	20.450	43.400	20.550	28.557	18.000

Figura 2.5-235. Composición Porcentual de la Abundancia Media de los Grupos Fitoplanctonicos Registrados en el Sector



Cuantitativamente, el fitoplancton de superficie presentó concentraciones celulares que variaron entre 28.557 cél/L, en la estación 8 y 45.107 cél/L, en la estación 2. Los principales taxa responsables de la abundancia fitoplanctónica fueron *Pseudonitzschia* cf. *australis* y *Chaetoceros didymus* quienes registran concentraciones celulares superiores a las 10.000 cél/L. Por otra parte la especie *C. affinis* registra una concentración puntal de 6.208 en la estación 2. El resto de las diatomeas no superaron concentraciones de 5.000 cél/L, destacando por su abundancia y persistencia de aparición en las muestras de agua *Talassiosira subtilis*. Los dinoflagelados fueron frecuentes en las muestras de aguas pero en concentraciones inferiores a 1.000 cél/L, destacando por su mayor frecuencia de aparición los taxa *Ceratium furca* y *C. tripos*.

Cuantitativamente, el fitoplancton de fondo presentó concentraciones celulares que variaron entre 18.000 cél/L, en la estación 8 y 20.550 cél/L, en la estación 5. La distribución numérica de

las especies de mayor abundancia se mantiene proporcionalmente similar a los registros de superficie, es decir que las diatomeas *Pseudonitzschia cf. australis*, *Chaetoceros didymus* y *C. affinis* presentaron los mayores aportes a la abundancia microalgal total del estrato profundo.

En un plano vertical de la columna de agua, la distribución de la abundancia microalgal se presentó bastante heterogénea, con una visible mayor concentración celular en la porción superficial de la columna de agua, con relación al estrato profundo. Así mismo, el estrato inferior presentó una menor riqueza específica con relación al número de especies registradas en superficie.

Las Tabla 2.5-276 y Tabla 2.5-277 presentan los índices ecológicos de la comunidad fitoplanctónica, estimados a partir de las abundancias específicas registradas en cada estación de monitoreo, correspondientes a los estratos superior e inferior de la columna de agua, respectivamente.

Tabla 2.5-276. Estimación de Índices Ecológicos. S= Diversidad Específica, N= Número Total de Organismos, d= Diversidad Margaleff, J' = Índice de Uniformidad de Pielou, H' = Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D = Índice de Dominancia de Simpson

Estaciones	Estrato	S	N	d	J'	H'(loge)	D
2	Superficie	14	45107	1,21	0,64	1,70	0,25
3		14	30875	1,26	0,70	1,83	0,22
5		15	43400	1,31	0,65	1,77	0,23
8		11	28557	0,97	0,75	1,79	0,23
Promedio		13,5	36985	1,19	0,68	1,77	0,23
Desviación Estándar		1,73	8475	0,15	0,05	0,06	0,01
Coeficiente Variación		12,8%	22,9%	12,5%	6,9%	3,2%	5,9%

Tabla 2.5-277. Estimación de Índices Ecológicos. S= Diversidad Específica, N= Número Total de Organismos, d= Diversidad Margaleff, J' = Índice de Uniformidad de Pielou, H' = Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D = Índice de Dominancia de Simpson

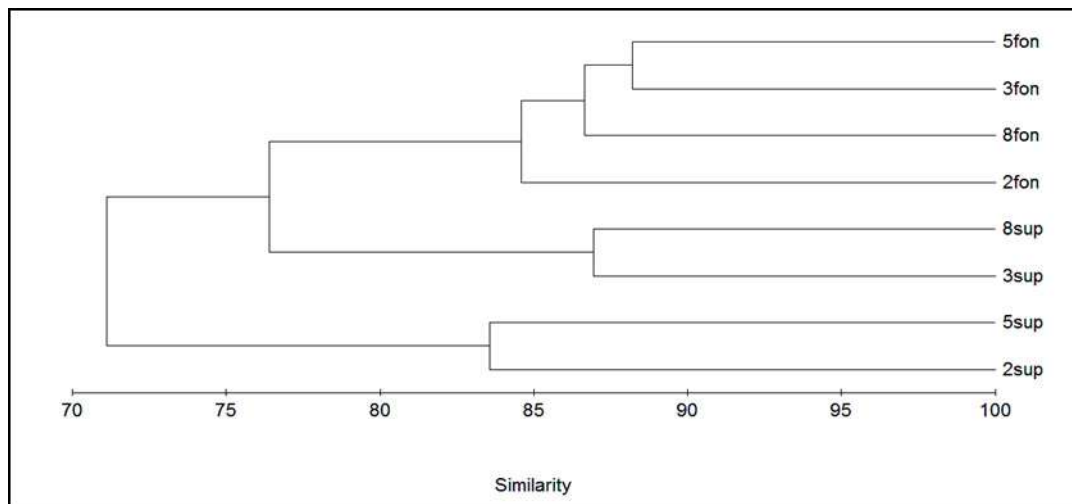
Estaciones	Estrato	S	N	d	J'	H'(loge)	D
2	Fondo	11	19300	1,01	0,65	1,56	0,34
3		13	20450	1,21	0,63	1,60	0,35
5		13	20550	1,21	0,65	1,67	0,31
8		10	18000	0,92	0,64	1,47	0,35
Promedio		11,75	19575	1,09	0,64	1,58	0,34
Desviación Estándar		1,5	1193	0,15	0,01	0,08	0,02
Coeficiente Variación		12,8%	6,1%	13,4%	1,9%	5,4%	5,4%

Los índices ecológicos muestran una comunidad fitoplanctónica caracterizada por bajos índices de dominancia y una moderada riqueza específica, lo que repercute en un alto índice de diversidad de Shannon. El estrato profundo registró una menor cantidad de especies, lo cual se

suma a una mayor dominancia, lo que genera un índice de diversidad de Shannon más bajo que el registrado en el estrato superficial. En ambos estratos, los valores de dominancia se consideran bajos, lo que se explica por las bajas abundancias registradas para las especies de mayor importancia cuantitativa, lo que disminuye la heterogeneidad en la distribución numérica de los taxa que componen el ensamble comunitario.

La Figura 2.5-236 presenta el análisis de Clasificación, en la forma de un Dendrograma, generado a partir de una matriz de similitud y el atributo de abundancia.

Figura 2.5-236. Análisis de Clasificación de las Estaciones Microfitoplanctónicas en los Estratos de Superficie y Fondo



La similitud general del área se mantuvo sobre el 70%, lo que evidencia una gran homogeneidad de la comunidad fitoplanctónica en el área estudiada. La figura muestra la formación de 3 conglomerados. El primero de ellos, constituido por las estaciones monitoreadas en el estrato profundo, al cual se le suma un segundo conglomerado con 75% de similitud, constituido por las estaciones 3 y 8 de superficie. Por último, las estaciones 2 y 5, monitoreadas en superficie, se unen al resto a un nivel de similitud cercano al 70%.

La Figura 2.5-237 presenta el análisis de ordenación, en la forma de un n-MDS.

Figura 2.5-237. Análisis de Ordenación de las Estaciones Microfitoplanctónicas en los Estratos de Superficie y Fondo



El análisis muestra un resultado similar al observado en el análisis de conglomerado, donde se observa la formación de 3 conglomerados de mayor similitud. El nivel de significancia alcanzado por el análisis, exhibido en el extremo superior derecho de la figura, indica que el arreglo espacial de las estaciones explica una parte importante de la variabilidad de las muestras. El bajo valor de estrés también indica que ejes adicionales de variación no aportarían información adicional relevante.

2.5.4.8.2. Comunidades Zooplanctónicas

En los ecosistemas marinos de margen oriental, el proceso de surgencia costera provee de nutrientes a las capas iluminadas de la superficie, generando con ello una alta producción primaria, que servirá de base a la mayor parte de la trama trófica sobre la plataforma continental. Este proceso constituye uno de los más importantes procesos físicos oceánicos a mesoescala (Daneri *et al.*, 2000, Montero *et al.*, 2007), y está fuertemente ligado a la componente estacional (Bernal *et al.*, 1983), siendo más importante en la época primaveral, ocurriendo lo opuesto en la estación de invierno.

La abundancia y riqueza de las comunidades zooplanctónicas pertenecientes a estas áreas responde fuertemente a estos procesos, por lo que los estudios de estructura comunitaria de este grupo han de considerar necesariamente estos procesos en sus análisis. Adicionalmente, ciertas áreas costeras pueden constituir un hábitat favorable para la sobrevivencia larval temprana del ictioplancton (Frank & Leggett, 1983; Balbontín & Bravo, 1999), lo cual amerita su inclusión en estudios planctónicos, considerando su taxonomía, distribución y abundancia.

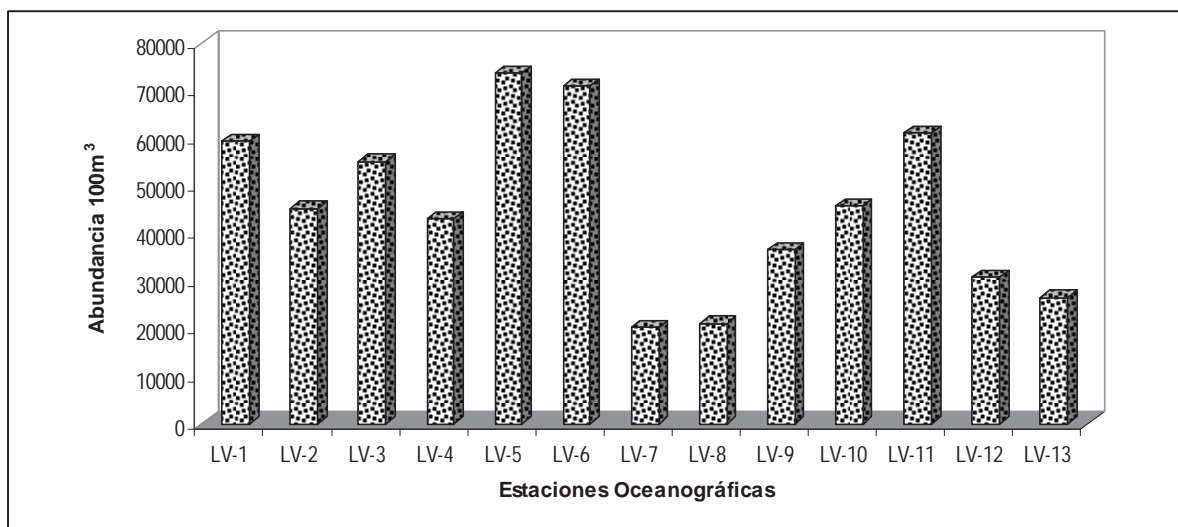
Respecto a estudios locales que hayan abarcado la componente zooplanctónica, no se cuenta con estudios específicos en Tocopilla. El de Apablaza & Palma (2006) analizó la distribución estacional y migración vertical de zooplancton gelatinoso colectado en la bahía de Mejillones. Los autores identificaron 39 especies distribuidas en 14 de hidromedusas, 20 de sifonóforos y 5 de quetognatos. Las especies dominantes fueron *Obelia* spp., *Liriope tetraphylla*, *Solmundella bitentaculata*, *Rophalonema velatum*, *Muggiaea atlantica*, *Sphaeronectes gracilis*, *Sagitta enfiata* y *S. bierii*, las que presentaron un estrecho rango de distribución vertical y migración nictimeral², debido a la influencia de la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO) ($< 1 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$), cuyo límite superior fue establecido entre los 25 a 50 m. Los mismos autores indican que en primavera la mayoría de las especies dominantes presentó desplazamientos nictimerales debido a la mayor oxigenación de la columna de agua. En cambio, en verano, debido a la termoclina más intensa y en invierno, cuando la ZMO se aproximó a la superficie, la mayoría de las especies dominantes no mostró cambios en su distribución vertical durante el ciclo diario. Apablaza & Palma (2006) informan que el hidrozoo *Obelia* spp. tuvo una distribución somera, relacionada principalmente por la presencia de la termoclina; mientras que medusa *R. velatum* mostró una buena adaptación a las condiciones de escasez de oxígeno disuelto de la ZMO.

- Composición Taxonómica y Abundancia

Campaña Invierno

Considerando la abundancia total de la comunidad zooplanctónica, el presente estudio alcanzó un nivel alto en este parámetro, con un número de 590.046 ind/100 m³, en donde todas las estaciones alcanzaron niveles de abundancia en la escala de decenas de miles de organismos (Figura 2.5-238).

Figura 2.5-238. Abundancia por Estación Oceanográfica de la Comunidad Zooplanctónica de la Zona Costera frente al Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011

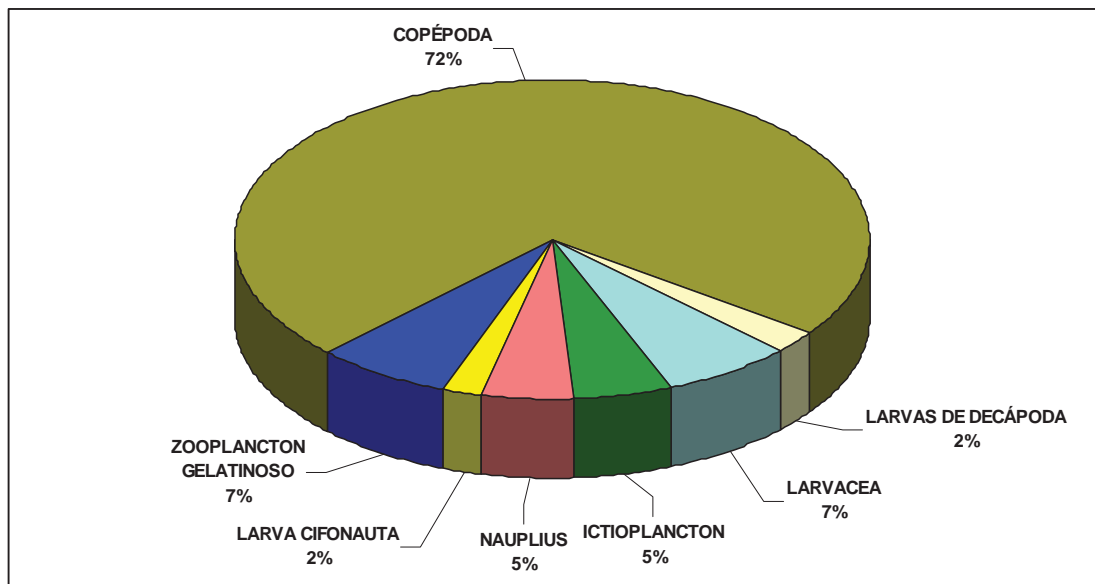


² El zooplancton experimenta migraciones verticales con periodicidad diaria, ascendiendo desde las profundidades a comienzos del atardecer para ocupar cotas superiores durante la noche, y luego, antes de que amanezca, descender de nuevo hacia las profundidades donde normalmente habitan durante el día.

De igual modo, la riqueza específica resultó alta, determinándose un total de 61 taxa (Tabla 2.5-278). De estos 61 taxa, 28 correspondieron a organismos meroplanctónicos y 33 a organismos holoplanctónicos.

Considerando la distribución porcentual de los taxa (Figura 2.5-238), se determinó una dominancia importante de copépodos, con un 72% del total, destacando por su abundancia el Orden Calanoida con 375.490 ind/100 m³ (Fotografía 2.5-60).

Figura 2.5-238. Composición Porcentual de los Taxa Identificados en la Comunidad Zooplanctónica frente al Sector km 14. Pescas desde cerca del Fondo a Superficie. Campaña de Invierno de 2011



En el segundo lugar de dominancia se ubicó el zooplancton gelatinoso y las apendicularias de Larvacea con un 7% cada grupo. El primer grupo presentó una importante riqueza específica con un total de 19 especies entre medusas hidrozooas, sifonóforos y ctenóforos. Dentro de las hidromedusas destacaron dos especies con una mayor abundancia relativa, *Obelia* spp (9.666 ind/100 m³) y *Sarsia eximia* (4.789 ind/100 m³), con una constancia de 100% y 92%, respectivamente. Dentro de los sifonóforos, las especies con mayor abundancia relativa fueron *Lensia conoidea* y *Muggiaea atlantica*, con 4.713 ind/100 m³ y 3.883 ind/100 m³, respectivamente. La constancia de estas especies fue alta, con un 100% *L. conoidea* y un 85% *M. atlantica*.

El Phylum Ctenophora estuvo representado por dos especies siendo más abundante *Pleurobrachia bachei* con 1.778 ind/100 m³ y con una constancia de 77% (Tabla 2.5-278).

Las apendicularias presentaron abundancias relativas altas en toda el área de estudio y con un 100% de constancia en dos de las 4 especies determinadas. La mayor abundancia relativa la registró *Oikopleura albicans* con 23.059 ind/100 m³, seguido por *Oikopleura fusiformis* con 9.438 ind/100 m³ (Tabla 2.5-278).

Las larvas nauplius (probablemente de Cirripedia), presentaron una alta constancia (100%), con una alta abundancia relativa (26.596 ind/100 m³, logrando una dominancia de 5% en la

comunidad zooplanctónica (Tabla 2.5-278).

El ictioplancton también obtuvo una dominancia general de 5% y su composición y abundancia se detalla en el siguiente apartado.

Las larvas zoea de Decapoda lograron un 2% de dominancia del total (Figura 2.5-238), superando los 12.000 ind/100 m³, distribuidas en 5 especies. Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Homalaspis plana* quien alcanzó un total de 7.928 ind/100 m³, y la especie *Pagurus* spp, en su fase zoea, de la cual se determinaron 2.897 ind/100 m³ (Tabla 2.5-278).

Las larvas cifonautas, al igual que doliólidos y salpas, tuvieron una constancia de 100% en el área de estudio, con abundancias importantes, alcanzando las primeras un total de 10.977 ind/100 m³, y las segundas 9.844 ind/100 m³.

Con abundancias relativas menores, cercanas o bajo al 1% del total, se registraron larvas pelagóferas de sipuncúlidos, larvas trocóforas y juveniles de Polychaeta, juveniles de Gastropoda, anfípodos, cladóceros, ostrácodos, estomatópodos, larvas actinotrocas de Phoronida y larvas y juveniles de Echinoidea y Ophiuroidea (Tabla 2.5-278).

Fotografía 2.5-60. Copépodo Orden Calanoida (Fuente Propia)



Tabla 2.5-278. Especies y Abundancia (ind/100m³) para las Muestras de Zooplancton de las Estaciones Analizadas. Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011

	LV-1	LV-2	LV-3	LV-4	LV-5	LV-6	LV-7	LV-8	LV-9	LV-10	LV-11	LV-12	LV-13	Total	Dom %
Coelenterata															
Hidrozoa															
Hydroida (medusas)															
<i>Phialella quadrata</i>	286	74	109	34	65	71	88	57	81	28	349	348	25	1.616	0,274
<i>Proboscoidactyla flavicirrata</i>	214	407	1673	310								493		4.287	0,727
<i>Obelia spp.</i>	321	667	1964	414	1871	1393	324	229	379	255	785	609	457	9.666	1,638
<i>Solmundella bitentaculata</i>		185	109	138	1452	1143			54	312	116	174		3.683	0,624
<i>Liriope Tetraphyla</i>		37								57				94	0,016
<i>Phialidium spp</i>			73											73	0,012
<i>Dipurena ophiogaster</i>												58		58	0,01
<i>Bougaimbillia macloviana</i>			36											36	0,006
<i>Pochella polynema</i>				34					27	198	174			434	0,074
<i>Euphasoa aurata</i>										28				28	0,005
<i>Leuckartiara octona</i>	36													36	0,006
<i>Sarsia eximia</i>	107	259	909	138	355	179	59	114	244	907		783	736	4.789	0,812
Hidromedusa N.I.	36													36	0,006
Siphonophora															
<i>Muggiaea atlantica</i>	107	296	436	828	290	393			434	340	436	145	178	3.883	0,658
<i>Lensia conoidea</i>	214	111	1018	483	194	36	29	86	163	170	1.047	783	381	4.713	0,799
<i>Sphaeronectes gracilis</i>				172						28				201	0,034
<i>Abylopsis tetragona</i>	500		327	621	387	286	88	57	108	85	203	261	279	3.203	0,543
Ctenophora															
<i>Pleurobrachia bachei</i>	107		36		65	107	59	29	379	255	436		305	1.778	0,301
<i>Beroe cucumis</i>	36								54		116			206	0,035
Sipuncula															
<i>Larva pelagósfrea</i>		111			32	71								215	0,036
Annelida															

	LV-1	LV-2	LV-3	LV-4	LV-5	LV-6	LV-7	LV-8	LV-9	LV-10	LV-11	LV-12	LV-13	Total	Dom	
Polichaeta																
Trocófera	71		109	34			29							244	0,041	
Aciculata	643	370	764	414	258	321	206	143	163	595	698	609	635	5.817	0,986	
Mollusca																
Gastropoda	71	185	145	207	226	143	59	29	54	85	145	116	51	1.516	0,257	
Arthropoda																
Crustacea																
Nauplius	500	1.370	727	1.586	5.839	7.643	1.118	1.771	1.111	1048	1686	1.130	1.066	26.596	4,507	
Ostracoda (Cypridiniformes)	179	1.037	1.164	828	581	429	706	600	623	595	349	261	381	7.731	1,31	
Cladocera																
<i>Podon leuckarti</i>		37												37	0,006	
Copepoda																
Calanoida	42.214	32.667	34.655	25.793	49.742	48.357	11.441	12.029	19.106	26.856	40.233	16.638	15.761	375.490	63,637	
Harpacticoida	3.000	2.630	3.164	1.862	3.903	2.679	853	1.057	1.057	2.040	2.849	928	990	27.010	4,578	
Ciclopoida	821	407	436	276	1.032	500				425	698		76	4.672	0,792	
Siphomostomatida				34										34	0,006	
Amphipoda																
<i>Lestrigonus schizogeneios</i>					32					57				89	0,015	
<i>Vivilia amata</i>				138										138	0,023	
	LV-1	LV-2	LV-3	LV-4	LV-5	LV-6	LV-7	LV-8	LV-9	LV-10	LV-11	LV-12	LV-13	Total	Dom	Const
															%	%
Decapoda																
<i>Homalaspis plana</i> (zoea)	357	593	764	1.103	613	1000	1.000	914	488	255	233	406	203	7.928	1,344	100
<i>Acanthocyclus gayi</i> (zoea)	36		73				29	57				203		398	0,067	38
<i>Blepharipoda spinimana</i>											29			29	0,005	8
<i>Pagurus sp</i> (zoea)	214	74	436		161	250	412	314		510		348	178	2.897	0,491	77
<i>Pagurus sp</i> (megalopa)										57	58	29		144	0,024	23
<i>Porcellana sp</i> (zoea)	107			34					163	85	87	58	102	636	0,108	54
<i>Stomatopoda squilloidea</i>									136		58			194	0,033	15
Bryozoa																

	LV-1	LV-2	LV-3	LV-4	LV-5	LV-6	LV-7	LV-8	LV-9	LV-10	LV-11	LV-12	LV-13	Total	Dom	
<i>Membranipohra</i> (larva cifonauta)	857	667	509	724	774	893	618	514	434	397	2267	1130	1193	10977	1,860	100
Phoronida																
<i>Larva actinotroca</i>			73	34							203			311	0,053	23
Chaetognatha												87		592	0,100	54
<i>Sagitta enflata</i>	71		36	103	129	107		57				29	51	199	0,034	38
<i>Sagitta minima</i>								29		57						
Equinodermata																
Echinoidea														285	0,048	23
larva Equinopluteus		111	145							28				1201	0,203	69
Juvenil		74		276	97	71	118	86	136	198	145					
Ophiuroidea														296	0,050	23
Larva ophiopluteus	71								108		116			502	0,085	15
Juvenil	393		109													
Chordata																
Urochordata																
Larvacea																
<i>Oikopleura albicans</i>	3500	519	1709	2.897	2.194	1.929	941	1.086	867	1.190	2.151	2.377	1.701	23.059	3,908	100
<i>Oikopleura gracilis</i>	643	444	327	310	129	286	324	257	136	198	610	493	279	4.437	0,752	100
<i>Oikopleura fusiformis</i>	1.214	148	618	1.103	871	786	441	400	325	397	1.221	1.101	812	9.438	1,600	92
<i>Fritillaria haplostoma</i>	143		73	69					27	57	116	58		543	0,092	54
Thaliacea																
<i>Salpa fusiformis</i>	1.214	296	873	966	774	500	265	200	244	198	407	522	305	6.763	1,146	100
<i>Doliolum spp</i>	429	111	327	379	290	393	206	114	108	85	116	319	203	3.081	0,522	100
Vertebrata																
Osteichthyes																
Engraulidae																
<i>Engraulis ringens</i> (larvas)	321													321	0,054	8
Clupeidae																
<i>Sardinops sagax</i> (huevos)	143	963	982	483	548	679	529	600	8.699	6.062	2.267	116	152	22.224	3,766	100
<i>Sardinops sagax</i> (larvas)	107	593	182	276	774	429	265	343	650	510	610	261	102	5101	0,864	100



	LV-1	LV-2	LV-3	LV-4	LV-5	LV-6	LV-7	LV-8	LV-9	LV-10	LV-11	LV-12	LV-13	Total	Dom	
Myctophidae																
<i>Hygophum bruuni</i> (larvas)			109											109	0,018	8
Tripterygiidae																
<i>Helcogrammoidea chilensis</i>										28				28	0,005	8
Gobiesocidae																
<i>Sicyases sanguineus</i> (huevos)									27					27	0,005	8
<i>Syciases sanguineus</i> (larvas)	36													36	0,006	8
Huevos osteictios											29			29	0,005	8

(*) Dom. = Dominancia
 Const. = Constancia

Campaña Verano

La abundancia total de la comunidad zooplanctónica en esta temporada alcanzó niveles altos, determinándose un número de 1.344.050 ind/100 m³, observándose variaciones en este parámetro de hasta un orden de magnitud entre algunas estaciones (Figura 2.5-239).

La riqueza específica resultó relativamente alta, determinándose un total de 42 taxa (Tabla 2.5-279). De estos 42 taxa, 27 correspondieron a organismos meroplanctónicos y 15 a organismos holoplanctónicos.

Considerando la distribución porcentual de los taxa (Figura 2.5-240), se determinó una alta dominancia de copépodos, los que obtuvieron un 73% del total, destacando por su abundancia el Orden Calanoida con 906.044 ind/100 m³. En conjunto, los crustáceos superaron el 81% de dominancia, en donde además de copépodos, hicieron también aportes importantes a este parámetro las larvas nauplius (2,1%), huevos de crustáceos (3,5%) y larvas de decápodos (1,1%) (Tabla 2.5-279).

Figura 2.5-239. Abundancia Numérica de la Comunidad Zooplanctónica por Estación Oceanográfica en la Zona Costera frente al Sector km 14. Campaña de Verano de 2012

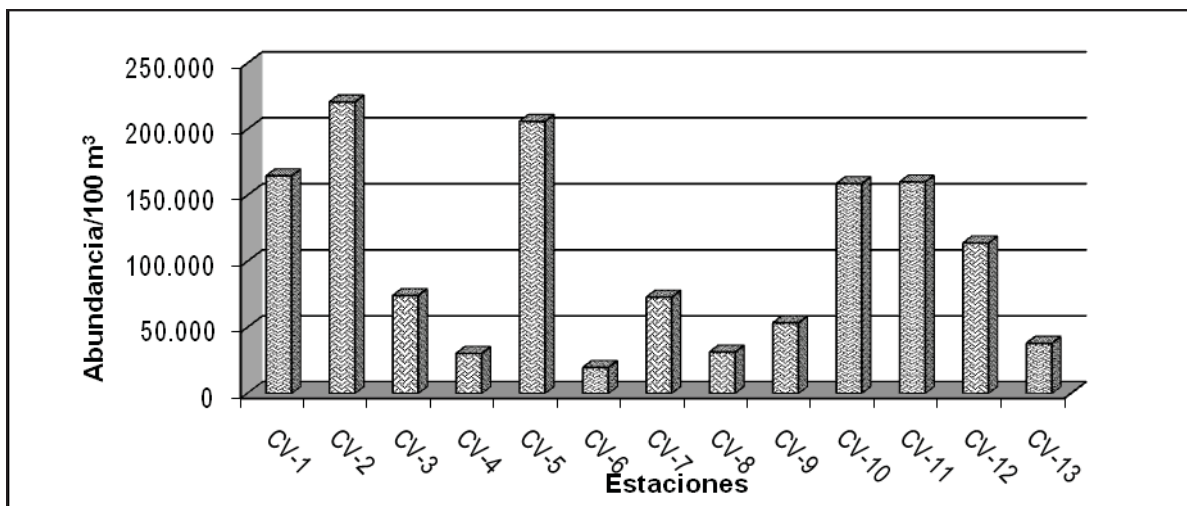
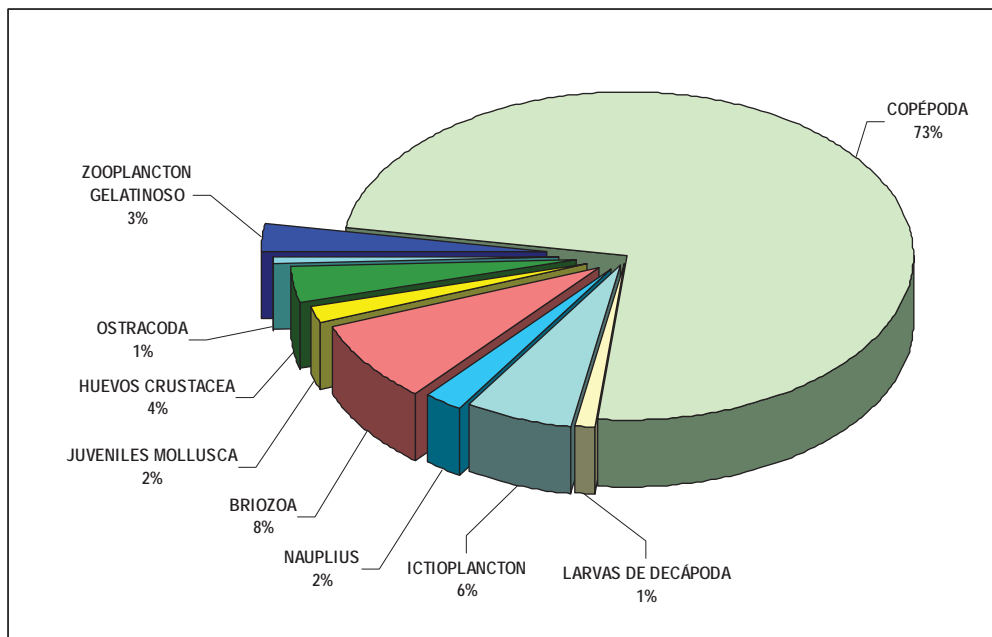


Figura 2.5-240. Composición Porcentual de los Taxa Identificados en la Comunidad Zooplanctónica en la Zona Costera frente al Sector km 14. Campaña de Verano de 2012



Después de crustáceos, las mayores abundancias relativas las presentó el Phylum Bryozoa, con larvas cifonautas (*Membraniphora* spp), las que tuvieron una constancia de 100% en el área de estudio, alcanzando un número total de 105.501 ind/100 m³.

En tercer lugar de importancia numérica se ubicó el ictioplancton, el cual registró una dominancia de 6%. La composición y abundancia de este grupo se detalla en el siguiente apartado.

El zooplancton gelatinoso obtuvo una dominancia de 3%, considerando medusas hidrozooas, sifonóforos y ctenóforos. Dentro de las hidromedusas, destacó por su mayor abundancia relativa, la especie *Obelia* spp (34.656 ind/100 m³), con una constancia de 100%. Dentro de los sifonóforos, la especie con mayor abundancia relativa fue *Lensia conoidea* con 1.299 ind/100 m³, con una constancia de 31%. El Phylum Ctenophora estuvo representado por una especie, *Beroe cucumis*, con abundancia y constancia bajas (Tabla 2.5-279).

Los moluscos estuvieron representados por larvas y juveniles de Gastropoda y Bivalvia, en donde los primeros lograron una abundancia de 14.284 ind/100 m³, en tanto que los segundos alcanzaron una abundancia de 9.671 ind/100 m³. Con abundancias relativas menores, cercanas o bajo al 1% del total se registraron juveniles de Polychaeta, anfípodos, ostrácodos, zoeas de eufáusidos y larvas apendicularias de Larvacea (Tabla 2.5-279).

Tabla 2.5-279. Especies y Abundancia (ind/100 m³) para las Muestras de Zooplancton de las Estaciones analizadas. Sector km 14. Campaña de Verano de 2012. Dom. = Dominancia y Const. = Constancia

Estaciones Oceanográficas	CV-1	CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CV-6	CV-7	CV-8	CV-9	CV-10	CV-11	CV-12	CV-13	Total	Dom.	Const.
Coelenterata													CONTROL		%	%
Hidrozoa																
<i>Obelia spp</i>	429	18.926	1.309	828	290	1.286	3.765	257	298	397	698	5.565	609	34656	2,578	100
<i>Rhopalonema velatum</i>	71													71	0,005	8
<i>Ectopleura dumortieri</i>		37									58			95	0,007	15
<i>Euphysa aurata</i>							29							29	0,002	8
<i>Sarsia eximia</i>	36						88							124	0,009	15
<i>Siphonophora</i>																
<i>Muggiaea atlantica</i>								29	54	170	29	29		311	0,023	38
<i>Lensia conoidea</i>								86		255	610	348		1299	0,097	31
<i>Ctenophora</i>																
<i>Beroe cucumis</i>		74	73											147	0,011	15
Annelida																
Polychaeta																
Aciculata	71	296	545	310		214	441		623	113		58		2.674	0,199	69
Mollusca																
Gastropoda (juveniles)		1.000		414		71	3647	3.057	379	765	930	2725	1091	14.080	1,048	77
<i>Concholepas concholepas</i>							118	29				58		204	0,015	23

Estaciones Oceanográficas	CV-1	CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CV-6	CV-7	CV-8	CV-9	CV-10	CV-11	CV-12	CV-13	Total	Dom.	Const
Bivalvia (juveniles)		519		310			3471	1.114	1.274		610	1.942	431	9.671	0,72	62
Arthropoda																
Crustacea																
Nauplius	2.071	1.333	1.164	862	8.000	500	1.147	600	1.274	3626	5610	1.304	812	28.304	2,106	100
Huevos	13.000	4.148	3.455	517	710	643	4.059	2.400	2.629	3.626	4.302	3.333	4.086	46.908	3,49	100
Ostracoda (Cypridiniformes)	214	111	436	724	1.355	1.286	706	686	461	312	523	1043	178	8.035	0,598	100
<i>Conchoecia spp</i>			73	207	97	214		57	163	85			51	946	0,07	62
Copepoda																
Calanoida	87.893	148.593	44.873	15.103	159.710	9.929	33.588	15.200	38.618	12.3456	125.698	82.725	20.660	906.044	67,412	100
Harpacticoida	6750	14407	5018	1103	13710	679	2412	1086	3089	12.125	10.872	7.275	1.802	80.328	5,977	100
Ciclopoida	286	630	436		903		118		81	1.048	756	319		4.577	0,341	69
Siphomostomatida			36											36	0,003	8
Amphipoda																
<i>Orchestoidea corniculata</i>										85	58			143	0,011	15
<i>Vivilia armata</i>		74	73				29		163					339	0,025	31
Euphausiacea (Zoea)					97		176							273	0,02	15
Decapoda																
<i>Heterocarpus reedi</i> (zoea)			109	138				86		85				418	0,031	31
<i>Homalaspis plana</i> (zoea)	429	556	764	2.207	3.806	429	412	429	136	1.530	1.047	87	381	12.209	0,908	100
<i>Homalaspis plana</i> (megalopa)	71		109							57				237	0,018	23

Estaciones Oceanográficas	CV-1	CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CV-6	CV-7	CV-8	CV-9	CV-10	CV-11	CV-12	CV-13	Total	Dom.	Const.
<i>Acanthocyclus gayi</i> (zoea)		222		34	387	71								715	0,053	31
<i>Pagurus sp</i> (zoea)							88			85				173	0,013	15
<i>Emerita analoga</i> (zoea)										28				28	0,002	8
<i>Porcellana sp</i> (zoea)	214	333	218	69	290						29	58		1.212	0,09	54
<i>Callianassa sp</i> (zoea)		222												222	0,017	8
Bryozoa																
Pólipo				276					108					384	0,029	15
Membranipohra (larva cifonauta)	36.571	253.33	7.527	3.586	9.194	3.107	6.706	1.914	2.114	1.615	3.343	2.435	2.056	105.501	7,85	100
Chordata																
Urochordata																
Larvacea																
<i>Oikopleura albicans</i>	571	259	218				265			170		232		1.715	0,128	46
<i>Fritillaria haplostoma</i>			36											36	0,003	8
Vertebrata																
Osteichthyes																
Engraulidae																
<i>Engraulis ringens</i> (huevos)	14.786	3.444	7.127	3.138	6.774	1.214	11.118	4.229	1.843	8.640	4.709	4.261	5.685	76.969	5,727	100
<i>Engraulis ringens</i> (larvas)	821		145		355		324			227	145	58		2075	0,154	54
Clupeidae																
<i>Sardinops sagax</i> (huevos)	429	111	218	138			88	114	54	198	58		76	1.485	0,11	77

Estaciones Oceanográficas	CV-1	CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CV-6	CV-7	CV-8	CV-9	CV-10	CV-11	CV-12	CV-13	Total	Dom.	Const.
Myctophidae																
<i>Diogenichthys atlanticus</i> (larvas)										28				28	0,002	8
Blenniidae																
<i>Hypsoblennius sordidus</i> (larvas)								29	81					110	0,008	15
Tripterygiidae																
<i>Helcogrammoides chilensis</i>		74	109	138						57		29	51	458	0,034	46
Gobiesocidae																
<i>Gobiesox marmoratus</i> (larvas)			73	103	258	36				85				555	0,041	38
Paralichthyidae																
<i>Paralichthys microps</i> (huevos)		37			32		59							128	0,01	23
Huevos osteictios				69									25	94	0,007	15

Campaña Otoño

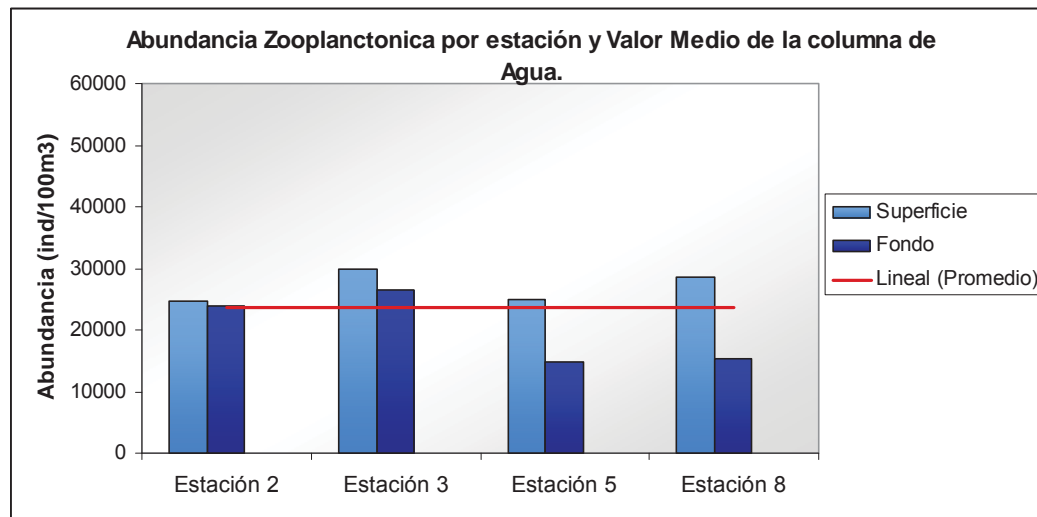
Los registros obtenidos de los análisis cualitativos muestran que, entre los grupos zooplanctónicos, destacan por su mayor frecuencia de aparición los organismos planctónicos quitinosos pertenecientes al grupo de los Arthropodos, representados en su gran mayoría por copépodos calanoideos y estados larvales del orden decápodo. Dicho conjunto faunístico figura con la condición de Muy Abundante, tanto a nivel superficial como de fondo. Entre otros taxa, registrados en la categoría de abundante, se encuentran organismos gelatinosos pertenecientes al grupo Urocordado, representado únicamente por larvaceas, pertenecientes a la familia copelada. Asimismo los Cnidarios integrantes de la clase Hydrozoa, también figuran como Abundantes en las muestras planctónicas. En segundo orden de importancia aparecen las formas meroplanctónicas del grupo Annelido, así como los sifonóforos, que presentan también relevancia al estar catalogados bajo el criterio de “Escasos”. Las muestras analizadas registran una pobre presencia de larvas y huevos de peces, los que se ordenan bajo el criterio de “Raro”.

Las Tabla 2.5-280 y Tabla 2.5-281 muestran los resultados del análisis cualitativo y cuantitativo (superficie y fondo) del zooplancton dentro del área estudiada. La Figura 2.5-241 muestra la abundancia zooplanctónica total registrada por estación de monitoreo.

Tabla 2.5-280. Abundancia Cualitativa de los Principales Grupos de Zooplancton Registrados. Donde MA: Muy abundante, A: Abundante, E: Escasa y R: Rara

Grupos Taxonómicos	Escala Relativa Superficie	Escala Relativa Fondo
Cnidaria		
Hidrozoa	A	A
Siphonophoros	E	E
Ctenophora	R	R
Arthropoda		
Copépoda	MA	MA
Amphipoda	R	R
Decápoda	A	A
Bryozoa	A	A
Annelida	E	E
Chordata		
Larvacea (Copelata)	A	A
Thaliacea	R	R
Vertebrata		
Pisces	R	R

Figura 2.5-241. Abundancia Zooplanctonica Total (ind/100m³) registrada por Estación de Monitoreo y Valor Medio estimada para la Columna de Agua del Sector



En términos cuantitativos, la prospección de la comunidad zooplanctónica en el área de estudio permitió determinar un total de 34 estados ontogénicos y formas taxonómicas diferentes en las estaciones de superficie y fondo. No se observan mayores diferencias verticales (superficie-fondo) respecto del tipo de taxon registrado en cada nivel.

El phylum de mayor importancia cuantitativa fue el Arthropoda, el cual representó el 86,9% de la abundancia total del zooplancton. En ambos niveles de la columna de agua, el grupo que más destacó por su alta densidad, fueron los copépodos del orden Calanoidea, correspondientes a la Clase Crustacea, el cual ocupó el 58,4% de la abundancia promedio estimada para el sector. Fases larvales en estado avanzado (zoea y megalopa), correspondientes al orden Decápoda, tuvieron también una presencia importante en los arrastres correspondientes de fondo, respecto de aquellos efectuados en superficie. Los diferentes estados ontogénicos del orden Decápoda, aportaron con el 15,3% de la abundancia media estimada para el sector.

El segundo orden de importancia numérica, lo presentaron los Urocordados, representados únicamente por Apendicularias la familia Copelata, los cuales aportan un 10,2% de la abundancia media estimada para el sector.

Por otra parte, se observó un bajo aporte del grupo de peces, los que si bien es cierto fueron registrados en la totalidad de los puntos de muestreo, las abundancias específicas fueron muy escasas, detectándose en concentraciones promedio que fluctuaron entre los 1,5 a 9,7 larvas por cada 100 metros cúbicos (ind/100m³) y concentraciones promedio de huevos cercanas a las 3 unidades por cada 100 metros cúbicos (ind/100m³). La Figura 2.5-242 muestra el aporte promedio de cada grupo taxonómico a la abundancia total registrada en el sector.

Figura 2.5-242. Abundancia Relativa Zooplanctonica (%), presentada como la Abundancia Promedio, en Porcentaje, aportada por cada Grupo Taxonómico al Valor Medio Total Estimado

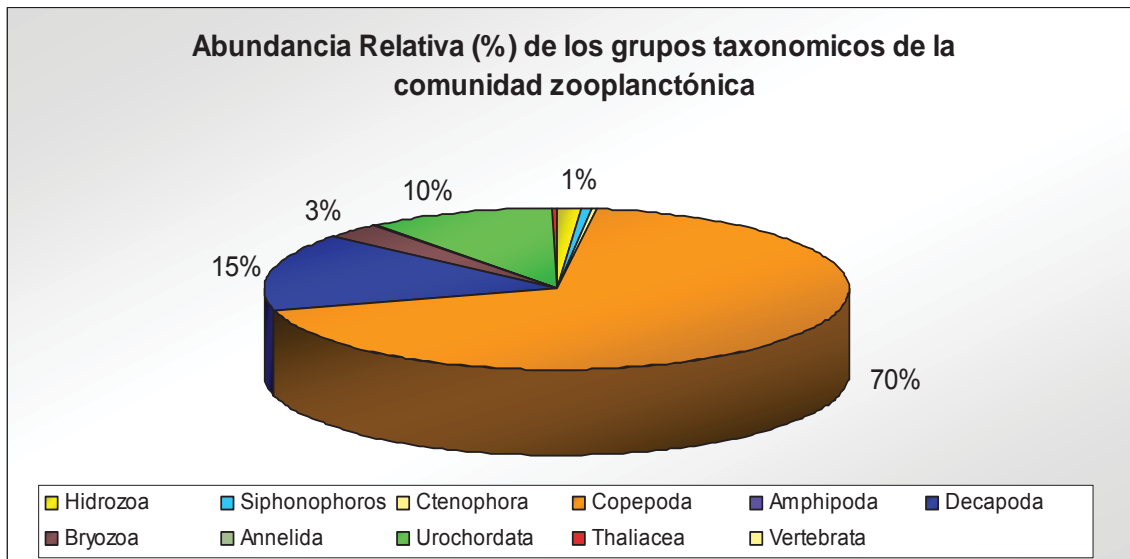


Tabla 2.5-281. Concentración de Zooplancton (ind/100m³) registrado por Estación, en Superficie y Fondo

	Estación 2		Estación 3		Estación 5		Estación 8		Abundancia Promedio (Ind/100m ³)	Abundancia Relativa (%)
	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo		
Cnidaria										
Hidrozoa										
<i>Cunina preregina</i>	1,25	0	3,47	0	0	0	1,05	0	0,7	0,0%
<i>Phialella quadrata</i>	60,77	49,44	64,89	0	0	0	56,65	0	29,0	0,1%
<i>Phialidium</i> spp	0	0	1,23	0	1,58	0	0	0	0,4	0,0%
<i>Proboscidadactyla flavicirrata</i>	0	0	0	0	21,56	0	0	0	2,7	0,0%
<i>Sarsia eximia</i>	14,72	10,12	16,56	0	0,00	0	24,84	0	8,3	0,0%
<i>Sarsia tubulosa</i>	108,00	124,56	81,46	77,36	5,23	81,45	101,55	86,59	83,3	0,4%
<i>Obelia</i> spp	301,24	278,56	128,44	280,26	273,68	277,56	146,59	80,14	220,8	0,9%
Siphonophora										
<i>Muggiaea atlántica</i>	121,00	165,00	105,00	147,00	92,00	139,00	27,00	85,00	110,1	0,5%
<i>Sphaeronectes gracilis</i>	11,23	10,56	27,65	13,25	8,67	12,74	15,65	11,63	13,9	0,1%
Ctenophora										
<i>Pleurobrachia bachei</i>	16,850	72,360	62,470	60,580	8,650	21,440	12,360	16,58	33,9	0,1%
Artrópoda										
Copepoda										
<i>Larvas nauplius</i>	2088,76	2685,15	1170,76	3320,61	3242,48	1048,05	2007,87	1262,15	2103,2	8,9%
Copépodos Calanoideos	12860,02	13275,81	19282,85	16306,06	13932,36	9601,80	15850,64	9115,60	13778,1	58,4%
Copépodos Arpacticoideos	213,900	137,916	1072,536	87,584	113,620	331,016	252,540	182,620	299,0	1,3%
Copépodos Ciclopoideos	12,250	9,15	11,23	8,56	16,450	10,20	1,25	10,56	10,0	0,0%
Amphipoda										
Gammaridea	0	0	0	0,162	0,141	0	0	0,111	0,1	0,0%

	Estación 2		Estación 3		Estación 5		Estación 8		Abundancia Promedio (Ind/100m ³)	Abundancia Relativa (%)
	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo		
Decapoda										
<i>Emerita análoga</i> (Zoea)	31,11	0	0	0	0	0	11,56	5,36	6,0	0,0%
<i>Heterocarpus reedi</i> (zoea)	25,62	0	11,23	0	41,28	16,25	11,25	0	13,2	0,1%
<i>Homolapsis plana</i> (zoea)	3340,04	4669,81	2320,65	3211,81	3327,89	1756,49	3792,58	1105,81	2940,6	12,5%
<i>Homolapsis plana</i> (megalopa)	0	19,00	0	17,02	2,00	14,00	0	19,20	8,9	0,0%
<i>Porcellana sp.</i> (zoea)	0	0,00	1256,74	123,00	15,90	147,00	1402,38	455,00	640,1	2,7%
<i>Porcellana sp.</i> (Megalopa)	1720,91	1,06	0,00	3,17	2,11	4,10	0	1,20	1,5	0,0%
<i>Stomatopoda squilloidea</i>	0	0	0	0	11,00	1,52	2,00	4,25	2,3	0,0%
Bryozoa										
Larva cifonauta	1050,20	150,00	865,22	160,47	1650,36	85,63	1465,74	200,58	703,5	3,0%
Annelida										
<i>Nephtys sp.</i> (larva)	16,00	14,00	104,00	0	0	1,20	123,00	2,40	32,6	0,1%
<i>Prionospio sp.</i> (larva)	0	0	0	132,00	128,00	123,50	206,00	0	73,7	0,3%
Chordata										
Urochordata										
Larvacea (Copepata)										
<i>Oikopleura sp.</i>	2721,00	2156,00	3089,50	2385,00	1956,00	1154,70	3023,00	2675,00	2395,0	10,2%
Thaliacea										
<i>Salpa fusiformis</i>	56,48	26,58	21,49	11,25	63,54	10,25	102,85	61,25	44,2	0,2%
<i>Doliolum spp</i>	0	31,25	16,25	37,45	0	0	1,25	27,45	14,2	0,1%
Vertebrata										
Pisces										

	Estación 2		Estación 3		Estación 5		Estación 8		Abundancia Promedio (Ind/100m ³)	Abundancia Relativa (%)
	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo		
<i>Sardinops sagax</i> (larva)	0	20,1	18,6	11,3	6,5	3,0	16,3	2,0	9,7	0,0%
<i>Sardinops sagax</i> (huevo)	0	1,0	1,0	8,0	11,3	6,5	3,0	6,0	3,3	0,0%
<i>Engraulis ringens</i> (larva)	6,3	0	10,0	0	0,0	1,0	0	0	2,2	0,0%
<i>Hygophum bruuni</i> (larvas)	7,0	2,0	0	0	2,0	0	0	0	1,4	0,0%
<i>Paralichthys microps</i> (larva)	5,0	0	0	0	2,0	0	0	0	1,5	0,0%
Huevos osteíctios	0	1,0	5,0	4,0	8,0	0	2,0	1,5	2,7	0,0%
Total (ind/100m³)	24789,64	23910,32	29748,18	26405,84	24931,99	14851,89	28633,90	15417,98	23590	100,0%

Respecto de la distribución espacial de la abundancia total del zooplancton, se observa una gran homogeneidad vertical en la columna de agua, superficie-fondo, con valores de abundancia relativamente mayores en superficie pero, en general, estables entre ambos estratos (Figura 2.5-242). En superficie, se logró un valor de Abundancia media de 27.033 ± 2.548 ind/100m³ con un coeficiente de variación asociado del 9,4%, mientras que en el estrato profundo se estimó un valor de abundancia media de 20.146 ± 5.880 ind/100m³ y una variación del 29.2%. Las estaciones 3 y 8, ambas en el estrato superficial, presentaron las mayores concentraciones de la localidad.

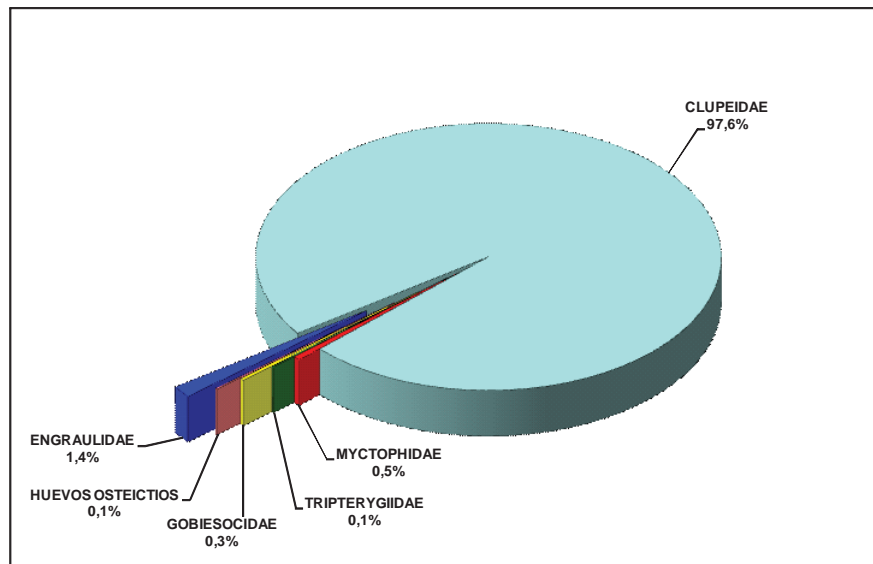
- Composición Taxonómica del Ictioplancton

Campaña Invierno

El ictioplancton presentó una riqueza relativamente alta, llegando a determinarse cinco familias y un grupo menor de huevos de osteictios no identificados a nivel específico (Figura 2.5-243, Tabla 2.5-278).

Las familias correspondieron a: Engraulidae, Clupeidae, Myctophidae, Tripterygiidae y Gobiesocidae.

Figura 2.5-243. Composición Porcentual de los Taxa identificados en la Comunidad Ictioplanctónica frente al Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011



Mayoritariamente, el ictioplancton correspondió a huevos y larvas de la sardina española *Sardinops sagax*, alcanzando cerca de un 98% del total. Los huevos de esta especie estuvieron presentes en todas las estaciones, alcanzando un total de 22.224 huevos/100 m³. Las larvas tuvieron también una constancia de 100% en el área de estudio, aunque los niveles de abundancia fueron un orden de magnitud menor que los huevos (5.101 larvas/100 m³).

En segundo lugar de abundancia se encontró el ictioplancton de anchoveta (*Engraulis ringens*), el cual fue relativamente escaso, con 321 larvas/100 m³ en una sola estación (LV-1).

Los demás taxa ictioplanctónicos presentaron bajas abundancias relativas y su distribución espacial estuvo remitida a una sola estación (Tabla 2.5-278).

Campaña Verano

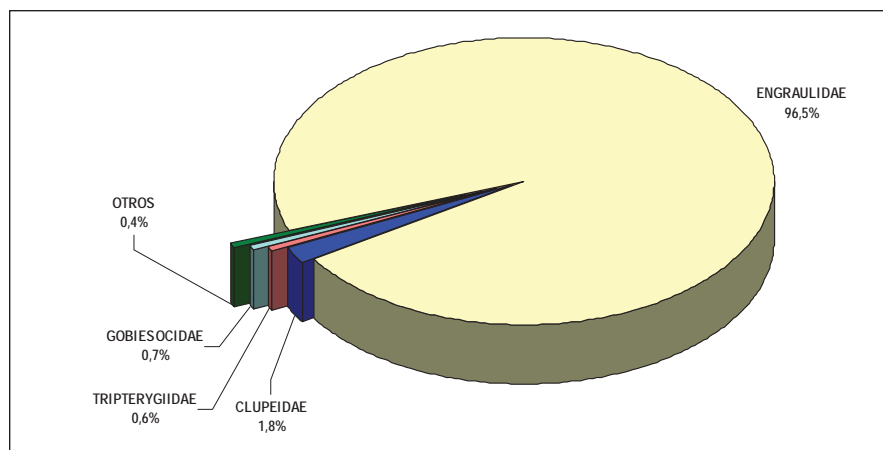
El ictioplancton presentó una riqueza específica alta, llegando a determinarse siete familias y un grupo menor de huevos de osteíctios no identificados a nivel específico (Tabla 2.5-279).

Las familias correspondieron a: Engraulidae, Clupeidae, Myctophidae, Blenniidae, Tripterygiidae, Gobiesocidae y paralichthyidae (Figura 2.5-244).

El 96,5% del ictioplancton correspondió a huevos y larvas de anchoveta *Engraulis ringens*, obteniéndose un 100% de constancia en la distribución de huevos de esta especie. En total, los huevos de *E. ringens* alcanzaron un número de 76.969 huevos/100 m³, en tanto que las larvas registraron una abundancia con niveles de un orden de magnitud menor que los huevos (2.075 larvas/ 100 m³), con una constancia de 54%.

Las restantes familias del ictioplancton registraron abundancias relativas menores, al igual que una baja constancia, destacando la sardina española *Sardinops sagax*, con un total de 1.485 huevos/100 m³, y una constancia de 77%, el trombollito de tres aletas *Helcogrammoides chilensis*, con un número de 458 larvas/100 m³ y 46% de constancia, y el pejesapo moteado *Gobiesox marmoratus*, con 555 larvas/100 m³ y 38% de constancia (Tabla 2.5-279). Huevos del lenguado de ojos chicos (*Paralichthys microps*), se detectaron sólo en tres estaciones (CV-2, CV-5 y CV-7), con bajos niveles de abundancia, y las larvas del cachudito (*Hypsoblennius sordidus*) se presentaron sólo en dos estaciones (CV-8 y CV-9), también con bajos niveles relativos de abundancia.

Figura 2.5-244. Composición Porcentual de los Taxa identificados en la Comunidad Ictioplanctónica de la Zona Costera frente alSector km 14. Campaña de Verano de 2012



Campaña Otoño

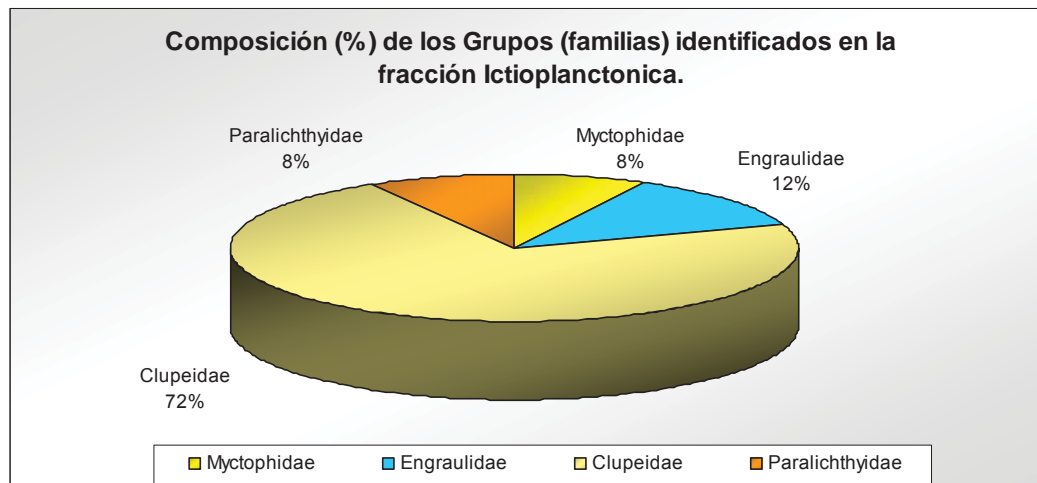
El ictioplancton presentó una pobre riqueza específica, llegando a determinarse cuatro familias y un grupo menor de huevos de osteíctios no identificados a nivel específico (Tabla 2.5-281). Las familias correspondieron a: Engraulidae, Clupeidae, Myctophidae y paralichthyidae (Figura 2.5-245).

El 72% del ictioplancton correspondió a huevos y larvas de sardina *Sardinops sagax*, obteniéndose un 87.5% de constancia en la distribución de huevos de esta especie. Se estimó un promedio de huevos de *S. sagax* de 3,3 huevos/100 m³, en tanto que para las larvas se estimó una abundancia promedio de 9,7 larvas/ 100 m³).

Las restantes familias del ictioplancton registraron abundancias relativas menores, al igual que una baja constancia, destacando la anchoveta *Engraulis ringens*, con una abundancia promedio de 2,2 larva/100 m³, estimada para el sector estudiado. Asimismo, el lenguado de ojos chicos *Paralichthys microps*, logró una abundancia promedio de 1.5 larvas/100 m³ con un 50% de constancia, y la especie *Hygophum bruuni*, con 1,4 larvas/100 m³ y 3,75% de constancia (Figura 2.5-245).

En términos generales, la fracción ictioplanctónica del sector registró bajos niveles de abundancia y diversidad.

Figura 2.5-245. Abundancia Relativa (%), de las Familias que constituyen la Fracción Ictioplanctónica del Sector estudiado. Los Valores corresponden al Abundancia Promedio, en Porcentaje, aportada por cada Grupo Taxonómico al Valor Total



- Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Zooplanctónica

Campaña Invierno

La Tabla 2.5-282 presenta los valores de los índices ecológicos de la estructura comunitaria del zooplancton en el área del Sector km 14. Se aprecia que la riqueza específica por estación osciló entre los 25 taxa (Estación LV-7) y los 38 taxa (Estaciones LV-10), aunque al considerar toda el área de estudio, la riqueza específica en conjunto alcanzó los 61 taxa. La

estación Control (LV-13) registró un total 26 taxa, riqueza que se encuentra comprendida en el rango hallado en toda el área.

Tabla 2.5-282. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Zooplanctónica. Sector km 14. Campaña de Invierno de 2011.S, Número de Taxa, N, Abundancia Numérica (ind/100 m³), J', Uniformidad, H', Diversidad Específica (bit/ind)

Estación	S	N	J'	H'(log ₁₀)
LV-1	37	59.321	0,39	0,62
LV-2	28	45.296	0,41	0,60
LV-3	36	55.200	0,50	0,77
LV-4	35	43.138	0,53	0,81
LV-5	29	73.677	0,44	0,64
LV-6	28	71.071	0,43	0,62
LV-7	25	20.206	0,59	0,82
LV-8	26	21.171	0,56	0,80
LV-9	31	36.585	0,50	0,75
LV-10	38	45.864	0,49	0,78
LV-11	34	61.047	0,46	0,71
LV-12	31	30.870	0,60	0,89
LV-13	26	26.599	0,56	0,79

S,número de taxa, N, abundancia numérica (ind/100 m³), J', uniformidad, H', diversidad específica (bit/ind).

Los valores de abundancia de zooplancton entre estaciones fueron relativamente similares, manteniéndose en la escala de decenas de miles de individuos. Los valores de abundancia relativa más baja se registraron en las estaciones LV-7 y LV-8, con 20.206 y 21. 172 ind/100 m³, respectivamente. Las mayores abundancias relativas se registraron en las estaciones LV-5, LV-6 y LV-11, con valores por sobre los 60.000 ind /100 m³ (Tabla 2.5-282).

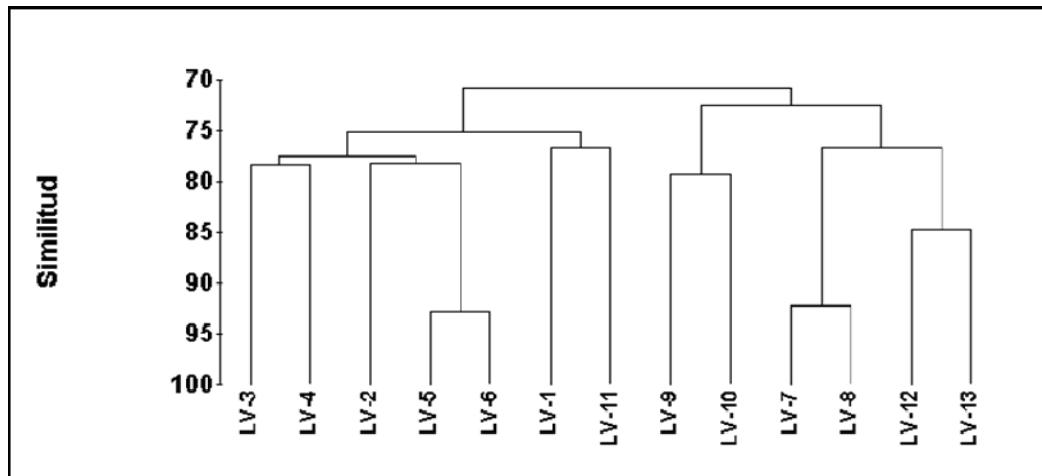
La diversidad específica (H') fue alta en todas las estaciones, con un promedio por sobre los 0,74 bit/ind. El valor máximo de este parámetro se obtuvo en la Estación LV-12, donde se registró un valor de 0,89 bit/ind (Tabla 2.5-282).

La uniformidad (J'), por su parte, registró valores intermedios en torno a 0,50 en promedio, influido por las diferencias importantes en niveles de abundancia de unas pocas especies respecto a todas las demás (Tabla 2.5-282).

La similitud entre estaciones respecto a las variables ecológicas riqueza específica y abundancia, se analizó mediante un análisis de cluster de Bray Curtis (Figura 2.5-246). El dendrograma resultante muestra semejanzas importantes entre las distintas estaciones al quedar todas ellas agrupadas en un nivel de similitud por sobre un 70%. Luego la diferencia es escasa y entre el 75% y 80% de similitud se producen sub-agrupaciones en la mayor parte de las estaciones.

En un nivel de similitud mayor al 90% se agrupan las estaciones LV-5 con LV-6 y LV-7 con LV-8, las que comparten las mayores y menores abundancias relativas, respectivamente.

Figura 2.5-246. Dendrograma de Agrupamiento de las Estaciones en Estudio, utilizando el Índice de Similitud Bray Curtis y el Modo UPGMA como Método de Unión. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011



Campaña Verano

La Tabla 2.5-283 presenta los valores de los índices ecológicos de la estructura comunitaria del zooplancton en el área de estudio en esta campaña de verano. La riqueza específica por estación, osciló entre los 14 taxa (Estación CV-6) y los 26 taxa (Estación CV-10), aunque al considerar toda el área de estudio, la riqueza específica en conjunto alcanzó los 42 taxa. La estación Control (CV-13) registró 15 taxa.

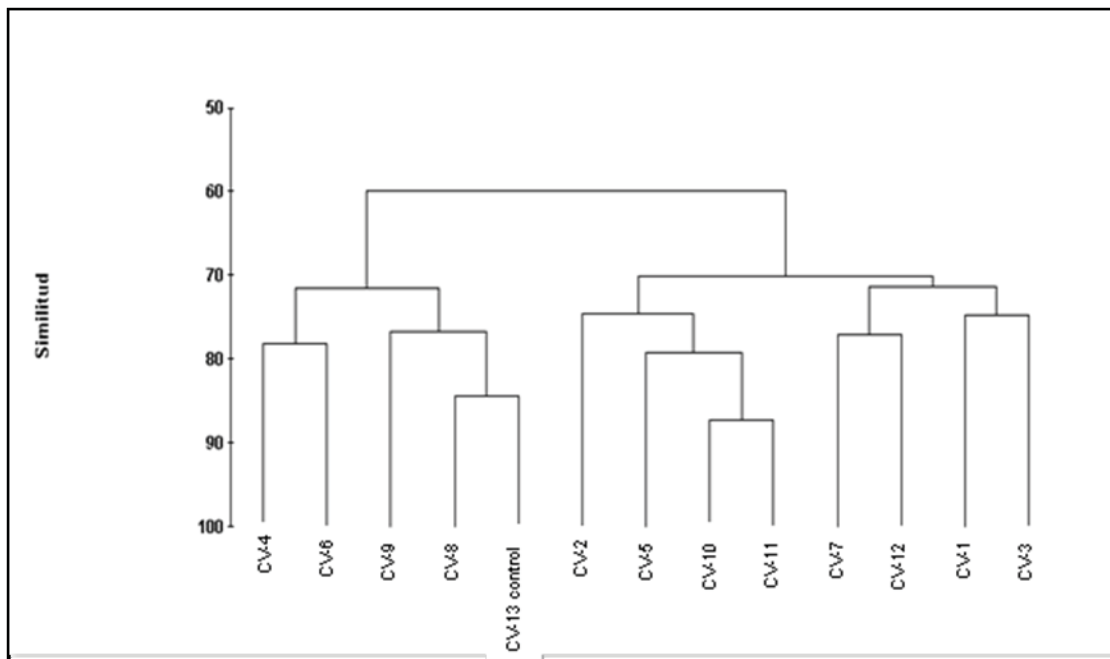
Tabla 2.5-283. Índices Ecológicos de la Estructura Comunitaria Zooplanctónica, considerando el Total de Pescas. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Estación	S	N	J'	H'(log ₁₀)
CV-1	18	164.714	0,49	0,61
CV-2	23	220.741	0,38	0,52
CV-3	24	74.145	0,47	0,65
CV-4	21	30.276	0,61	0,81
CV-5	17	205.968	0,34	0,42
CV-6	14	19.679	0,65	0,75
CV-7	23	72.853	0,60	0,81
CV-8	18	31.400	0,62	0,78
CV-9	19	53.442	0,42	0,53
CV-10	26	158.867	0,30	0,42
CV-11	19	160.087	0,33	0,42
CV-12	20	113.884	0,40	0,52
CV-13-Control	15	37.995	0,58	0,68

S, número de taxa, N, abundancia numérica (ind/100 m³), J', uniformidad, H', diversidad específica (bit/ind).

La similitud entre estaciones respecto a las variables ecológicas riqueza específica, posición espacial de la estación y abundancia, se analizó mediante un análisis de Cluster Bray Curtis (Figura 2.5-247). El dendrograma resultante muestra dos agrupaciones claras formadas en un nivel de similitud cercano al 70%. La ubicada al lado izquierdo de la figura agrupa a las estaciones con niveles relativos más bajos de abundancia (CV-4, CV-6, CV-8, CV-9 y CV-13 Control), mientras que la agrupación formada al lado derecho del dendrograma reúne a las otras 8 estaciones que presentaron abundancias relativas más altas. La mayor similitud se estableció entre las estaciones CV-10 y CV-11, y entre las estaciones CV-8 y CV-13 Control, con valores de 88% y 85%, respectivamente.

Figura 2.5-247. Dendrograma de Agrupamiento de Todas las Estaciones en Estudio, utilizando el Índice de Similitud Bray Curtis y el Modo UPGMA como Método de Unión. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012



Campaña Otoño

Las Tabla 2.5-284 y Tabla 2.5-285 muestran el resultado de los índices ecológicos calculados a través de las abundancias de las comunidades zooplanctónicas en superficie y fondo respectivamente. En la sección superficial de la columna de agua, el índice de riqueza específica estimado fluctuó entre 23 y 27 taxa, mientras que a nivel de fondo se observa una fluctuación de 22 a 24 taxones, entre las estaciones monitoreadas.

Los niveles de uniformidad, en ambas profundidades, se consideran medios indicando que algunas especies de la comunidad no presentan abundancias equitativas respecto al resto. Lo anterior se explica por la alta dominancia, del grupo de copépodos calanoídeos y larvas del orden Decápodo quienes aportan con más de tres cuartas partes de la abundancia total del zooplancton encontrado, en la zona estudiada.

El índice de Diversidad de Shannon (H') muestra gran uniformidad entre las estaciones, presentando un valor medio de 1,44 bits/ind y 1,33 bits/ind, en superficie y fondo, respectivamente. Estos valores estarían mayormente condicionados por las fluctuaciones en la dominancia más que por la diferencia en la riqueza específica registrada en cada estación.

Tabla 2.5-284. Índices Ecológicos calculados a partir de las Abundancias del Zooplancton Superficial. S= Diversidad Específica, N= Número Total de Organismos (m^3), J' = Índice de Uniformidad de Pielou, H' = Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D = Índice de Dominancia de Simpson

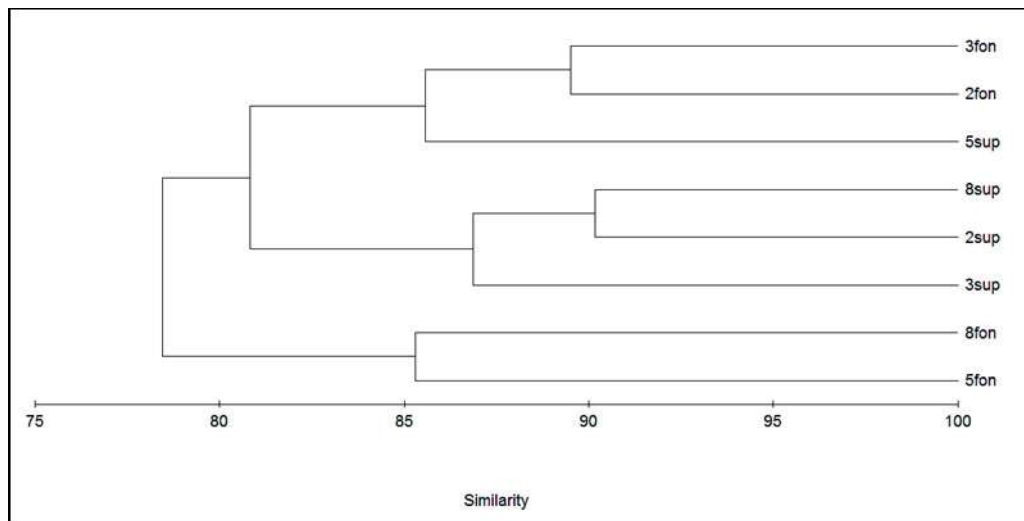
Estaciones	Estrato	S	N	J'	H' (loge)	D
2	Superficie	23	24790	0,51	1,60	0,31
3		25	29748	0,42	1,34	0,44
5		26	24932	0,44	1,42	0,36
8		27	28664	0,47	1,53	0,34
Promedio		25,25	27034	0,46	1,47	0,36
Desviación Estándar		1,71	2548	0,04	0,11	0,06
Coeficiente Variación		6,8%	9,4%	8,8%	7,8%	15,2%

Tabla 2.5-285. Índices Ecológicos calculados a partir de las Abundancias del Zooplancton de Fondo. S= Diversidad Específica, N= Número Total de Organismos (m^3), J' = Índice de Uniformidad de Pielou, H' = Índice de Diversidad de Shannon calculada con el Logaritmo en Base e, D = Índice de Dominancia de Simpson

Estaciones	Estrato	S	N	J'	H' (loge)	D
2	Fondo	23	23910	0,43	1,36	0,37
3		22	26406	0,41	1,27	0,42
5		24	14852	0,41	1,32	0,44
8		24	15418	0,43	1,38	0,39
Promedio		23,25	20147	0,42	1,33	0,41
Desviación Estándar		0,96	5880	0,01	0,05	0,03
Coeficiente Variación		4,1%	29,2%	2,7%	3,5%	8,2%

La Figura 2.5-248 presenta el análisis de Clasificación, en la forma de un Dendrograma, generado a partir de una matriz de similitud y el atributo de abundancia zooplanctonica por estación.

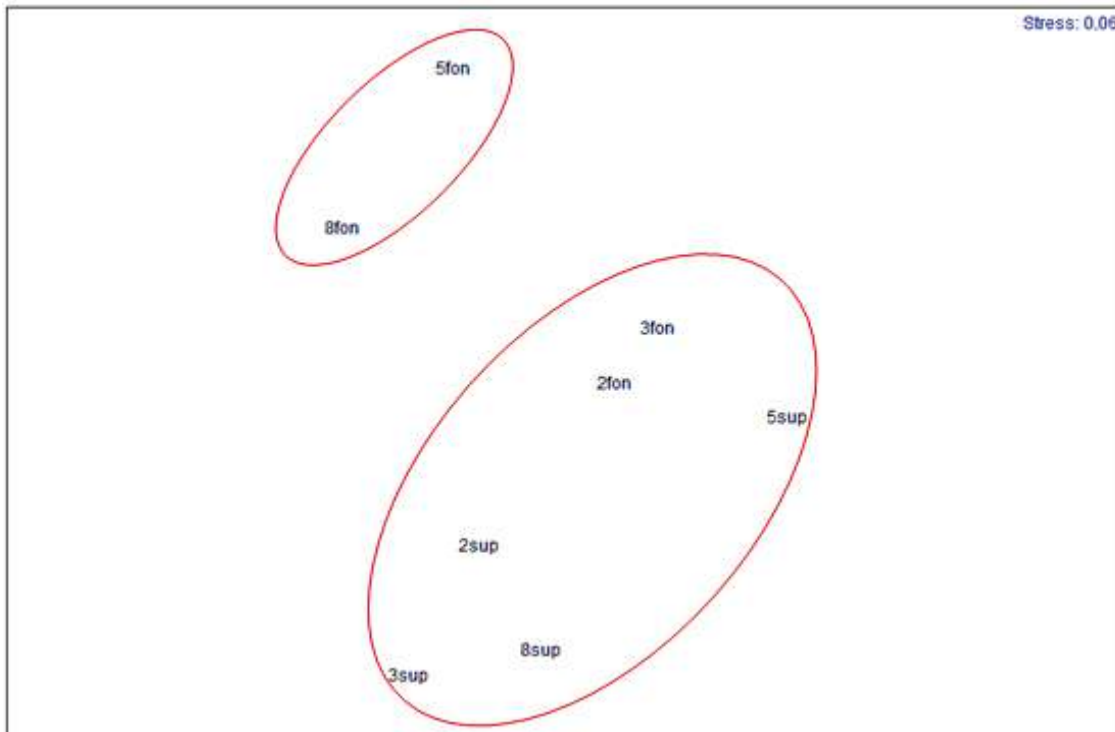
Figura 2.5-248. Análisis de Clasificación de las Estaciones Zooplanctónicas en los Estratos de Superficie y Fondo



La similitud general del área se mantuvo sobre el 75%, lo que evidencia una gran homogeneidad de la comunidad zooplanctónica en el área estudiada. La figura muestra la formación de un conglomerado entre las estaciones 8 (a nivel superficial) y la estación 5 (a nivel de fondo), el cual presenta una similitud superior al 85% entre sí. El resto de las estaciones se aglomera en un solo conglomerado con una similitud superior al 80%.

La Figura 2.5-249 presenta el análisis de ordenación, en la forma de un n-MDS. El análisis muestra un resultado similar al observado en el análisis de conglomerado, donde se observa la formación de 2 conglomerados de mayor similitud. El nivel de significancia alcanzado por el análisis, exhibido en el extremo superior derecho de la figura, indica que el arreglo espacial de las estaciones explica una parte importante de la variabilidad de las muestras. El bajo valor de estrés también indica que ejes adicionales de variación no aportarían información adicional relevante.

Figura 2.5-249. Análisis de Ordenación de las Estaciones Zooplanctonicas en los Estratos de Superficie y Fondo



2.5.4.9. Estudio de Avifauna Marina

Campaña Invierno

De acuerdo a Araya & Millie (1996), en Chile se encuentran 55 familias de aves constituidas por un total de 462 especies, las que representan un 4,76% de las 9.072 especies existentes en el mundo (Monroe & Sibley, 1993). El estudio de avifauna llevado a cabo en el área de estudio arrojó un total de 11 especies, incluidas en 7 familias (Tabla 2.5-286), de las cuales todas se reproducen en el territorio nacional. Por otra parte, 7 de las especies encontradas son especies costeras o marinas, correspondientes al pilpilén negro *Haematopus ater*; la gaviota peruana, *Larus belcheri*, la gaviota garuma, *L. modestus*, el lile *Phalacrocorax gaimardi*, el pelícano *Pelecanus thagus*, el piquero *Sula variegata* y el churrete costero, *Cinclodes nigrfumosus*. A su vez, se observa el yeco *P. brasilianus*, y el pilpilén *H. palliatus* que además de habitar el medio marino costero pueden asociarse a estuarios. En el caso del yeco, que si bien se encuentran frecuentemente en la costa, también habita los cuerpos de agua dulce y salobre. Así también, en el caso de la gaviota dominicana *Larus dominicanus*, su distribución puede abarcar también zonas urbanas, al ir en busca de alimento, como son los basurales, desagües, etc. Finalmente, fue posible observar jote de cabeza colorada *Cathartes aura*, el cual se encuentra ampliamente distribuido en el territorio nacional, desde el extremo norte hasta Tierra del Fuego, habitando desde las zonas costeras y hasta la cordillera, a unos 2000 metros de altitud. Al respecto, es necesario destacar que si bien esta

ave se distribuye desde el desierto hasta la estepa patagónica, alcanza sus mayores densidades en las costas (Jaramillo *et al.* 2005).

Tabla 2.5-286. Listado de Especies Avistadas y Contabilizadas en el Área de Estudio, Monitoreo Terrestre. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Familia	Especie (nombre común)
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)
Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i> (Pilpilén)
	<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén negro)
Laridae	<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)
	<i>Larus modestus</i> (Gaviota garuma)
	<i>Larus belcheri</i> (Gaviota peruana)
Furnariidae	<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete Costero)
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> (Jote cabeza colorada)
Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i> (Pelícano)
Sulidae	<i>Sula variegata</i> (Piquero)

Cabe destacar que en este estudio por tierra, correspondiente a la época de invierno de 2011, fue posible registrar nidos de la especie *P. gaimardi*. En total, se observaron 16 nidos, 10 emplazados en la coordenada 22°12'07,8"S 70°13'40,0"W y 6 emplazados en la coordenada 22°12'06,0"S 70°13'38,6"W (Fotografía 2.5-61 y Fotografía 2.5-62). En todos los casos los nidos estaban recién construidos, sin observarse huevos ni polluelos. A su vez, se observó a lo largo de todo el período en el que se levantó la información, numerosos ejemplares de lile acarreado materiales para construcción de nidos.

La Tabla 2.5-287 muestra los resultados de las abundancias promedio para los tres días de muestreo y la densidad calculada por estación para cada especie. En tanto, la densidad promedio total de aves en la zona de estudio, considerando el número total de cada especie dividido por la suma de las áreas en que se halló, fue de 0,005623 ind/m², lo cual si se extrapola a un área total de influencia, de 208.000 m², arroja una abundancia de 0,01241 ind/m² (Tabla 2.5-287). En las tablas antes mencionadas es posible observar que la gaviota garuma, *Larus modestus* presenta la mayor abundancia, seguida por *P. thagus* y *P. brasilianus*, como las especies mayormente representadas. Estas especies corresponden a aves ampliamente distribuidas en las costas del norte de Chile, de acuerdo a los rangos de distribución señalados por Araya & Millie (1996) y Jaramillo *et al.* (2005). A su vez, es posible observar que existe en general una abundancia de aves muy baja en al área de estudio. En el caso de las especies con menores densidades, se observa el piquero *S. variegata* correspondiente al piquero más común y más extendido en su distribución en Chile, muy abundante en la corriente de Humboldt, que suele observarse normalmente en grandes bandadas para alimentarse; el pilpilén *H. palliatus*, muy extendido en Chile, asociado en general a playas de arena y estuarios fangosos, la gaviota peruana *L. belcheri*, correspondiente a una gaviota costera muy común en la zona norte del país; el pilpilén negro *H. ater*, asociados a costas rocosas, los que se pueden registrar normalmente en parejas, sin formar bandadas.

Es importante también hacer mención que tanto el pelícano *P. thagus* como el piquero *S. variegata* se clasifican como “especies características de la corriente de Humboldt” y se encuentran relacionadas con la producción de guano en Chile, siendo catalogadas como aves guaneras de acuerdo lo indica el D.F.L. 25/1963. Corresponde acotar que estas especies, si bien pueden encontrarse distribuidas con una extensión mayor a la delimitada por esta corriente, son especialmente abundantes en estas zonas (Jaramillo *et al.* 2005).

Fotografía 2.5-61. Observación de Nidos registrados en la Coordenada 22°12'06,0''S 70°13'38,6''W. A la Derecha se observa el Detalle de un Nido en el mismo Punto



Fotografía 2.5-62. Se muestran 2 de los Nidos observados en la Coordenada 22°12'07,8''S 70°13'40,0''W



Tabla 2.5-287. Listado de las Especies y Densidad de Aves contabilizadas, por Estación, en el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Especie Estación 1	Promedio ± D.S.	Densidad (ind/m²)
<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)	1 ± 1,15	0,00004
<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	1 ± 1,73	0,00006
<i>Larus modestus</i> (Gaviota garuma)	29 ± 35,35	0,00187
<i>Sula variegata</i> (Piquero)	1 ± 0,58	0,00006
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)	8 ± 11,85	0,00053
<i>Catharthes aura</i> (Jote cabeza colorada)	2 ± 2,89	0,00011
<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete costero)	1 ± 0,58	0,00006
Estación 2	Densidad Promedio	0,00274
<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)	7 ± 1,15	0,00042
<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete costero)	1 ± 1,00	0,00006
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)	1 ± 0,58	0,00006
<i>Larus belcheri</i> (Gaviota peruana)	1 ± 0,58	0,00006

Estación 3	Densidad Promedio	0,00062
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)	3 ± 5,77	0,00021
<i>Cathartes aura</i> (Jote cabeza colorada)	2 ± 1,53	0,00011
<i>Haematopus palliatus</i> (Pilpilén)	1 ± 0,58	0,00006
<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén negro)	1 ± 1,00	0,00006
<i>Larus belcheri</i> (Gaviota peruana)	1 ± 0,58	0,00006
Estación 4	Densidad Promedio	0,00051
<i>Pelecanus thagus</i> (Pelícano)	17 ± 14,98	0,00106
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)	1 ± 2,31	0,00008
<i>Cathartes aura</i> (Jote cabeza colorada)	3 ± 3,61	0,00019
<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén negro)	1 ± 1,15	0,00004
<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	1 ± 1,15	0,00004
<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete Costero)	1 ± 0,58	0,00006
Estación 5	Densidad Promedio	0,00149
<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	2 ± 2,08	0,00011
<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén negro)	1 ± 0,58	0,00004
<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete Costero)	1 ± 1	0,00006
Estación 6	Densidad Promedio	0,00021
<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete Costero)	1 ± 0,58	0,00006
Densidad Promedio		0,00006
Densidad total del Área de Estudio		0,005623

Tabla 2.5-288. Listado de las Especies contabilizadas con sus Promedios y Densidades, para toda el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Invierno de 2011

Especie	Promedio \pm D.S.	Densidad Área Monitoreada (ind/m ²) (*)	Densidad Total Área de Estudio (ind/m ²) (**)
<i>Larus modestus</i> (Gaviota garuma)	29 \pm 35,35	0,00187	0,00412
<i>Pelecanus thagus</i> (Pelícano)	17 \pm 14,98	0,00106	0,00234
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)	14 \pm 20,51	0,00089	0,00197
<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)	7 \pm 2,31	0,00047	0,00103
<i>Cathartes aura</i> (Jote cabeza colorada)	6 \pm 8,02	0,00040	0,00089
<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete Costero)	5 \pm 3,73	0,00032	0,00070
<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	3 \pm 4,97	0,00021	0,00047
<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén negro)	2 \pm 2,73	0,00015	0,00033
<i>Larus belcheri</i> (Gaviota peruana)	2 \pm 1,15	0,00013	0,00028
<i>Haematopus palliatus</i> (Pilpilén)	1 \pm 0,58	0,00006	0,00014
<i>Sula variegata</i> (Piquero)	1 \pm 0,58	0,00006	0,00014
Total		0,005623	0,01241

(*) Considera el número total de aves dividido por la suma de las áreas en que se halló la especie.

(**) Corresponde a la extrapolación de la densidad de aves posible de hallar en el área total monitoreada.

De acuerdo a los resultados obtenidos, es posible apreciar que el área de estudio presenta una baja abundancia de especies, donde la riqueza registrada también es discreta, encontrándose acorde con el tipo de intermareal y sus características. Este sector corresponde a un litoral predominantemente rocoso, que representa actividades moderadas de recolección por parte de las comunidades aledañas, disponibilidad de algunos peñones rocosos como refugio y una baja afluencia de personas, al encontrarse más bien alejado de la ciudad de Tocopilla, con una distancia de 12 kilómetros al sur por la carretera 5 Norte.

Es necesario hacer mención al hecho que en algunos casos las desviaciones estándar presentadas se encuentran por sobre la magnitud del promedio de abundancias (Tabla 2.5-288), lo que responde a la fuerte dinámica que presentan las poblaciones de aves durante el período de monitoreo, pudiendo estar presentes en el área de estudio sólo un día de muestreo. Esto redundaría en un aumento en el valor de la desviación, así como una reducción en la abundancia promedio, debido tanto a la heterogeneidad de las abundancias observadas como a la sensibilidad a los datos extremos que presentan los estadígrafos mencionados. Un ejemplo de esta situación se puede observar en la gaviota garuma, presente únicamente en la estación 1, así como el jote cabeza colorada, presente en las estaciones 3 y 4. Las siguientes fotografías corresponden a algunos de los ejemplares fotografiados en el área de estudio.

Fotografía 2.5-63. Jote Cabeza Colorada *Cathartes aura*



Fotografía 2.5-64. Pilpilén Negro *Haematopus ater*



Fotografía 2.5-65. Grupo de Pelícanos, *Pelecanus thagus* en Peñón Rocos



Fotografía 2.5-66. Gaviota Garuma, *Larus modestus*



- **Estado de Conservación de Avifauna Sector km 14**

Respecto al estado de conservación de las aves en Chile, de acuerdo con Birdlife International (2003), a nivel nacional 3 especies se encuentran dentro de la categoría de En Peligro, 2 en la categoría Peligro Crítico, 17 son Vulnerables, 28 se consideran como Amenaza Cercana y 3 se consideran como con Datos Deficientes. En el área de estudio, de las 11 especies registradas en total en toda el área monitoreada, dos de ellas se encuentran en alguna de las categorías antes señaladas, las cuales corresponden a *Phalacrocorax gaimardi* y *Pelecanus thagus*, en la categoría de Amenaza Cercana, que se refiere a especies que actualmente no cumplen los criterios para ser catalogadas como en Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, pero que están próximas a cumplirlos o posiblemente los cumplan en un futuro cercano. Las categorías y sus definiciones corresponden a lo descrito por UICN en “Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN” versión 3.1, del año 2001.

Respecto a lo señalado en los procesos de clasificación de especies según su estado de conservación, D.S. 33/2011, D.S. 41/2011 y D.S. 42/2011 del MINSEGPRES, que hace referencia a especies de aves en alguna categoría de conservación, ninguna de las especies identificadas en el presente estudio se encontraría en alguna categoría de conservación.

Cabe mencionar que Estades (2004), realizó una síntesis de las especies que habitan el territorio nacional con algún problema de conservación. Este trabajo reúne los distintos sistemas de clasificación realizado por diversos autores a través de los años, incluyendo así a CONAF (Glade, 1988), Rottmann & López-Calleja (1992), Estades (2001) y BirdLife International (1992, 2003). Al respecto, se puede mencionar que Glade (1988) y Rottmann & López-Calleja (1992) categorizan al lile, *P. gaimardi*, como Insuficientemente Conocida, en tanto que Estades (2001) la indica como Rara. Otro ejemplo es el piquero *S. variegata*, quien es categorizado por Glade (1988) como una especie Insuficientemente Conocida, mientras que Estades (2001) la considera como Fuera de Peligro. Finalmente, en el caso de *L. modestus* (gaviota garuma) Glade (1988) y Rottmann & López-Calleja (1992) lo clasifican como Vulnerable, mientras que Estades (2001) lo señala como Fuera de Peligro.

Asimismo, de acuerdo al D.S. 05/98 Reglamento de la Ley de Caza, el lile, pelícano, jote de cabeza roja, churrete costero y piquero son considerados como especies **B**, es decir, como especies beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria. A su vez, el lile y las gaviotas garuma y peruana, se clasifican como **S**, esto es, como especies con densidades poblacionales reducidas. Finalmente el pelícano, pilpilén negro, piquero son catalogados como especies **E**, es decir especies benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

Finalmente, a modo de resumen, en la Tabla 2.5-289 muestra el estado de conservación entregado por los diversos autores analizados de las aves avistadas en el sector en estudio.

Tabla 2.5-289. Resumen de Estado de Conservación de las Especies registradas según los Diferentes Autores: IUCN, International Union for Conservation of Nature (2010); CONAMA; Proceso de Clasificación de Especies Según Estado de Conservación; CITES, Convention on International Trade in Endangeres Species of Wild Fauna and Flora. Campaña de Invierno, Sector km 14. 2011

Especie (nombre común)	IUCN (2010)	CONAMA	CITES (2008)	Reglamento Ley de Caza DS 05/98			
				B	S	E	Estado de Conservación
<i>Sula variegata</i> (Piquero)	LC	--	--	B	--	E	DD
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)	LC	--	--	--	--	--	--
<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)	NT	--	--	B	S	--	DD
<i>Cathartes aura</i> (Jote cabeza colorada)	LC	--	--	B	--	--	--
<i>Haematopus palliatus</i> (Pilpilén)	LC	--	--	--	--	--	--
<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén)	LC	--	--	--	--	--	--
<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	LC	--	--	--	--	E	--
<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Gaviota garuma)	LC	--	--	B	--	--	--
<i>Larus modestus</i> (Gaviota garuma)	LC	--	--	--	S	--	--
<i>Larus belcheri</i> (Gaviota peruana)	LC	--	--	--	S	--	--
<i>Pelecanus thagus</i> (Pelícano)	NT	--	--	B	--	E	--

EX: Extinto; EW: Extinto en Estado Silvestre; CR En Peligro Crítico; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazado; LC: Preocupación Menor; DD: Datos Insuficientes; NE: No Evaluado

Campaña Verano

El estudio de avifauna llevado a cabo en el área en época de verano arrojó un total de 12 especies avistadas, incluidas en 9 familias (Tabla 2.5-290). De éstas, sólo 10 especies fueron registradas durante los conteos de aves, correspondientes a 7 familias, que se muestran en la Tabla 2.5-291, en base a las cuales se han realizados los estudios. Todas ellas se reproducen en el territorio nacional, a excepción del zarapito *Numenius phaeopus*.

Por otra parte, 8 de las especies encontradas son especies costeras o marinas, correspondientes al pilpilén negro *Haematopus ater*; la gaviota garuma, *L. modestus*, el lile *Phalacrocorax gaimardi*, el pelícano *Pelecanus thagus*, el guanay *Phalacrocorax boungainvillii*, y el churrete costero, *Cinclodes nigrofumosus*. A su vez, se observa el yeco *P. brasilianus*, y el zarapito *Numenius phaeopus*, que además de habitar el medio marino costero pueden asociarse a estuarios, vegas y otros ambientes húmedos. Así también, en el caso de la gaviota dominicana *Larus dominicanus*, su distribución puede abarcar también zonas urbanas, al ir en busca de alimento, como son los basurales, desagües, etc.

En el caso de *Cathartes aura*, jote de cabeza colorada y *Macronectes giganteus*, petrel gigante antártico, éstos fueron registrados en la zona intermareal durante el traslado entre las estaciones para el primer caso, y durante el monitoreo planctónico, para la segunda especie.

El jote de cabeza colorada corresponde a un ave carroñera, ampliamente distribuida en el territorio nacional, con diversos hábitats desde el desierto hasta la estepa patagónica. Alcanza las mayores densidades en los sectores costeros. Esta especie fue divisada en el sector del intermareal, mientras se realizaba el traslado entre dos estaciones de monitoreo de aves, descansando en una roca.

En el caso del petrel gigante antártico, *Macronectes giganteus*, corresponde al petrel gigante más común en Chile, cuya distribución es preferentemente oceánica, abarcando toda la costa del país. En esta ocasión, esta especie se observó de manera ocasional durante el monitoreo de comunidades planctónicas, alimentándose de los restos de un cetáceo que se encontraba en la superficie del mar, sin ser considerado en los cálculos de densidad ni abundancia.

Tabla 2.5-290. Listado de Especies avistadas en el Área de Estudio, Monitoreo Terrestre. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Familia	Especie (nombre común)
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)
	<i>Phalacrocorax boungainvillii</i> (Guanay)
Haematopodidae	<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén negro)
Laridae	<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)
	<i>Larus modestus</i> (Gaviota garuma)
Furnariidae	<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete Costero)
Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i> (Pelícano)
Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i> (Zarapito)
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i> (Huairavo)
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> (Jote cabeza colorada)
Procellariidae	<i>Macronectes giganteus</i> (Petrel gigante antártico)

Tabla 2.5-291. Listado de Especies contabilizadas en el Área de Estudio, Monitoreo Terrestre. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Familia	Especie (nombre común)
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)
	<i>Phalacrocorax boungainvillii</i> (Guanay)
Haematopodidae	<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén negro)
Laridae	<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)
	<i>Larus modestus</i> (Gaviota garuma)
Furnariidae	<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete Costero)
Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i> (Pelícano)
Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i> (Zarapito)
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i> (Huiravo)

Cabe destacar que en este estudio por tierra, correspondiente a la época de verano de 2012, fue posible registrar nidos de la especie *P. gaimardi*. En total, se observaron 6 nidos, 3 emplazados en la coordenada 22°12'07,8"S 70°13'40,0"W (7.544.282 N; 373.441 E) y 3 emplazados en la coordenada 22°12'06,0"S 70°13'38,6"W (7.544.337 N; 373.480 E). Estos nidos fueron avistados en distintos estados de desarrollo, registrándose uno con huevos, 2 construidos sin huevos y 3 en proceso de construcción (Fotografía 2.5-67 y Fotografía 2.5-68).

En tanto, la Tabla 2.5-292 muestra los resultados de las abundancias promedio para los dos días de muestreo y la densidad calculada por estación para cada especie. La densidad promedio total de aves en la zona de estudio, considerando el número total de cada especie dividido por la suma de las áreas en que se halló, fue de 0,005623 ind/m², lo cual si se extrapola al área total de influencia, de 208.000 m², arroja una abundancia de 0,01241 ind/m² (Tabla 2.5-293). En las tablas antes mencionadas es posible observar que la gaviota garuma, *Larus modestus* presenta la mayor abundancia, seguida por *P. thagus* y *P. brasilianus*, como las especies mayormente representadas. Estas especies corresponden a aves ampliamente distribuidas en las costas del norte de Chile, de acuerdo a los rangos de distribución señalados por Araya & Millie (1996) y Jaramillo *et al.* (2005). A su vez, es posible observar que existe, en general, una abundancia de aves muy baja en al área de estudio. En tanto, en el caso de las especies con menores densidades, se observa el piquero *S. variegata* correspondiente al piquero más común y más extendido en su distribución en Chile, muy abundante en la corriente de Humboldt, que suele observarse normalmente en grandes bandadas para alimentarse; el pilpilén *H. palliatus*, muy extendido en Chile, asociado en general a playas de arena y estuarios fangosos; la gaviota peruana *L. belcheri*, correspondiente a una gaviota costera muy común en la zona norte del país; y el pilpilén negro *H. ater*, asociados a costas rocosas, los que se pueden registrar normalmente en parejas, sin formar bandadas.

Es importante también hacer mención que el pelícano *P. thagus* y el piquero *S. variegata* se clasifican como "especies características de la corriente de Humboldt" y se encuentran relacionadas con la producción de guano en Chile; siendo catalogadas como aves guaneras de acuerdo lo indica el D.F.L. N° 25/1963. Corresponde acotar que estas especies, si bien

pueden encontrarse distribuidas con una extensión mayor a la delimitada por esta corriente, son especialmente abundantes en estas zonas (Jaramillo *et al.*, 2005).

Fotografía 2.5-67. Nido en la Coordenada 22°12'06,0''S; 70°13'38,6''W (7.544.337 N; 373.480 E). Se observa Pareja con 3 Huevos



Fotografía 2.5-68. Se muestran 2 de los Nidos en Construcción observados en la Coordenada 22°12'07,8''S; 70°13'40,0''W (7.544.282 N; 373.441 E)



Tabla 2.5-292. Listado de las Especies y Densidad de Aves contabilizadas, por Estación, en el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Monitoreo		
Espece	Promedio ± D.S.	Densidad (ind/m ²)
CV-1		
<i>Larus modestus</i> (Gaviota garuma)	5 ± 4,95	0,00029
<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete Costero)	1 ± 0,71	0,00003
<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	1 ± 1,41	0,00006
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)	3 ± 3,54	0,00016
<i>Numenius phaeopus</i> (Zarapito)	1 ± 0,71	0,00003
	Densidad Promedio	0,00057
CV-2		
<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)	7 ± 0,71	0,00041
<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	2 ± 2,12	0,00010
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Huairavo)	1 ± 0,71	0,00003
<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén negro)	1 ± 1,41	0,00006
<i>Numenius phaeopus</i> (Zarapito)	1 ± 0,71	0,00003
<i>Pelecanus thagus</i> (Pelícano)	1 ± 1,41	0,00006
	Densidad Promedio	0,00070
CV-3		
<i>Numenius phaeopus</i> (Zarapito)	1 ± 0,71	0,00003
<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)	5 ± 7,07	0,00032
<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	2 ± 0,71	0,00010
<i>Pelecanus thagus</i> (Pelícano)	2 ± 2,12	0,00010
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i> (Guanay)	3 ± 4,24	0,00019
<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén negro)	1 ± 0,71	0,00003
	Densidad Promedio	0,00076
CV-4		
<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)	2 ± 2,83	0,00013
	Densidad Promedio	0,00013
CV-5		
<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén negro)	1 ± 1,41	0,00006
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)	9 ± 3,54	0,00054
	Densidad Promedio	0,00060
CV-6		
<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	1 ± 0,71	0,00003
<i>Numenius phaeopus</i> (Zarapito)	1 ± 0,71	0,00003
<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete Costero)	1 ± 0,71	0,00003
	Densidad Promedio	0,00010
	Densidad total del Área de Estudio	0,013757

Tabla 2.5-293. Listado de las Especies Contabilizadas con sus Promedios y Densidades, para toda el Área de Estudio. Sector km 14, Campaña de Verano de 2012

Espece	Promedio \pm D.S.	Densidad Área Monitoreada (ind/m ²)	Densidad Total Área de Estudio (ind/m ²)
<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)	14 \pm 11	0,00086	0,00190
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)	11 \pm 7	0,00070	0,00155
<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	5 \pm 5	0,00029	0,00063
<i>Larus modestus</i> (Gaviota garuma)	5 \pm 5	0,00029	0,00063
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i> (Guanay)	3 \pm 4	0,00019	0,00042
<i>Pelecanus thagus</i> (Pelícano)	3 \pm 4	0,00016	0,00035
<i>Haematopus ater</i> (Pilpilén negro)	3 \pm 4	0,00016	0,00035
<i>Numenius phaeopus</i> (Zarapito)	2 \pm 3	0,00013	0,00028
<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete costero)	1 \pm 1	0,00006	0,00014
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Huairavo)	1 \pm 1	0,00003	0,00007
Total		0,00286	0,00632

(*) Considera el número total de aves dividido por la suma de las áreas en que se halló la especie.

(**) Corresponde a la extrapolación de la densidad de aves posible de hallar en el área total monitoreada.

De acuerdo a los resultados obtenidos, es posible apreciar que el área de estudio presenta una baja abundancia de especies, donde la riqueza registrada también es discreta, encontrándose acorde con el tipo de intermareal y sus características. Este sector, corresponde a una zona litoral predominantemente rocosa, con presencia de actividades moderadas de recolección por parte de las comunidades aledañas, disponibilidad de algunos peñones rocosos como refugio y una baja afluencia de personas, al encontrarse más bien alejado de la ciudad de Tocopilla, con una distancia de 12 kilómetros al sur por la carretera 5 Norte.

Es necesario hacer mención al hecho que en algunos casos las desviaciones estándar presentadas se encuentran por sobre la magnitud del promedio de abundancias (Tabla 2.5-293), lo que responde a la fuerte dinámica que presentan las poblaciones de aves durante el período de monitoreo, pudiendo estar presentes en el área de estudio sólo un día de muestreo. Esto redundaría en un aumento en el valor de la desviación, así como una reducción en la abundancia promedio, debido tanto a la heterogeneidad de las abundancias observadas como a la sensibilidad a los datos extremos que presentan los estadígrafos mencionados. Un ejemplo de esta situación se puede observar en el guanay, presente únicamente en la estación 3. Las fotografías presentadas a continuación corresponden a algunos de los ejemplares fotografiados en el área de estudio en esta campaña de verano.

Fotografía 2.5-69. Izquierda Pilpilén Negro, *Haematopus ater*; Derecha Gaviota Dominicana, *Larus dominicanus*



Fotografía 2.5-70. Izquierda Grupo de Yecos, *Phalacrocorax brasilianus*; Derecha Zarapito, *Numenius phaeopus*



- Estado de Conservación de Avifauna, campaña de verano

Respecto al estado de conservación de las aves en Chile, de acuerdo con Birdlife International (2003), a nivel nacional 3 especies se encuentran dentro de la categoría de En Peligro, 2 en la categoría Peligro Crítico, 17 son Vulnerables, 28 se consideran como Amenaza Cercana y 3 se consideran como con Datos Deficientes. En este caso, de las 11 especies registradas en total en toda el área monitoreada, tres de ellas se encuentran en alguna de las categorías antes señaladas, las cuales corresponden a *Phalacrocorax gaimardi*, *Phalacrocorax boungainvillii* y *Pelecanus thagus*, en la categoría de Amenaza Cercana, que se refiere a especies que actualmente no cumplen los criterios para ser catalogadas como en Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, pero que están próximas a cumplirlos o posiblemente los cumplan en un futuro cercano. Las categorías y sus definiciones corresponden a lo descrito por UICN en “Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN” versión 3.1, del año 2001.

Respecto a lo señalado en los procesos de clasificación de especies según su estado de conservación, D.S. 33/2011, D.S. 41/2011 y D.S. 42/2011 del MINSEGPRES, que hace referencia a especies de aves en alguna categoría de conservación, ninguna de las especies identificadas en el presente estudio se encontraría en alguna categoría de conservación.

Asimismo, de acuerdo al D.S. N° 05/98 Reglamento de la Ley de Caza, el lile, el pelícano, el churrete costero, guanay y zarapito son considerados como especies B, es decir, como especies beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria. A su vez, el lile, pilpilén negro y la gaviota garuma, se clasifican como S, esto es, como especies con densidades poblacionales reducidas. Finalmente el pelícano, el pilpilén negro, el huairavo y la gaviota dominicana son catalogados como especies E, es decir especies benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

Finalmente, a modo de resumen, en la Tabla 2.5-294 muestra el estado de conservación entregado por los diversos autores analizados de las aves avistadas en la campaña de verano.

Tabla 2.5-294. Resumen de Estado de Conservación de las Especies registradas según los Diferentes Autores: IUCN, International Union for Conservation of Nature (2010); CONAMA; Proceso de Clasificación de Especies Según Estado de Conservación; CITES, Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Campaña de Verano 2012, sector Sector km 14. 2011

Especie (nombre común)	IUCN (2010)	CONAMA	CITES (2008)	Reglamento Ley de Caza DS 05/98			Estado de Conservación
				B	S	E	
<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile)	NT	--	--	B	S	--	DD
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)	LC	--	--	--	--	--	--
<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	LC	--	--	--	--	E	--
<i>Larus</i>	LC	--	--	--	S	--	--

Especie (nombre común)	IUCN (2010)	CONAMA	CITES (2008)	Reglamento Ley de Caza DS 05/98			
				B	S	E	Estado de Conservación
<i>modestus</i> (Gaviota garuma)							
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i> (Guanay)	NT	--	--	B	--	--	V
<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Gaviota garuma)	LC	--	--	B	--	--	--
<i>Haemotopus ater</i> (Pilpilén negro)	LC	--	--	--	S	E	--
<i>Numenius phaeopus</i> (Zarapito)	LC	--	--	B	--		--
<i>Pelecanus thagus</i> (Pelicano)	NT	--	--	B	--	E	--
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Huairavo)	LC	--	--	--	--	E	--

EX: Extinto; EW: Extinto en Estado Silvestre; CR En Peligro Crítico; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; NT: Amenaza Cercana; LC: Preocupación Menor; DD: Datos Insuficientes; NE: No Evaluado

Campaña Otoño

El número de especies de aves registradas durante el conjunto de la actividad de monitoreo fue de 14 especies, 13 de ellas registradas bajo la metodología de conteo por puntos.

Se registró a una especie de mamífero, el Lobo marino común (*Otaria flavescens*).

Como se indicó en la reseña metodológica, se realizó el conteo de aves sobre una transecta costera continua en el sector de estudio, dividida en siete sectores. La transecta de monitoreo fue replicada durante dos jornadas consecutivas, en la mañana y en la tarde, entre los días 08 y 09 de Mayo del 2012.

En la siguiente tabla se indican los promedios de abundancia total por especie y transecta y la riqueza específica por cada una de ellas.

Tabla 2.5-295. Abundancia, Desviación Estándar y Riqueza específica en cada Jornada de Cuento (Mañana y Tarde)

Especie	Transectas Nombre común	1			2			3			4			Ab.Prom		D.E.	
		M	±	D.E.	T	±	D.E.	M	±	D.E.	T	±	D.E.		±	D.E.	
<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	15	±	5,20	14	±	3,49	19	±	4,99	14	±	5,51	15,50	±	4,24	
<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	13	±	1,21	6	±	0,58	5	±	0,58	6	±	1,00	7,50	±	0,90	
<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete chico	0	±	0,00	0	±	0,00	1	±	0,00	0	±	0,00	0,25	±	0,00	
<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	0	±	0,00	0	±	0,00	1	±	0,00	0	±	0,00	0,25	±	0,00	
<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	6	±	0,00	8	±	0,82	4	±	0,00	12	±	0,63	7,50	±	0,53	
<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	16	±	1,11	4	±	0,58	3	±	0,00	4	±	0,00	6,75	±	0,94	
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	10	±	1,73	12	±	3,37	6	±	0,58	6	±	1,00	8,50	±	1,91	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	5	±	1,15	7	±	0,71	3	±	0,71	3	±	0,00	4,50	±	1,14	
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano	11	±	2,52	0	±	0,00	11	±	4,62	46	±	12,74	17,00	±	9,03	
<i>Phalacrocorax bouganvillii</i>	Guanay	3	±	0,71	8	±	4,24	4	±	0,58	12	±	2,83	6,75	±	2,34	
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	44	±	5,24	30	±	2,76	35	±	4,54	19	±	2,56	32,00	±	3,99	
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	18	±	6,35	15	±	9,19	9	±	4,95	12	±	4,36	13,50	±	5,34	
<i>Sula variegata</i>	Piquero	6	±	0,00	8	±	1,53	11	±	2,17	5	±	2,12	7,50	±	1,55	
	Ab. Promedio	147	±	17,57	112	±	8,93	112	±	10,42	139	±	15,52	127,50	±	13,21	
	Riqueza	11			10			13			11			13			

Tabla 2.5-296. Especies Registradas Fuera de Metodología de Cuento por Puntos

Especie	Nombre común	Nº individuos	Ubicación	Hora
<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín monja	1	PC3	18:30

- Confiabilidad del monitoreo

De acuerdo al análisis de estimación del número máximo de especies en base a la curva de acumulación de especies, durante la campaña se estima un número máximo de especies presentes en el área de $S_{máx} = 13,26$ (14).

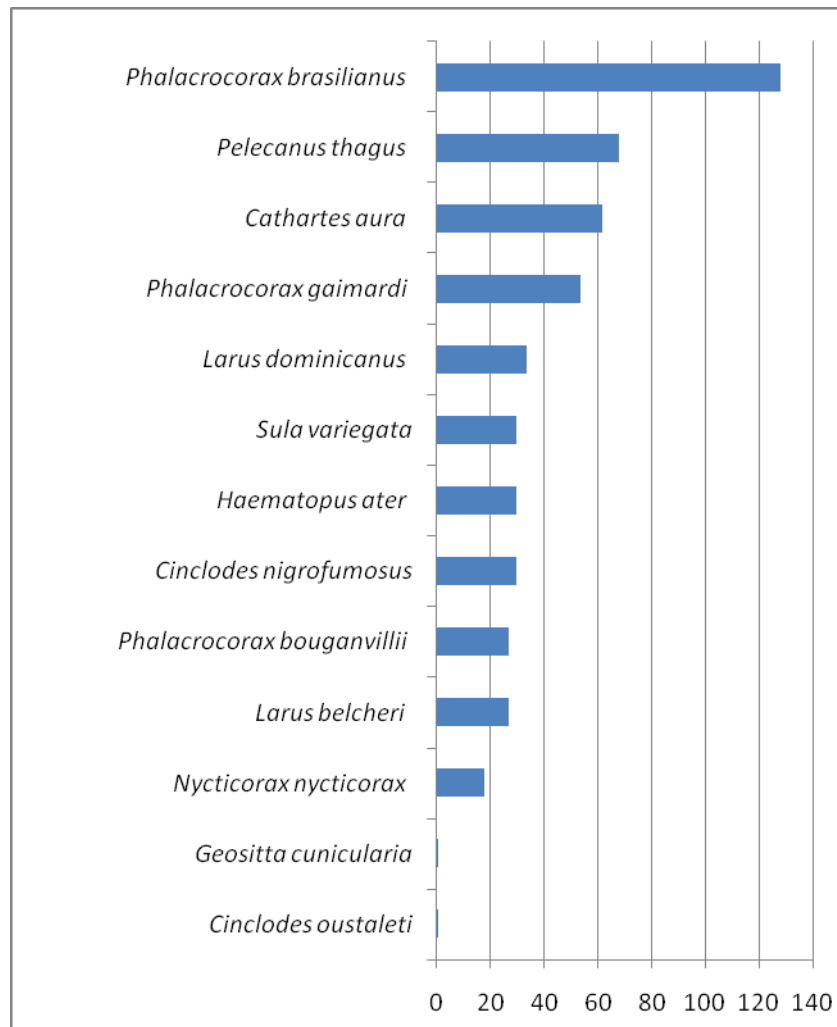
Se registró un total de 13 especies, que corresponderían al 98,02 % (92,86%) de las especies potencialmente presentes en el área y tiempo de monitoreo, considerada una muy buena proporción para los objetivos del presente informe.

- Abundancia y distribución

En cuanto al número de avistamientos por especie, el Yeco (*Phalacrocorax brasilianus*) es la que presenta una mayor abundancia, con un promedio de 33 individuos por transecta. Le siguen en orden de abundancia el Pelicano (*Pelecanus thagus*), el Jote (*Cathartes aura*) y el Lile (*Phalacrocorax gaimardi*).

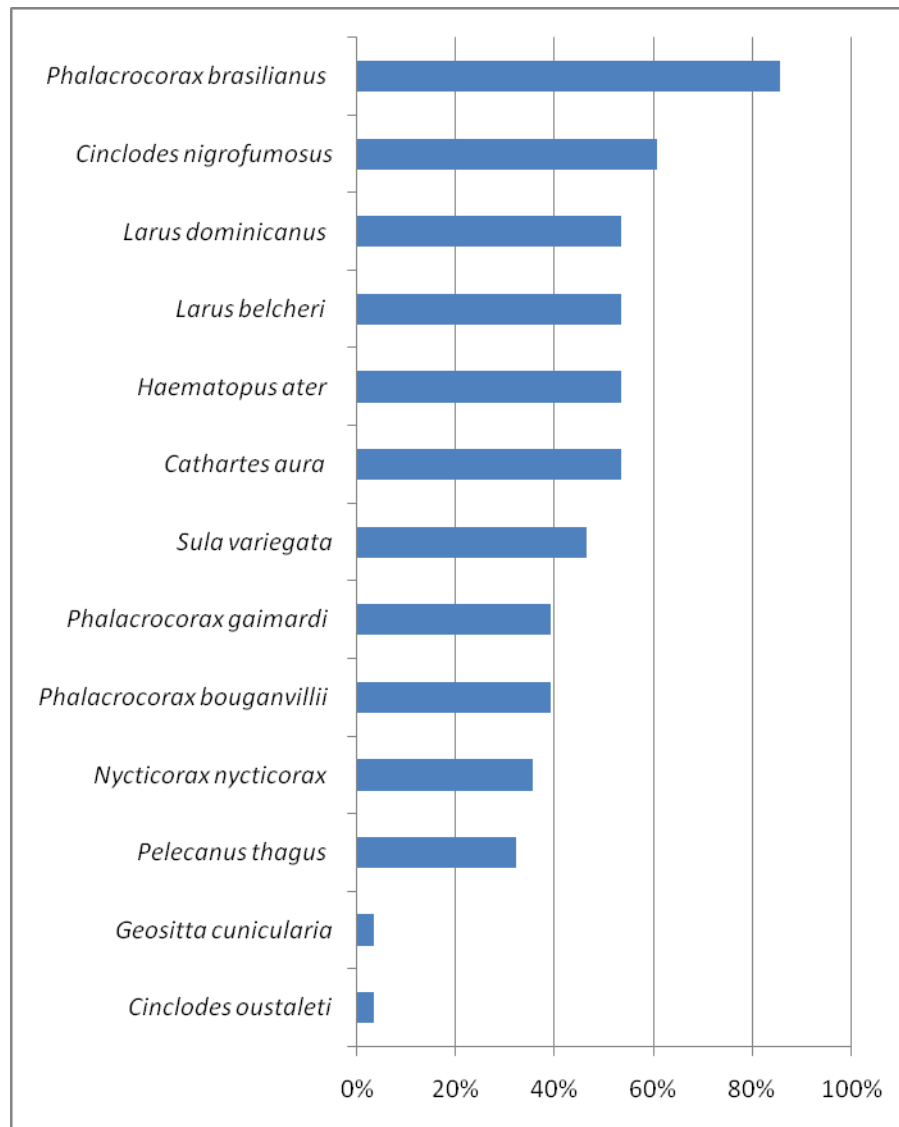
En la siguiente figura (Figura 2.5-250) se indica la distribución de abundancia por especie.

Figura 2.5-250. Abundancia Absoluta Acumulada en el Conjunto de la Campaña, ordenada en Orden Decreciente por Especie



La frecuencia de aparición de estas especies, es decir, el número de estaciones en las que cada una aparece, es dominada también por el Yeco (*Phalacrocorax brasilianus*), con presencia en el 86% de las unidades de monitoreo. En orden decreciente aparecen el Churrete costero (*Cinclodes nigrofumosus*), la Gaviota dominicana (*Larus dominicanus*), la Gaviota peruana (*Larus belcheri*) y el Pilpilén negro (*Haematopus ater*).

Figura 2.5-251. Frecuencia Porcentual de Aparición de las Especies de Aves ordenadas de Forma Decreciente



Para determinar la forma en que se distribuyen las especies en el área realizamos la prueba de agregación de chi-cuadrado en relación a las abundancias promedio de cada especie en cada sector de monitoreo durante el conjunto de la campaña, con una estimación de la probabilidad del 95% ($p=0,05$) y 5 grados de libertad.

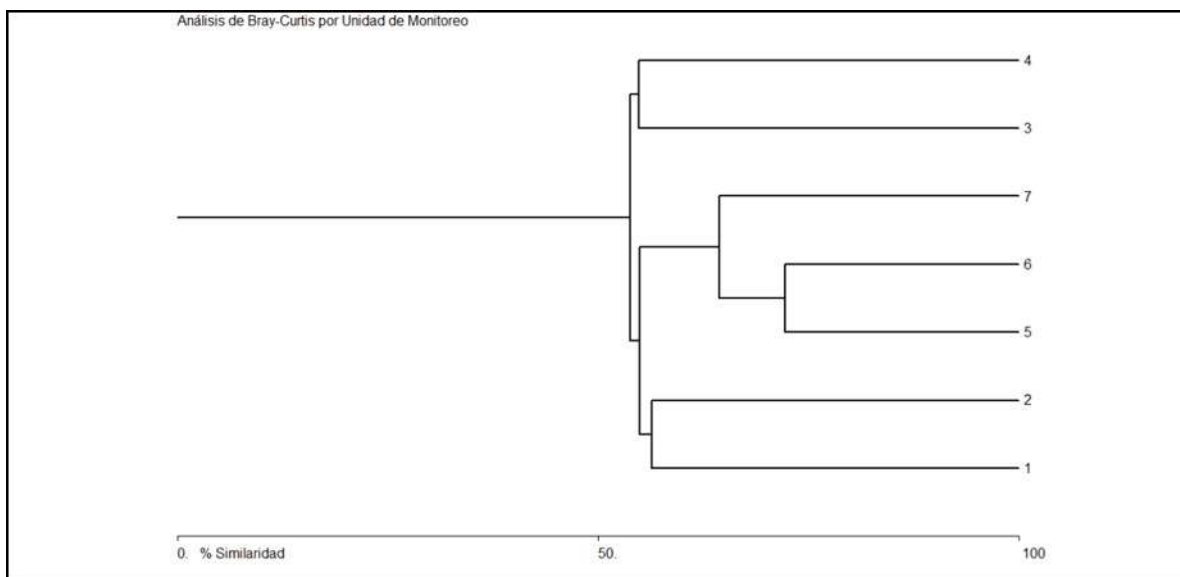
Tabla 2.5-297. Cálculos de Agregación con la Prueba de Chi-Cuadrado sobre las Abundancias Promedio por Sectores de Monitoreo

Especies	Varianza	Promedio	Chi-cuad.	G.L.	Probabilidad	Agregación
<i>Cathartes aura</i>	8,93	2,21	24,19	6	0,001	Agregada
<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	0,29	1,07	1,60	6	0,951	Aleatoria
<i>Cinclodes oustaleti</i>	0,01	0,04	1,50	6	0,958	Aleatoria
<i>Geositta cunicularia</i>	0,01	0,04	1,50	6	0,958	Aleatoria
<i>Haematopus ater</i>	0,33	1,07	1,83	6	0,934	Aleatoria
<i>Larus belcheri</i>	0,13	0,96	0,83	6	0,990	Regular
<i>Larus dominicanus</i>	1,57	1,21	7,76	6	0,255	Aleatoria
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0,73	0,64	6,78	6	0,342	Aleatoria
<i>Pelecanus thagus</i>	9,72	2,43	24,02	6	0,001	Agregada
<i>Phalacrocorax bouganvillii</i>	1,22	0,96	7,57	6	0,270	Aleatoria
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	6,29	4,57	8,25	6	0,219	Aleatoria
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	16,99	1,93	52,87	6	0,000	Agregada
<i>Sula variegata</i>	1,01	1,07	5,68	6	0,540	Aleatoria

Durante el presente monitoreo no se aprecian diferencias en la abundancia entre las transectas matutinas y vespertinas de acuerdo a la prueba de T-Student, tanto para el conjunto del monitoreo como para el análisis individual de las especies.

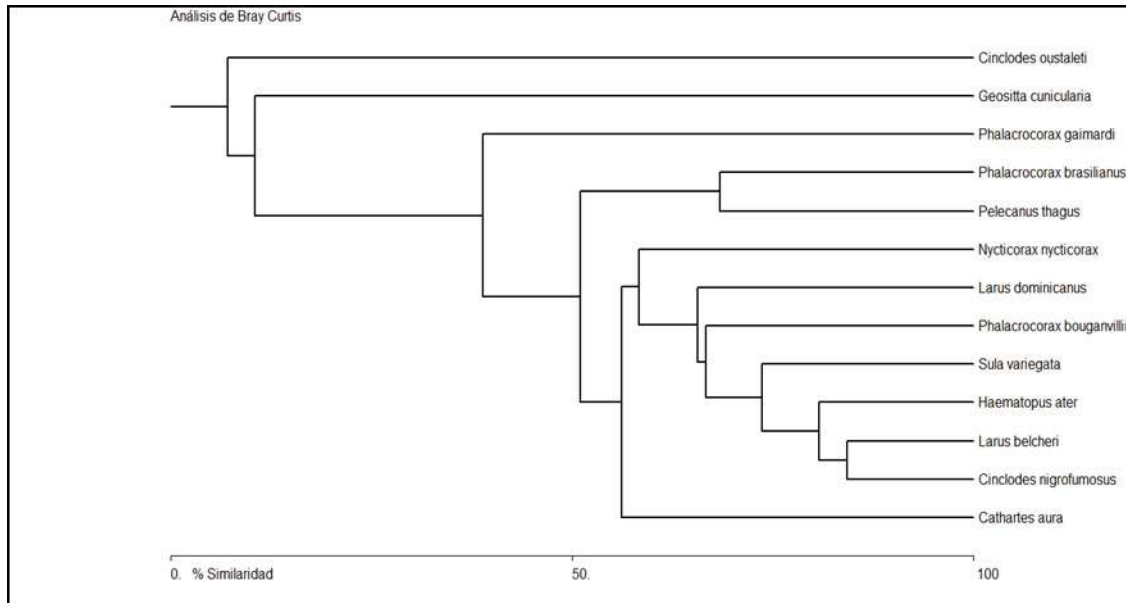
Analizando el grado de similitud de las áreas de monitoreo por medio de Escalamiento No-Métrico Multidimensional del índice de Bray-Curtis y la agrupación jerárquica de media ponderada, se mantiene una relativa homogeneidad entre las diferentes áreas, con el índice de similitud mayor para los sectores 5 y 6 (72,2%).

Figura 2.5-252. Dendrograma de Agregación de Bray-Curtis respecto a los Sitios de Monitoreo



En la Figura 2.5-253 se grafica el mismo análisis de similaridad respecto a cada una de las especies en relación a los sectores de monitoreo, integrando en cada sector los resultados matutinos y vespertinos. La mayor cercanía para este índice (>80%) se registra para la Gaviota peruana, el Pilpilén negro y el Churrete costero.

Figura 2.5-253. Dendrograma de Agregación de Bray Curtis por Especie



- Medida de la diversidad

En la Tabla 2.5-298 se indican los principales índices de análisis de la diversidad por sectores en base a las abundancias promedio:

Tabla 2.5-298. Índices de Diversidad Específica (S), Abundancia Promedio (N), D (Margalef), Shannon (H') y Equidad de Pielou (J')

Sectores	S	N	d	J'	H'(log10)
1	11	24,0	3.147	0,832	0,867
2	10	31,0	2.621	0,855	0,855
3	7	8,8	2.766	0,918	0,776
4	7	6,8	3.142	0,863	0,729
5	9	14,3	3.011	0,786	0,750
6	11	12,8	3.928	0,738	0,768
7	11	30,0	2.940	0,809	0,843

Los sectores 2 y 7 son los que presentan una mayor abundancia, siendo los sectores 1, 6 y 7 los que presentan la mayor riqueza específica (11 especies).

Los sectores 1, 2 y 7 son los que han presentado un mayor índice de diversidad (H').

Resultados de Mamíferos Marinos

Las actividades de monitoreo de mamíferos marinos se realizaron en fechas coincidentes a las del conteo de aves. Se registró una única especie, el Lobo marino común (*Otaria flavescens*).

Durante la mañana de la jornada de monitoreo se registraron dos ejemplares de Lobo marino, una hembra adulta alimentándose en el sector 2 y un juvenil sobre los roqueríos del sector 5.

- Estado de Conservación

En la Tabla 2.5-299 se indican las especies de aves y mamíferos registradas durante el conjunto del monitoreo respecto a su carácter, ubicación y estado de conservación según la Ley de Caza y la Lista Roja de la IUCN.

Los criterios de conservación aplicados son:

- Criterios Ley de Caza:

B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

P: especie catalogada como en Peligro de Extinción.

V: especie catalogada en estado de conservación Vulnerable.

R: especie catalogada como Rara.

I: especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida.

- Criterios IUCN:

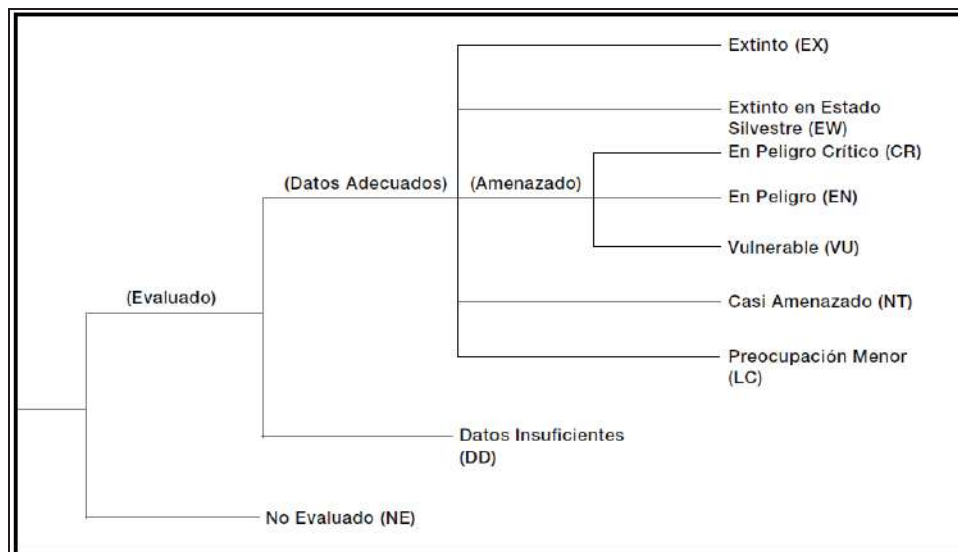


Tabla 2.5-299. Listado de Especies registradas, Estado de Conservación y Ubicación en el Área

ORDEN			Estado de Conservación			IUCN	Ubicación
Familia	Especie	Nombre común	Carácter	Criterio	Ley de Caza	2010	Sectores
AVES							
ORDEN	PELECANIFORMES						
Familia	Pelecanidae						
	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano	Nativa	B E		NT	1,2,5,6,7
Familia	Sulidae						
	<i>Sula variegata</i>	Piquero	Nativa	B E	I	LC	1,2,3,5,6,7
Familia	Phalacrocoracidae						
	<i>Phalacrocorax bouganvillii</i>	Guanay	Nativa	B	V	NT	1,2,3,4,6,7
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Nativa		C	LC	Todos
	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	Nativa	B S	I	NT	1,2,5,6,7
ORDEN	CICONIFORMES						
Familia	Ardeidae						
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Nativa	E		LC	2,6,7
Familia	Cathartidae						
	<i>Cathartes aurea</i>	Jote de cabeza colorada	Nativa	B		LC	Todos
ORDEN	CHARADRIIFORMES						
Familia	Haematopodidae						
	<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	Nativa	S E		LC	1,2,4,5,6,7
Familia	Laridae						
	<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín monja	Nativa	S	V	NT	3
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Nativa	E		LC	1,3,4,5,6,7
	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	Nativa	B		LC	Todos
ORDEN	PASSERIFORMES						
Familia	Furnariidae						
	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	Nativa	B		LC	Todos
	<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete chico	Nativa	B		LC	1
	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	Nativa	B		LC	6

ORDEN				Estado de Conservación		IUCN	Ubicación
Familia	<i>Especie</i>	Nombre común	Carácter	Criterio	Ley de Caza	2010	Sectores
MAMIFEROS MARINOS							
ORDEN	CARNIVORA						
Familia	Otariidae						
	<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino común	Nativa			LC	2,5

2.5.5. Conclusiones

Usos Borde Costero

Básicamente el área del sector km 14 presenta el uso preferente de tipo Turístico.

En el sector de influencia del proyecto no se presentan áreas protegidas (reserva marina, áreas de manejo, bienes nacionales protegidos).

Las principales actividades que se reportaron en el borde costero del área de estudio son la extracción formal e informal de recursos hidrobiológicos.

- **Conclusiones Estudio de Parámetros Físico-Químicos y Microbiológica de la Columna de Agua de Mar**

Campaña Invierno

De acuerdo a los resultados obtenidos, el metal pesado Zn, considerado en la Guía de Calidad de CONAMA, clasificaría a las aguas analizadas como de muy buena calidad. Los elementos Fe y Mo no son considerados en esta Guía de calidad ni el D.S. (SEGPRES) N° 144/2009.

Los valores netos de los nutrientes analizados en la columna de agua serían altos para el ambiente marino, lo que podría ser un elemento que explique la alta tasa de producción de OD en las aguas analizadas. Desde el punto de vista normativo los nutrientes descritos anteriormente no son considerados como de importancia ambiental, no obstante su rol importante en la eutroficación de los cuerpos de agua costeros.

En cuanto a la distribución de la temperatura, la salinidad y la densidad, estas variables no presentaron estratificaciones de importancia, mientras que los datos de oxígeno disuelto (OD) registraron gradientes importantes entre los 5 a 14 m de profundidad, con una capa bien oxigenada entre la superficie y los 9 m de profundidad.

En un contexto general, es posible indicar que en todas las estaciones realizadas, la distribución y magnitudes de las variables oceanográficas analizadas indican la presencia, en el sector km 14, de masas de agua de origen Ecuatorial Subsuperficial (AESS) que se caracterizan, en términos muy generales, por temperaturas inferiores a 14° C, salinidades menores de 34,8 psu y tensiones de OD, en profundidad, menores de 1 mL/L.

Campaña Verano

Los análisis microbiológicos y físico-químicos de la columna de agua de las estaciones analizadas durante la campaña de verano, permiten establecer, por una parte, la ausencia de alteración microbiológica de ésta.

Desde el punto de vista químico, la comparación de los contenidos de metales pesados con la normativa actual y la Guía CONAMA, descartan alteración de la columna de agua por estos elementos. En tanto, de los nutrientes analizados, sólo el nitrito se halló bajo el LD de la técnica analítica. Los restantes nutrientes indicaron que la especie nitrogenada dominante en la columna de agua fue el nitrato. Asimismo, no se observó una distribución espacial diferencial asociada al estrato de origen de la muestra. Los valores netos de estos nutrientes serían altos para el ambiente marino, lo que habría estado asociado a la presencia de masas de agua hipóxicas en las cercanías de la superficie. Estos antecedentes permiten proponer que las masas de agua presentes en el sector km 14 son del tipo AESS, que tiene como componente

principal una alta carga de nutrientes preformados, como son el NO_3 y el fosfato y bajas tensiones de oxígeno disuelto.

Finalmente, desde un punto de vista físico, es posible indicar que en todas las estaciones analizadas la distribución y magnitudes de las variables oceanográficas mostrarían la presencia de masas de agua de origen Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en el sector de estudio, caracterizadas, en términos muy generales, por temperaturas inferiores a 14°C , salinidades menores de 34,8 psu (IFOP, 2010, Escribano, 1998), además de altas concentraciones de nutrientes preformados que fertilizan la zona fótica en forma estacional.

Campaña Otoño

Los análisis microbiológicos y físico-químicos de la columna de agua de las estaciones analizadas en el área de estudio durante la campaña de otoño, permiten establecer, por una parte, la ausencia de alteración microbiológica de ésta.

Desde el punto de vista químico, la comparación de los contenidos de metales pesados con el D.S. (SEGPRES) N° 144/2009 y la Guía CONAMA, descartan alteración de la columna de agua por estos elementos.

Los valores netos de los nutrientes analizados en la columna de agua serían altos para el ambiente marino, lo que se asociaría a la presencia de masas de agua hipóxicas en las cercanías de la superficie. Lo anterior, permitiría proponer que las masas de agua presentes en el sector en estudio, son del tipo AESS, que tiene como componente principal una alta carga de nutrientes preformados y bajas tensiones de oxígeno disuelto. Desde el punto de vista normativo, los nutrientes descritos anteriormente no son considerados como de importancia ambiental, no obstante su rol importante en la eutroficación de los cuerpos de agua costeros.

En cuanto a la distribución de la temperatura, la salinidad y la densidad, el sector km 14 no presentó estratificaciones de importancia, mientras que los datos de oxígeno disuelto (OD) registraron una capa bien oxigenada entre la superficie y los 10 m de profundidad.

En un contexto general, tal como se hizo referencia, es posible indicar que en todas las estaciones realizadas, la distribución y magnitudes de las variables oceanográficas analizadas indican la presencia, en el sector donde se emplazarán las obras marinas, de masas de agua de origen Ecuatorial Subsuperficial (AESS) que se caracterizan, en términos muy generales, por temperaturas inferiores a $12,5^\circ \text{C}$, salinidades del orden de los 34,9 psu y tensiones de OD, en profundidad.

General

Frente a la evaluación global de las condiciones ambientales evaluadas para el sector en estudio, se concluye que los parámetros que no presentaron concentraciones que superaran los límites analíticos son el Coli. Fecales, Coli. Totales, Cu, Cr, DBO, Grasas y Aceites, HC volátiles, HC Totales, HAP, Ni, Hg y Sol. Sedimentables (Tabla 2.5-300).

En cuanto a la presencia de Cd y Nitrito, fue detectada con valores que alcanzaron los 0,021 mg/L (verano) y 0,012 mg/L (invierno). Sin embargo, estas mediciones estarían dentro del error instrumental del método ya que virtualmente no difieren del valor del límite de detección (0,02 y 0,01 mg/L, respectivamente) (Tabla 2.5-300).

Si bien en las 3 campañas se evaluó contenido de Fe, las concentraciones en el sector fluctuaron entre el LD (0,02 %) y valores de 0,336 % (invierno).

Por su parte, los niveles de Mo detectados en el sector de km 14 las concentraciones se mantuvieron en el rango <0,005 y 0,249 mg/L, si bien la máxima concentración se reportó en invierno, en términos de magnitud las 3 campañas presentaron valores similares.

Las concentraciones de Zn en el sector se presentaron entre los <0,02 y 0,036 mg/L en las campañas de invierno y verano, mientras que hacia la de otoño los niveles no superaron el LD.

El Pb presentó concentraciones que se mantuvieron entre el LD (0,02 mg/L) y los 0,055 (mg/L), este último valor fue registrado en la campaña de verano.

Tabla 2.5-300. Comparación de Análitos Evaluados en Agua de Mar – Sector km 14

Parametro	Unidad	Invierno	Verano	Otoño	Conama
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	<1,8	<1,8	<1,8	Clase 1
Coliformes Totales	NMP/100 ml	<1,8 - 2,0	<1,8 - 2,0	<1,8	Clase 1
Cadmio	mg/L	<0,02	<0,02 - 0,021	<0,02	LD > Clase 3
Cobre	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	LD = Clase 2
Cromo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	LD = Clase 2
DBO	mg/L	<2	<2	<2	---
Fosfato	mg/L	0,07 - 0,597	0,017 - 0,116	NA	---
P Total	mg/L	NA	NA	0,047 - 0,099	---
G y A	mg/L	<1	<1	<1	Clase 1
HCV	mg/L	<0,01	NA	<0,01	---
HCT	mg/L	<1	<1	<1	LD > Clase 3
Fe	%	<0,02 - 0,336	<0,02 - 0,026	<0,02 - 0,043	---
HAP	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	Clase 1
Mo	mg/L	<0,005 - 0,249	0,005 - 0,199	<0,02 - 0,178	---
Hg	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	LD > Clase 3
NkT	mg/L	0,223 - 1,11	0,016 - 0,048	0,13 - 0,164	---
Nitratos	mg/L	0,191 - 0,987	0,59 - 0,989	NA	---
Ni	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	LD = Clase 2
Nitrito	mg/L	<0,01 - 0,012	<0,01	NA	---
Pb	mg/L	<0,02	<0,02 - 0,055	<0,02	Clase 2
SST	mg/L	<5 - 21,3	<5 - 21,7	<5	Clase 1
Ssed	ml/L	<1	<1	<1	---
Zinc	mg/L	<0,02 - 0,036	<0,02 - 0,035	<0,02	Clase 1 y 2

NA: No analizado

La presencia de SST sólo fue detectada en las campañas de invierno y verano, con valores que se mantuvieron entorno a los 21 mg/L.

En el caso del NkT, las concentraciones no superaron los 1,11 mg/L valor que se reporto para la campaña de verano, mientras que la campaña de invierno presentó el menor rango de concentración.

Desde el punto de vista normativo y al comparar los contenidos de los parámetros evaluados y sus LD con la Guía CONAMA, se puede concluir que están entre las categorías Clase 1 y 2, es decir, de Muy Buena a Buena (Tabla 2.5-300).

Para el caso particular del Cd y Hg, los LD de estos analitos se encuentran por sobre el límite de la categoría Clase 3 (Regular) (Tabla 2.5-300).

En cuanto a la distribución de la temperatura, la salinidad y la densidad, el sector en estudio, no presentó estratificaciones de importancia, mientras que los datos de oxígeno disuelto (OD) presentaron una capa bien oxigenada entre la superficie y los 10 m de profundidad.

- **Conclusiones del Estudio de Parámetros Físico Químicos de Sedimentos Submareales**

Campaña Invierno

Desde el punto de vista físico, el fondo marino del sector donde se emplazarán las obras marinas presenta características sedimentarias dispersas, poco claras, sin fracciones predominantes en todas las estaciones o relacionadas con la cercanía a la costa o la profundidad de las estaciones. Existe una amplia variedad de tipos sedimentarios medianos promedio, oscilando entre limo/arcillas hasta sedimentos de grano de mayor tamaño, como la grava fina. Estos resultados indicarían que probablemente los sedimentos de las estaciones estudiadas han sido transportados por agentes selectivos (olas y corrientes) y por agentes no selectivos (biológicos y químicos), los que interactúan tanto con la sedimentación misma en la columna de agua como con las corrientes reinantes en el área estudiada. No debe descartarse tampoco, dada la cercanía del sector al centro urbano de Tocopilla, los aportes de sedimentos a partir de actividades antropogénicas aledañas.

Desde el punto de vista químico, las concentraciones promedio de metales en los sedimentos del sector en estudio fueron de: Cu $54,31 \pm 28,16$ mg/kg, Cr $25,13 \pm 7,49$ mg/kg, Fe $4,92 \pm 1,14$ mg/kg, Mo $25,66 \pm 16,97$ mg/kg, Ni $7,30 \pm 3,36$ mg/kg y Zn 165 ± 172 mg/kg. A pesar de la disminución de la concentración de los metales en los sedimentos, éstos continúan siendo de riesgo para la biota marina, especialmente el Zinc.

Considerando el potencial de óxido-reducción (redox) promedio de 180 ± 27 mV de los sedimentos, éste se asoció con un valor promedio MOT de $1,98 \pm 0,55$ %; ambas magnitudes son típicas de ecosistemas marinos con bajas tasas de acumulación de excedentes orgánicos, los que pueden ser producidos *in situ* o alóctonos al ecosistema. La presencia de sulfuro en dos estaciones se contrapone al hecho fundamental que esta especie química no coexiste en el ambiente oceánico con concentraciones de oxígeno medibles por los métodos rutinarios. Este escenario se contrapone con las características del sector costero investigado, es decir columna de agua somera, alta dinámica física por mezcla inducida por el oleaje y los vientos, concentraciones de OD que tienden a disminuir en profundidad, al rango >2 a <3 mL/L bajos los 15 m. Por lo que esta situación en particular debería ser analizada con mayor detención en futuros muestreos.

Campaña Verano

Desde el punto de vista físico, el fondo marino del sector en estudio durante la campaña de verano, presenta características sedimentarias dispersas, donde se presenta una amplia variedad de fracciones sedimentarias predominantes (desde arena fina a grava muy fina), pero con tipos sedimentarios dominante promedio más definidos, siendo la más importante la de grava muy fina (50% de las muestras), pudiéndose determinar además una disminución en el tamaño sedimentario en el sector norte del área estudiada (CV-12 y CV-13, en donde predominarían las

arenas finas). Estos resultados indicarían que, probablemente, los sedimentos de las estaciones estudiadas han sido transportados tanto por agentes selectivos (olas y corrientes) y por agentes no selectivos (biológicos y químicos), los que interactúan tanto con la sedimentación misma en la columna de agua como con las corrientes reinantes en el área estudiada, situación similar a la registrada en la campaña de invierno.

Desde el punto de vista químico, las concentraciones promedio de metales en los sedimentos fueron de: Cu $36,2 \pm 10,04$ mg/kg, Cr $37 \pm 15,23$ mg/kg, Fe $1,71 \pm 0,39\%$, Zn $62,1 \pm 19,12$ mg/kg, Mo $6,90 \pm 4,25$ mg/kg y Ni $4,25 \pm 1,44$ mg/kg.

Respecto del nivel de toxicidad de las concentraciones de los metales en sedimentos sólo el elemento Cu se presentó con un promedio que eventualmente sería tóxico para la biota marina, es decir, superiores al $T_{20}=32$ mg/kg. Esto no es de extrañar, pues altas concentraciones de cobre se han informado en diversos sectores litorales del norte de Chile, como en caleta Coloso (Región de Antofagasta), donde se indican valores de hasta 49 mg/kg en sedimentos marinos (Ahumada, 1995). De hecho, Salamanca & Camaño (1994) proponen para sedimentos marinos en condiciones preindustriales en Caleta Coloso, Antofagasta, un valor de $44,0 \pm 2,0$ mg/kg. El estudio de Ecotecnos (2009) efectuado frente a playa El Salitre, en Tocopilla, informó valores incluso muy superiores en órdenes de magnitud a los registrados en la presente campaña, de entre 5.022,6 a 10.390,3 mg/kg. Por lo anterior, los valores de cobre hallados en los sedimentos del sector en estudio durante la campaña podrían corresponder a típicos de encontrar en sedimentos marinos submareales del norte de Chile.

El potencial de óxido-reducción promedio de $113,25 \pm 22,47$ mV en los sedimentos se asoció con un valor promedio MOT de $2,10 \pm 0,66$ %; ambas magnitudes son típicas de ecosistemas marinos con bajas tasas de acumulación de excedentes orgánicos, los que en ausencia de aporte continentales por ríos, serían básicamente producidos *in situ*.

Los elementos cuya concentración estuvo bajo el límite de detección de los métodos de análisis cuantitativos fueron los metales Cd, Cr VI, Hg y Pb además del anión sulfuro. En la familia de los compuestos orgánicos bajo el LD de los ensayos analíticos estuvieron los hidrocarburos totales y aromáticos polinucleares. Este grupo de analitos entonces podría eventualmente ser clasificado como de bajo riesgo ambiental para la salud humana y la biota marina.

Campaña Otoño

Con referencia al aspecto físico evaluados en los sedimentos submareales, el fondo marino del sector evaluado presenta características sedimentarias dispersas, poco claras, sin fracciones predominantes en todas las estaciones o relacionadas con la cercanía a la costa o la profundidad de las estaciones, patrón similar al evaluado en campañas anteriores. Se presenta una amplia variedad de fracciones sedimentarias medianas promedio, oscilando entre arena fina hasta sedimentos de grano de mayor tamaño, como los guijarros. Estos resultados indicarían que probablemente los sedimentos de las estaciones estudiadas han sido transportados por agentes selectivos (olas y corrientes) y por agentes no selectivos (biológicos y químicos), los que interactúan tanto con la sedimentación misma en la columna de agua como con las corrientes reinantes en el área estudiada, sin descartarse aportes de sedimentos a partir de actividades antropogénicas aledañas, dada la cercanía del sector al centro urbano de Tocopilla.

Desde el aspecto químico, los parámetros cuyas concentraciones evaluadas en la campaña de otoño no superaron el límite de detección analítico corresponden al Cd (LD 0,2 ppm), Cr VI (LD 5 ppm), HCT (LD 1 ppm), HAP (LD 0,01 ppm), Ni (LD 0,2 ppm) y los Sulfuros (LD 1 ppm).

Por su parte, las concentraciones promedio de otros metales en los sedimentos del sector en estudio fueron de: Cu $33,1 \pm 49,0$ mg/kg, Cr $43,0 \pm 10,0$ mg/kg, Fe $4,56 \pm 2,30$ %, Hg $0,77 \pm$

0,46 mg/kg, Mo $1,31 \pm 1,44$ mg/kg, Pb $0,428 \pm 0,318$ mg/kg y Zn $11,6 \pm 4,7$ mg/kg. A pesar que solo algunas de las muestras presentan concentraciones superiores a los límites referenciales, éstos continúan siendo de riesgo para la biota marina, en especial el Zinc.

Considerando el potencial de óxido-reducción (redox) promedio de 113 ± 15 mV de los sedimentos del sector norte del área de estudio, éste se asoció con un valor promedio MOT de $1,88 \pm 0,48$ %; ambas magnitudes son típicas de ecosistemas marinos con bajas tasas de acumulación de excedentes orgánicos, los que pueden ser producidos *in situ* o alóctonos al ecosistema. La ausencia de sulfuro en los sedimentos concuerda y responde a las características del sector costero investigado, es decir, columna de agua somera, alta dinámica física por mezcla inducida por el oleaje y los vientos, concentraciones de OD que tienden a disminuir en profundidad, al rango $>1,4$ a $<3,3$ mg/L bajos los 15 m.

General

El fondo marino del sector en estudio se caracteriza por presentar una amplia variedad de fracciones sedimentarias predominantes (desde arena fina a guijarros), pero con tipos sedimentarios dominante promedio más definidos, siendo la más importante la de gránulos, aspecto que indicaría que probablemente los sedimentos de las estaciones estudiadas han sido transportados tanto por agentes selectivos (olas y corrientes) y por agentes no selectivos (biológicos y químicos), los que interactúan tanto con la sedimentación misma en la columna de agua como con las corrientes reinantes en el área estudiada.

Frente a la evaluación global de las condiciones ambientales evaluadas para el sector en estudio, se concluye que los parámetros que no presentaron concentraciones que superaran los límites analíticos son el Cd, Cr VI y los HCT.

En cuanto al contenido de Cu, las concentraciones evaluadas se mantuvieron entre los 7,62 y 154 mg/kg, registrándose la mayor concentración en una muestra de la campaña de otoño. La condición observada para el Cu respecto del nivel basal indicado por la NOAA (10 – 25 mg/kg, Tabla 2.5-99), en términos generales establecería una condición de alteración para el sector en estudio, frente a la presencia de niveles superiores, lo que se confirma desde el punto de vista ecotoxicológico en donde el T_{20} para este elemento es 32 mg/kg.

Para el elemento Cr, los niveles se mantuvieron en el rango 13 – 65 mg/kg, en general las concentraciones tienden a mantenerse bajo el nivel basal indicado por la NOAA (Tabla 2.5-99), mientras que ecotoxicológico (T_{20} , Tabla 2.5-99) solo casos puntuales superan el valor referido.

Las concentraciones de Fe en el sector se presentaron entre los 1,1 y 7,6 %, lo que desde un punto de vista del valor referencial (AET, Tabla 2.5-99) es posible indicar que los valores medidos no tienen relevancia ecotoxicológica aun cuando se ve sobrepasado el nivel basal señalado para este elemento.

En cuanto al Hg, si bien en las campañas de invierno y verano los valores reportados se mantienen bajo el LD, las concentraciones detectadas en la campaña de otoño alcanzaron máximos de 1,47 mg/kg, lo que sobrepasa los niveles de calidad ambiental ERL y TEL hasta 10 veces (Tabla 2.5-99).

Por su parte los niveles de Mo se mantuvieron en el rango $<0,2$ y 53,6 mg/kg, observándose la mayor dispersión de valores en la campaña de invierno.

Las concentraciones de Ni en el sector se presentaron entre los $<0,2$ y 15,6 mg/kg lo que desde un punto de vista del valor referencial el T_{20} (Tabla 2.5-99) es de 15 mg/kg es posible indicar que los valores evaluados en el sector donde se emplazarán las obras marinas, no tienen relevancia ecotoxicológica, es decir, no es considerado peligroso para la biota marina.

Tabla 2.5-301. Comparación de Análisis evaluados en los Sedimentos Submareales Sector Punta Caldera

Parametro	Unidad	Invierno	Verano	Otoño	Nivel Basal
Cadmio	mg/Kg	<0,2	<0,2	<0,2	
Cobre	mg/Kg	7,62 - 96,25	18,9 - 56,1	10,3 - 154	10-25
Cromo total	mg/Kg	13 - 38	13 - 65	27 - 56	7-13
Cromo VI	mg/Kg	<5	<5	<5	
Hierro	%	2,7 - 7,18	1,06 - 2,2	1,1 - 7,6	0,99-1,8
Hidrocarburos totales	mg/Kg	<1	<1	<1	
HAP	mg/Kg	<0,01 - 0,018	<0,01	<0,01	
Materia orgánica total	%	1,24 - 3,36	1,28 - 3,59	1,39 - 2,84	
Mercurio	mg/Kg	<0,01	<0,2	<0,2 - 1,47	
Molibdeno	mg/Kg	<0,2 - 53,6	2,85 - 14,6	0,518 - 4,18	
Níquel	mg/Kg	2,97 - 15,6	2,32 - 6,89	<0,2	9,9
Plomo	mg/Kg	<0,2	<0,2	<0,2 - 0,868	4-17
Redox	mV	134 - 218	70 - 141	90 - 135	
Sulfuro	mg/Kg	<1 - 39	<1	<1	
Zinc	mg/Kg	12 - 678	35,6 - 86,2	7,01 - 20,8	7-38

A excepción de 6 muestras evaluadas en la campaña de invierno que sobrepasaron el LD (0,01 mg/kg), en términos generales se puede señalar que el sector de estudio presentan niveles de HAP inferiores al referido límite.

En la Tabla 2.5-302 se presentan valores referenciales reportados para otras localidades del país para metales pesados en sedimentos, de la cual se desprende que para el caso de los rangos evaluados en las 3 campañas, los elementos Cd, Ni y Pb reportan las menores concentraciones (Tabla 2.5-302). Para el caso del Cr, las máximas concentraciones se mantienen en el mismo orden de magnitud.

El Cu presenta concentraciones inferiores a las reportadas para Iquique y Talcahuano, sin embargo, si se descarta el valor de la única muestra obtenida en la campaña de otoño que reporto 154 mg/kg, los valores de Cu se mantuvieron < 60 mg/kg, similares a Patache y superior a valores reportados para localidades menos intervenidas (Tabla 2.5-302).

Tabla 2.5-302. Contenido Promedio de Metales Traza en Sedimentos (ppm) evaluados en otras Localidades del País y Línea Base Sector km 14

Localidad	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Referencia
Pto. Montt a Cabo Hornos	0,31	59,3	21,5	26,7	23,7	102,8	Ahumada, 2008
Iquique	20,03	--	514,33	--	370	--	Aguirre et al., 2009
Patache	0,93	--	68,33	--	3,97	--	Aguirre et al., 2009
Talcahuano	2,7	--	512,1	--	50,5	--	Aguirre et al., 2009
San Vicente	2,27	--	109,8	--	68,07	--	Aguirre et al., 2009
Colium	0,47	--	29,13	--	16,62	--	Aguirre et al., 2009

Localidad	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Referencia
Línea Base B. San Vicente	0,3	--	30	--	20	--	Ahumada, 1998 a, b
Región Patagonia	0,3	60,4	21,9	29,7	22,6	112,4	Ahumada et al., 2002
Línea Base Sector km 14	<0,2	13 - 65	7,6 - 154	<0,2 - 15,6	<0,2 - 0,868	7,0 - 678	

Una situación similar al Cu presenta el Zn, en cuanto a que sólo 2 muestras reportaron concentraciones > 300 mg/kg, alcanzado un máximo de 678 mg/kg (invierno) la mayor parte de ellas se mantuvo bajo los 100 mg/kg, es decir, similar a las reportadas para otras localidades.

- **Conclusiones del Estudio de Mareas**

De las 3 campañas de mediciones de mareas desarrolladas en el de Tocopilla, a continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 2.5-303. Resumen de los Resultados durante las 3 Campañas

	Invierno	Verano	Otoño
Tipo marea	mixta semidiurna (F: 0,3809)	mixta semidiurna (F: 0,5172)	mixta semidiurna (F: 0,6548)
Máximo rango marea (sicigia)	110 cm 28 septiembre 2011	157 cm 08 febrero 2012	166 cm 05 junio 2012
Mínimo rango marea (cuadratura)	20 cm 20 septiembre 2011	24 cm 31 enero 2012	46 cm 26 mayo 2012
NRS	1,29 m (sobre el cero instrumentro)	1,20 m (sobre el cero instrumentro)	0,74 m (sobre el cero instrumentro)
	0,74 m bajo el NMM	0,81 m bajo el NMM	0,20 m bajo el NMM

- **Conclusiones del Estudio de Vientos**

Campaña Invierno

Los vientos locales registrados en el marco del presente estudio indican que en el sector predominan los vientos del S y SSW clasificados en la Escala Beaufort como Brisa y Brisa Leve.

En promedio, se presentan vientos con tan intensidad que indica que si las características de la línea de costa y las variaciones batimétricas en este sector lo permitiesen, se podría generar un transporte fuera de la costa, lo que traería el ascenso de aguas más profundas, lo que favorece la producción primaria y secundaria.

Tanto el análisis de los promedios horarios como el análisis espectral muestran que el viento local presentó una fuerte variabilidad diaria, asociada a intensificaciones producidas por la diferencia de calentamiento y enfriamiento del aire entre el océano y la tierra, sin que necesariamente se produzca el cambio de dirección del viento.

Campaña Verano

Los vientos locales registrados en el marco del presente estudio, durante la campaña de verano, indican que en el sector predominan los vientos del S, SSE y SSW, clasificados en la Escala Beaufort como Brisa Leve, Brisa y Viento Suave.

En promedio el sector donde se emplazarán las obras marinas, presenta intensidades medias de vientos que se reflejan en los altos índices de surgencia y turbulencia, lo que a su vez indica que si las características de la línea de costa y las variaciones batimétricas en este sector lo permitiesen, podría generarse un transporte fuera de la costa, lo que traería el ascenso de aguas más profundas, lo que favorece la producción primaria y secundaria.

Tanto el análisis de los promedios horarios como el análisis espectral de los vientos, muestran que el viento local presentó una fuerte variabilidad diaria, asociada a intensificaciones producidas por la diferencia de calentamiento y enfriamiento del aire entre el océano y la tierra, sin que necesariamente se produzca el cambio de dirección del viento.

Campaña Otoño

Los vientos locales registrados en la campaña de otoño indican que en el periodo de mediciones predominan los vientos del ENE y E clasificados en la Escala Beaufort como Suave y Brisa.

En promedio, se presentan vientos con tal intensidad que indica que en el sector se presenta mayor probabilidad que se genere un transporte fuera de la costa y se genere la surgencia costera, acompañado de una buena mezcla turbulenta.

Tanto el análisis de los promedios horarios como el análisis espectral muestran resultados similares a las campañas anteriores, en cuanto a que el viento local presentó una variabilidad diaria, asociada a intensificaciones producidas por la diferencia de calentamiento y enfriamiento del aire entre el océano y la tierra, sin que necesariamente se produzca el cambio de dirección del viento.

- **Conclusiones del Estudio de Corrientes Eulerianas**

Campaña Invierno

El análisis de las corrientes eulerianas medidas en los sectores de interés, permiten concluir que las corrientes promedio en el sector donde se fondeó el ADCP Sontek fluctuaron entre 0,13 y 0,15 cm/s, con flujos dominantes al NW y N, que generarían un transporte neto al NNW, pudiendo transportar una partícula en forma pasiva entre 319 y 438 km.

Tanto el análisis espectral como los análisis de correlación cruzada (cross-correlación) y de coherencia y fase indican que las variaciones diarias de la marea y del viento fuerzan las corrientes en la columna de agua, así como la componente sinóptica del viento (3 a 5 días), actuando esta influencia del viento en las capas superficiales.

En el ADCP RDI, instalado al norte del ADCP Sontek, las corrientes se incrementan de fondo a superficie. Las magnitudes promedio van desde 0,06 m/s a 0,14 m/s. En cuanto a las direcciones predominantes, las corrientes fluyen cerca del fondo al S y SW, y a medida que se asciende va incrementándose la dominancia de los flujos al N y NE. Los flujos netos obtenidos en este ADCP fueron al SSW y WSW cerca del fondo, rotando en sentido antihorario hacia flujos al N en las capas superficiales, incrementándose el transporte neto desde 5,6 km en el fondo hasta los 48km en superficie. En este ADCP los forzantes actuarían con una mayor intensidad, lo que se refleja en los espectros en que los peaks son más energéticos y bien definidos.

Las diferencias encontradas entre ambos fondeos son explicados por la posición de cada fondeo en relación con la punta que existe en el lugar. Por lo anterior, tanto la batimetría como la forma de la línea de la costa (ver Figura 2.5-91), influyen las corrientes del área estudiada.

Campaña Verano

El análisis de las corrientes eulerianas medidas en esta campaña de verano, permite concluir que las corrientes promedio en el sector donde se fondeó el ADCP Sontek fluctuaron entre 0,14 y 0,15 cm/s, con flujos dominantes al NE, que generarían un transporte neto al ENE y al E, pudiendo transportar una partícula en forma pasiva entre 258 y 301 km.

Tanto el análisis espectral como los análisis de correlación cruzada (*cross-correlación*) y de coherencia y fase, indican que las variaciones diarias de la marea y del viento fuerzan las corrientes en la columna de agua, así como la componente sinóptica del viento (3 a 5 días), actuando esta influencia del viento en las capas superficiales.

En el ADCP RDI, instalado al sur del ADCP Sontek, las corrientes incrementan de fondo a superficie. Las magnitudes promedio van desde 0,06 m/s a 0,12 m/s. En cuanto a las direcciones predominantes, las corrientes fluyen cerca del fondo al S y SW, y a medida que se asciende va incrementándose la dominancia de los flujos al N y NW. Los flujos netos obtenidos en este ADCP rotaron del SSW, en el fondo, y al NW en la superficie. El transporte neto fluctuó entre 40 y 55.91 km, reduciéndose el transporte desde la capa 22 a la capa 27, en la cual se alcanza un transporte de 3,16 km; desde esta capa se va incrementando el transporte hasta alcanzar los 133,93 km en la capa superficial.

Las diferencias encontradas entre ambos fondeos en la campaña de verano, son explicadas por la posición de cada fondeo en relación con la punta que existe en el lugar. Por lo anterior, tanto la batimetría como la forma de la línea de la costa, influyen en las corrientes del área estudiada.

Campaña Otoño

El análisis de las corrientes eulerianas medidas en el área de estudio permite concluir que las corrientes en el sector donde se fondeó el ADCP incrementan de fondo a superficie, con magnitudes que se mantuvieron preferentemente en el rango 1,5 a 10 cm/s. En cuanto a las direcciones predominantes, las corrientes fluyen cerca del fondo al SW, W y NW, y a medida que se asciende va incrementándose la dominancia de los flujos al N y NE. Los flujos netos obtenidos rotaron del NW en el fondo, y al NNE en la superficie, pudiendo transportar una partícula en forma pasiva entre 12 y 37 km.

Tanto el análisis espectral como los análisis de correlación cruzada (*cross-correlación*) y de coherencia y fase indican que las variaciones diarias de la marea y del viento fuerzan las corrientes en la columna de agua, así como la componente sinóptica del viento (3 a 5 días), actuando esta influencia del viento en las capas superficiales.

- **Conclusiones del Estudio de Corrientes Lagrangianas**

Campaña Invierno

Los resultados indican que la trayectoria de los derivadores estuvo dada por la combinación de las condiciones viento, seguido por la marea y modificados por la forma de la costa y los cambios batimétricos. Aun así hay situaciones, como los resultados de las trayectorias en la cuadratura en condición de llenante en que no pueden ser explicados ni por el viento ni la marea.

En sicigia, los desplazamientos fueron entre 50 y 797 m con velocidades entre 3,3 y 10,2 cm/s, mientras que en cuadratura los desplazamientos fluctuaron entre 28 y 783 m con velocidades entre 0,4 y 16,5 cm/s, según lo esperado, No obstante, no estuvo lo que no se encuentra dentro de lo esperado el comportamiento de los derivadores durante la llenante de la cuadratura, puesto que se obtuvo un bajo desplazamiento, aun cuando las condiciones de viento eran similares a las registradas ese día durante el experimento realizado en la vaciante.

Campaña Verano

Los resultados de los estudios de corrientes lagrangianas dentro del área de estudio, durante la campaña de verano, indican que la trayectoria de los derivadores estuvo dada por la combinación de las condiciones viento, seguido por la marea y modificados por la forma de la costa y los cambios batimétricos.

En sicigia, los desplazamientos fueron entre 75 y 592 m con velocidades entre 0,4 y 16,0 cm/s, mientras que en cuadratura los desplazamientos fluctuaron entre 209 y 599 m con velocidades entre 0,9 y 20,3 cm/s. En términos generales, el comportamiento de los derivadores fue semejante, obteniéndose en esta campaña que el transporte de los derivadores fue mayor en cuadratura en relación con la sicigia, lo que es producto de la acción forzante del viento.

Campaña Otoño

Los resultados indican que la trayectoria de los derivadores estuvo dada por la combinación de las condiciones viento y la marea y modificados por la forma de la costa. Es por esta razón que hay situaciones, como los resultados de las trayectorias en la sicigia en ambas condición de marea, que no pueden ser explicados sólo por el viento

En cuadratura, los desplazamientos fueron entre 32 y 1000 m con velocidades entre 1,2 y 34,7 cm/s, mientras que en sicigia los desplazamientos fluctuaron entre 127 y 284 m con velocidades entre 3,8 y 8,1 cm/s.

- **Conclusiones del Estudio de Dispersión**

Campaña Invierno

Los resultados obtenidos indican que tanto el desplazamiento de las manchas como la dilución dependen en el sector km 14, de las corrientes superficiales que están forzadas por las variaciones del viento y modificadas por la batimetría y línea de la costa del sector. De lo anterior se deduce que no se pudieron asociar las variaciones de desplazamiento y dilución a las variaciones de mareas, lo que es coherente con lo esperado para la zona norte del país, en el cual la acción forzante del viento predomina.

Estos valores de Kh representan una baja capacidad dispersiva en ambas áreas estudiadas.

Campaña Verano

Los resultados obtenidos en la campaña de verano indican que tanto el desplazamiento de las manchas como la dilución dependen de las corrientes superficiales que están forzadas por las variaciones del viento y modificadas por la batimetría y línea de la costa del sector. De lo anterior se deduce que no se pudieron asociar las variaciones de desplazamiento y dilución, a las variaciones de mareas, lo que es coherente con lo esperado para la zona norte del país, en el cual la acción forzante del viento predomina.

Desde el punto de vista de la capacidad de dispersión, ésta fue en general baja, lo que se reflejó en los coeficientes de dilución calculados (menores a $1 \text{ m}^2/\text{s}$, con excepción de dos experimentos en cuadratura). Así, en cuadratura, el máximo calculado se verificó en marea vaciante, alcanzado los $1,54 \text{ m}^2/\text{s}$ y el menor en sicigia durante la llenante ($0,43 \text{ m}^2/\text{s}$).

En cualquier caso es posible indicar que los valores de Kh calculados tanto en la época de invierno como en verano, representan una baja capacidad dispersiva para el sector en estudio.

Campaña Otoño

Los resultados obtenidos indican que tanto el desplazamiento de las manchas como la dilución dependen de las corrientes superficiales que están forzadas por las variaciones del viento y modificadas por la línea de la costa. De lo anterior, se deduce que no se pudieron asociar las variaciones de desplazamiento y dilución, a las variaciones de mareas, lo que es coherente con lo esperado para esta zona del país, en el cual la acción del viento es predominante.

Desde el punto de vista de la capacidad de dispersión, ésta fue en general mayor a campañas anteriores, lo que se reflejó en los coeficientes de dilución evaluados. Así, en cuadratura el máximo calculado se verificó en marea vaciante, alcanzado los $1,4 \text{ m}^2/\text{s}$. En sicigia, el máximo se registró en vaciante fue de $2,8 \text{ m}^2/\text{s}$.

Estos valores de Kh representan una mejor capacidad dispersiva en el sector estudiado, respecto al evaluado en las campañas de invierno y verano.

- **Conclusiones del Estudio de Deriva Litoral**

Campaña Invierno

Los resultados indican que la deriva litoral (dirección y magnitud) se encuentra asociada al viento seguido de las condiciones de oleaje reinante. Esto está de acuerdo con lo esperado para la zona norte de Chile.

Campaña Verano

Los resultados indican que la deriva litoral (dirección y magnitud) en el verano fluctuó bastante, con magnitudes que estuvieron entre $0,5$ y $16,7 \text{ cm/s}$, con direcciones variables y que estarían asociados a una combinación entre el viento, la marea, el oleaje y la forma de la costa.

Campaña Otoño

Los resultados indican que la deriva litoral (dirección y magnitud) se encuentra asociada, al viento y a las condiciones de oleaje reinante durante las mediciones.

- **Conclusiones y Recomendaciones Estudios Oleaje**

Producto de los análisis y modelaciones se ha obtenido una caracterización del oleaje operacional y extremo en la zona de estudio de acuerdo con lo indicado en las instrucciones establecidas por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) en su publicación N° 3201.

Los resultados obtenidos a partir del proceso de validación permiten concluir que la base de datos de oleaje en aguas profundas, el proceso de transferencia espectral y el modelo numérico MIKE 21 SW, son adecuados para caracterizar las condiciones de oleaje de largo plazo en la zona, generando de este modo una base de datos de 30 años de largo. Las condiciones más frecuentes de oleaje operacional tienen una altura promedio de $1,5 \text{ m}$, un periodo de 13 segundos y 241° de

procedencia. En general, se espera que el oleaje en la zona incida en un 55,93% del tiempo del WSW y un 42,06% del SW.

Las condiciones de oleaje extremo mostraron que las tormentas provenientes desde el SW aportan mayor energía en la zona de estudio y, por lo tanto, para desarrollar los diseños de obras marítimas se recomienda considerar estas condiciones de oleaje. Además, se sugiere considerar olas con periodos de retorno no menores a 50 años, considerando los valores asociados al ajuste o intervalo superior estimado.

- **Conclusiones del Estudio de Comunidades Macrobenéticas Submareales de Sustrato Duro**

Campaña Invierno

El sector en estudio, se encontró dominado principalmente por un tipo de biotopo compuesto de fondos duros, con la sola excepción de la transecta TN-T1 al inicio del sector de estudio, en el que predominó sustrato blando.

El ambiente submareal rocoso evidenció el dominio en cobertura de algas crustosas calcáreas *Mesophyllum* sp. y parches de *Hildenbrandtia* sp. La alta ocurrencia y dominio de cobertura de *Mesophyllum* sp. da forma a los denominados “fondos blanqueados”, características de los fondos rocosos someros de las costas del norte de Chile (Santelices, 1991; Vásquez & Buschmann, 1998).

Se observaron sectores con alta densidad de la macroalga parda *Lessonia trabeculata* (huiró palo), llegando a formar densos huirales. En estos fondos rocosos se apreciaron además agregaciones de gasterópodos como *Tegula tridentata*, *Turritella cingulata*, *Crassilabrum crassilabrum* y *Xanthochorus cassidiformis*. Bajo el dosel de *Lessonia trabeculata* se evidenció la ocurrencia de esponjas (Porifera) como *Halichondria* sp. y *Clionopsis platei*.

Destacó la presencia de densas agregaciones de mitílidos *Choromytilus chorus* (choro zapato) adheridos a rocas en estado juvenil, presentando una mayor ocurrencia y cobertura en las transectas CV-T5, CV-T9 y CV-T10. También se apreció la ocurrencia de poliquetos incrustantes *Phragmatopoma moerch* y los cirripedios *Balanus laevis*.

En el sector de estudio se evidencian especies con valor comercial como *Fissurella nigra* pero con bajos niveles de ocurrencia, es decir, el recurso estuvo presente en 4 transectas con una densidad máxima de 0,2 Ind/0,25m² en CV-T9. También se presentó el erizo rojo *Loxechinus albus*, registrado en una transecta (CV-T8) con baja densidad, mientras la especie de tunicado *Pyura chilensis* fue registrada en los sustratos de cuatro transectas.

En cuanto los parámetros comunitarios se apreciaron niveles moderadamente bajos en el ensamble compuesto por organismos sedentarios e invertebrados coloniales (especies sésiles) debido principalmente al predominio en términos de cobertura de *Mesophyllum* sp. Por otra parte, los niveles de diversidad en el ensamble compuesto por invertebrados no coloniales (organismos móviles), fue en gran parte de los casos superior a lo registrado para las especies sésiles, fluctuando en niveles moderados a moderadamente altos. La excepción a esto ocurrió en tres transectas (CV-T7, CV-T8 y CV-T11), debido al predominio en densidad de *Tegula tridentata*.

De acuerdo a los análisis multivariados, se evidenciaron diferencias en la estructura comunitaria en el sector de estudio. Las transectas dispuestas en el sector norte (CV-T2 y CV-T3) presentaron una estructura comunitaria que difirió de la macrobiota que predomina en el sector,

debido a la presencia en ellas de un menor número de especies, lo cual resulta relevante al momento de efectuar la evaluación ambiental del proyecto.

Campaña Verano

El ambiente submareal rocoso evidencia el dominio en cobertura de algas crustosas calcáreas, correspondientes a *Mesophyllum* sp. y parches de *Hildenbrandtia* sp. La alta ocurrencia y dominio de cobertura de *Mesophyllum* sp. da forma a los denominados “fondos blanqueados”, características de los fondos rocosos someros de las costas del norte de Chile (Santelices, 1991; Vásquez & Buschmann, 1998). Asimismo, los ambientes submareales de sustrato rocoso se caracterizan en el área de estudio por la presencia de *Lessonia trabeculata*, registrándose en gran parte del área prospectada a excepción del transecto CV-T1, donde no se registraron organismos por corresponder a fondos arenosos. *Lessonia trabeculata* alcanza sus mayores densidades en las transectas CV-T2, CV-T4 y CV-T8.

Bajo el dosel de *Lessonia trabeculata*, se evidencian distintas especies de anémonas (Cnidaria) y Poríferas (esponjas). Por tanto, la presencia de esta macroalga permite la ocurrencia de taxa menores, aumentando los niveles de diversidad del área.

Además de la ocurrencia de grupos menores, en el sector prevalece el grupo Mollusca, condición también detectada en el muestreo de invierno. Dentro de este grupo destacan los recursos *Fissurella latimarginata* (lapa), *Tegula tridentata*, *Concholepas concholepas* (loco), y en menor grado *Choromytilus chorus*, formando densas agregaciones. Los individuos registrados corresponden a organismos juveniles y en estado de semilla; éstos alcanzan los mayores niveles de cobertura en CV-T9. De acuerdo a la literatura, estos organismos se desarrollan en un rango de profundidad de 4 a 20 m aproximadamente (Avendaño & Cantillánez, 2011). En este caso, los organismos fueron registrados a una profundidad de 7 a 13 metros.

Con niveles de menor ocurrencia, fueron hallados en el sector otras especies de importancia económica como *Aulacomya ater*, *Fissurella nigra*, *Fissurella latimarginata*, *Fissurella crassa*, *Fissurella cumingii*, *Tegula atra*, *Tegula tridentata*, *Choromytilus chorus*, *Xanthochorus cassidiformis*, *Pyura chilensis*, *Concholepas concholepas* y *Loxechinus albus*. Cabe mencionar que muchas de estas especies fueron registradas en muy bajas densidades y con bajos porcentajes de ocurrencia. En tanto, en otros casos fue posible encontrar mayores extensiones y abundancias de especies, como es el caso de *Choromytilus chorus*, que pudo observarse desplazando a *Aulacomya ater*. Esto se debe a las mayores tasas de crecimientos de *C. chorus* respecto a *Aulacomya ater* y a la mejor ocupación de *C. chorus* del sustrato disponible (Avendaño & Cantillánez, 2011).

En cuanto a los parámetros comunitarios estimados, se observa en términos generales una mayor amplitud de los niveles de diversidad, variando de bajas a relativamente altos.

En general, el ensamble compuesto por organismos no coloniales, donde la diversidad proviene de las estimaciones de abundancia de éstos, presentó mayores niveles de diversidad respecto al ensamble compuesto de organismos coloniales, cuantificados en base a su cobertura.

Los sectores que evidenciaron los mayores niveles de diversidad fueron las transectas CV-T2, CV-T4, CV-T5, CV-T6, CV-T9 y CV-T11. Esto da cuenta de una comunidad en buen estado, con bajos niveles de perturbación, lo que puede relacionarse con una baja polución. Esto estaría acorde con los resultados registrados para la columna de agua (Estudio de parámetros físico-químicos y microbiológicos de la columna de agua marina), donde se registran bajas a nulas concentraciones para los diversos parámetros. A su vez, este buen estado de la comunidad bentónica de fondos duros, se contrapone a la situación registrada en el caso de los

organismos de fondos blandos, que se describirá en la siguiente sección (Estudio de comunidades macrobentónicas submareales de sustrato blando), donde fue posible registrar una riqueza mucho menor. Esta situación se explicaría por el alto nivel de polución registrado en la matriz de sedimentos (Estudio de parámetros físico-químicos).

Finalmente, los análisis multivariados registran altos niveles de similitud entre transectas, con valores que superan el 55% de similitud, lo que se debería a la cobertura del sustrato duro en gran parte del área prospectada y a la ocurrencia de *Lessonia trabeculata* en el sector de estudio.

En conclusión, para la campaña de verano fue posible registrar un total de 68 taxa en el sustrato rocoso sumareal, con un importante aporte de taxa menores, clasificados como “Otros”, correspondientes a Cnidaria, Annelida y Porífera. En segundo lugar fue posible encontrar al Phylum Mollusca.

El área de estudio presenta un amplio predominio de huiro palo, *Lessonia trabeculata*, formando zonas de huirales. A su vez, fue posible registrar diversas especies de importancia comercial, tales como *Aulacomya ater*, *Fissurella nigra*, *Fissurella latimarginata*, *Fissurella crassa*, *Fissurella cumingii*, *Tegula atra*, *Tegula tridentata*, *Choromytilus chorus*, *Xanthochorus cassidiformis*, *Pyura chilensis*, *Concholepas concholepas* y *Loxechinus albus*.

Los taxa más abundantes y de mayor predominio de cobertura correspondieron a taxa del Phylum Algae: *Mesophyllum* sp. y *Lessonia trabeculata*.

La mayor riqueza fue registrada en la transecta CV-T2, con un total de 36 taxa.

En general, fue posible observar altos valores de diversidad y uniformidad, en la mayoría de las transectas estudiadas, lo que daría cuenta de una comunidad en buenas condiciones. Asimismo, fue posible apreciar altos niveles de similitud entre las transectas, lo que da cuenta de un área más bien homogénea respecto a la distribución de organismos.

Campaña Otoño

Transectas adicionales

Estas transectas fueron designadas CV-T1 a CV-T3. Donde CV: Sector km 14, T= transecta, 1-3 numeración de las transecta. En cada transecta se establecieron 10 sitios de muestreo (estaciones), separadas cada 3 metros. Cada transecta tuvo una longitud total de 30 metros.

En las transectas adicionales, el número de Taxa totales registradas fue de 5, con un total de 5 especies. La cobertura total estuvo predominada por macroalgas pardas, de la Clase Phaeophyceae, específicamente de la especie de *Lessonia trabeculata*.

El sector de estudio se caracterizó por el predominio de sustrato desnudo (arena y roca) con una alta ocurrencia de roca (25%), y una alta presencia de “huiro palo”, *Lessonia trabeculata*, formando en algunos sectores densos huirales. Esta alga es considerada recurso pesquero y es frecuentemente explotada por pescadores artesanales en otras localidades del país. Se aprecia además la ocurrencia de un Cnidario (*Anemonia alicemartinae*), una especie de esponja (*Clionopsis platei*) y especie de cirripedio (*Balanus laevis*).

En todas las transectas se observó la presencia de macroinvertebrados y algas. La especie algal presente en el área correspondió a *L. trabeculata*, presente en todas las estaciones al igual que la especie de anemona *Anemonia alicemartinae*.

En relación al sustrato se observó el predominio de la roca sobre la arena, en todas las transectas. El cirripedio *Balanus laevis* sólo se observó en las transectas T1 y T3, mientras que

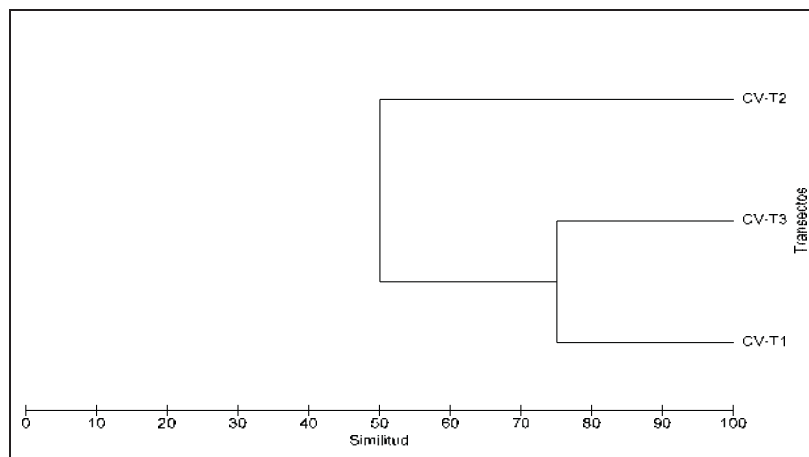
el equinodermo *Stichaster striatus* sólo se presentó en T2 y T3, al igual que la especie esponja *Clionopsis platei*.

Los resultados obtenidos reflejan una comunidad con una baja riqueza, sólo 5 especies de macroinvertebrados y una de alga del grupo de las macroalgas pardas.

Las bajas abundancias observadas, dan cuenta de una zona poco diversa, (Gallardo, 1972), existen autores que no recomiendan realizar análisis de post proceso con números bajos de especies, (Carrasco, 1988 y Carrasco *et al.* 1996), pero si es posible realizar análisis de presencia/Ausencia, para establecer grados de similitud entre áreas estudiadas.

Con la finalidad de analizar la relación entre transectos de las coberturas de los organismos detectados en el sector, se realizó un análisis de clasificación con los porcentajes medios por transectos, utilizando una matriz de similitud construida con el índice de Jaccard. La Figura 2.5-254 presenta el resultado del análisis:

Figura 2.5-254. Análisis de Clasificación (Dendrograma) por Transecto



La figura muestra que CV-T1 y CV-T3 presentan una similitud de un 75%. La similitud entre este conglomerado y CV-T2 fue de un 50%, lo que a su vez corresponde a la similitud total de los transectos en el área estudiada.

La similitud entre CV-T1 y CV-T3 podría ser explicada por la mayor cantidad de especies en común que estos transectos poseen, particularmente, la presencia de *S. striatus* estaría determinando el mayor porcentaje de similitud entre ambos transectos.

De manera general, el área presenta una elevada similitud, en términos de cobertura, de las transectas analizadas, situación que podría indicar que las condiciones ambientales del sector serían relativamente homogéneas.

Para análisis mas robustos como son las curvas de ABC, se requiere por un lado la extracción de organismos, usando factores de corrección, los cuales no son aplicables para las especies observadas, mas aún existen autores que no recomiendan realizar este análisis por el bajo numero de especies presentes. (Carrasco *et al.*, 1996).

- **Conclusiones del Estudio de Comunidades Macrobentónicas Submareales**

Campaña Invierno

Los resultados antes expuestos permiten desprender que las comunidades macrobentónicas submareales de los sedimentos de las estaciones ubicadas en el sector, presentan condiciones Muy Alteradas. Esto queda en evidencia al observar que 6 de las 12 estaciones presentaron tan sólo una especie y la mayor riqueza se observó en la estación LV-4 con 7 taxa registrados.

Comparativamente, respecto de otros estudios realizados en las costas de Chile, los resultados obtenidos indican una riqueza de especies muy baja y muy inferior a lo informado en el Norte. Se observa una estructura porcentual que sólo contempla la presencia moluscos (38,46%), poliquetos (53,85%) y representantes del Phylum Nematoda (7,69%), lo que no se asemeja a ninguna de las referencias citadas. La sola excepción a eso lo contempla el sector de El Salitre, en Tocopilla, donde en un estudio aparte de éste sólo se halló una especie de crustáceo, evidenciando graves alteraciones de los sedimentos.

Finalmente, es posible concluir que las comunidades macrobentónicas submareales de los sedimentos analizados, se encuentran muy alteradas, lo que probablemente se deba al mal estado químico de los sedimentos.

Campaña Verano

Los resultados antes expuestos permiten desprender que las comunidades macrobentónicas submareales de los sedimentos de las estaciones ubicadas en el sector donde se emplazarán las obras marinas, en la campaña de verano, presentan condiciones Muy Alteradas, tal como fue registrado en la campaña de invierno. Esto se evidencia al observar que en 6 de las 13 estaciones no se presentaron organismos y que la máxima riqueza se registró en la estación CV-3 con 6 taxa.

Respecto de otros estudios realizados en las costas de Chile, los resultados obtenidos indican una riqueza de especies muy inferior a lo registrado en otras áreas del litoral nacional del extremo Norte, con una estructura porcentual que contempla la presencia de moluscos (42,86%), poliquetos (35,71%), crustáceos (14,29%) y el Phylum Nematoda (7,14%). A diferencia de lo observado en invierno, en la campaña de verano se registraron representantes del grupo de poliquetos, uno de los grupos más representativos del macrobentos de fondos blandos.

La baja riqueza de especies estaría más bien relacionada con las condiciones físico-químicas del sector, más que con la composición granulométrica, toda vez que se presentaron sedimentos tipo grana muy fina en el 50% de las estaciones. Como se evidenció en la sección de análisis químicos de los sedimentos, sólo el cobre presentó valores superiores a lo recomendado por las directrices de EE.UU. y Canadá, en donde el T_{20} de este metal (i.e. 32 mg/kg) es inferior al promedio de cobre hallado en el área ($36,2 \pm 10,04$ mg/kg), dando cuenta de una fuerte alteración de los sedimentos por este metal pesado. Esta situación también había sido evidenciada en el estudio de Ecotecnos (2009) realizado frente a playa El Salitre.

Finalmente, es posible concluir que las comunidades macrobentónicas submareales de los sedimentos analizados en el sector donde se realiza el estudio, se encuentran en una condición de Muy Alteradas para esta campaña verano, lo que probablemente se deba al mal estado químico de los sedimentos en los cuales habitan. Del mismo modo, el análisis en detalle de las especies registradas en los sedimentos blandos submareales, indica que ninguna de ellas se

encuentra sometida a algún proceso de conservación o protección específico a nivel nacional y/o internacional.

Campaña Otoño

La abundancia media calculada permitió definir a los artrópodos como el grupo más abundante con un 57,06% de abundancia relativa. Si bien, este valor fue importante, este resultado se vio influenciado principalmente por la presencia de los anfípodos de la familia Gammaridae, que se encontraron muy abundantes en sólo una de las estaciones monitoreadas; A7 (826 ind/m²), con una abundancia media para este grupo en toda el área de estudio de 111 ind/m².

De esta manera, los resultados que indican la importante abundancia de artrópodos en el área de estudio, no reflejan una realidad general para el área, que se caracterizó por una baja abundancia de especies, exceptuando el organismo antes señalado. Sin embargo, al comparar los resultados con lo propuesto por otros autores; se encontró que Jaramillo *et al.* (1998), indica que en fondos someros la presencia de anfípodos predominan las comunidades sublitorales, concidiendo con lo encontrado en el presente estudio.

Atendiendo a la diversidad de especies dentro de cada grupo, los artrópodos fueron el grupo más diverso (16 especies), seguidos muy de cerca por los moluscos con 13 especies y anélidos con 11 especies, resultados que se atienen a lo registrado en áreas cercanas.

En relación a la biomasa media, los moluscos fueron el grupo con mayor importancia con un 78,86%, cuyo principal aporte correspondió a la especie *Olivia peruviana*. El grupo de los artrópodos aportó con un 10,30% de la biomasa total calculada. Esta alta importancia en el aporte de biomasa de los moluscos se debe a que estos organismos tienen una concha de estructura calcárea, la que aporta una alta biomasa, dicho antecedente puede generar un sesgo en el resultado final.

Se observó una alta variación de los valores de biomasa, no sólo a nivel de Phylum, sino entre especies, y entre una misma especie en diferentes estaciones. Estos resultados sugieren no sólo una distribución dispar del atributo dentro del área en estudio, sino también una alta fluctuación de los valores específicos de biomasa, pudiendo localizarse en el sector especies con biomásas relativamente elevadas, en tanto que otras especies alcanzan biomásas muy reducidas.

Los índices ecológicos calculados permitieron tener una visión del estado de las comunidades presentes en las estaciones de estudio. Los valores no permitieron establecer una diferencia entre las estaciones del área de estudio. Aunque, en general, se establece que el área se encuentra en condiciones estables con una importante riqueza y niveles de Diversidad (H') y Uniformidad (J') moderados a altos que indican una comunidad estable sin una Dominancia marcada.

Al comparar los resultados obtenidos en la presente campaña, con las campañas realizadas previamente en estudios cercanos al área de análisis, se comprobó que los resultados de los índices ecológicos se mantienen dentro de lo registrado por dichos informes (Ecotecnos 2011; Hatch 2012).

Las curvas ABC exhibieron índices de Warwick positivos, salvo A5 y A7, en la mayoría de las estaciones. Estos resultados indican que la curva de las biomásas se situó sobre la curva de las abundancias. Los resultados obtenidos permiten señalar que el área de estudio se encuentra en condiciones favorables para el desarrollo de las comunidades del submareal. Los valores negativos reportados en dos estaciones fueron atribuidos a que en dichas estaciones se detectó la abundante presencia de organismos de baja biomasa que pudieron afectar la interpretación

del índice. De todas maneras, siempre es importante recomendar atención con valores de Warwick negativos, ya que, pueden estar indicando alguna alteración del medio que afecta el desarrollo normal de los organismos.

Finalmente, se concluye que el área que comprende el sector donde se emplazarán las obras marinas, presentan comunidades submareales en condiciones normales, desarrollándose comunidades diversas, con alta riqueza específica y sin predominio de especies dominantes.

- **Conclusiones del Estudio de Comunidades Macrobentónicas Intermareales**

Campaña Invierno

En el intermareal de sustrato rocoso, se registró un total de 22 unidades taxonómicas, siendo los grupos dominantes las macroalgas y los moluscos. En menor grado prevalecen equinodermos, crustáceos y antozoarios, con igual número de taxa. Es preciso destacar que sólo fue posible observar un ejemplar de Peje sapo *Sicyases sanguineus* en LVI-11, en el nivel medio del intermareal.

El nivel superior del intermareal se caracterizó por presentar 100% roca desnuda (sin especies), salvo la transecta LVI-6 donde se encontró *Hildenbrandtia* sp. y *Ulva* sp., aunque con porcentajes de cobertura menores al 5% en ambos casos.

La zona mediolitoral se caracterizó por presentar un predominio en cobertura de *Nodilittorina peruviana* y *Ulva* sp. Es importante destacar que en sectores donde se presentaron pozas intermareales fue posible observar las especies de crustáceo *Betatus truncatus* y *Leptograpsus variegatus* y el cordado *Sicyases sanguineus* (peje sapo). Junto a lo anterior, debe señalarse que las transectas LVI-9 y LVI-11 presentaron el mayor número de especies en este nivel mareal.

En la franja infralitoral fue posible encontrar, en todas las estaciones, *Lithothamnion* sp., y con menor porcentaje de frecuencia el poliplacóforo *chiton magnificus* y el equinodermo *Heliaster helianthus*. A diferencia del mediolitoral, la mayor cantidad de especies asociadas a este nivel mareal se presentó en la transecta LVI-1.

Los análisis multivariados de clasificación y ordenación reflejan una moderada similitud entre las estaciones, en términos de los componentes comunitarios. En parte esto se debe a la heterogeneidad en los tipos de ambientes encontrados a lo largo de la costa, lo cual incide en la diferenciación de las comunidades, respondiendo a los distintos tipos de ambientes presentes en el área de estudio.

No se observó en este estudio una tendencia respecto a la cantidad de especies presentes por transecta estudiada en relación a encontrarse un mayor número en transectas del sur respecto a las del norte del área de estudio. Esto, posiblemente como consecuencia de la heterogeneidad de ambientes, junto con destacar que se trata de un área que podría no considerarse como una "línea de costa continua", presentando pequeñas entradas e intromisiones rocosas que protegen más una transecta que otra, exponiendo otras y generando diversos biotopos. Esta característica del sector influye tanto en la cantidad de especies presentes en cada transecta como en la similitud que presentan entre ellas. Es así como es posible ver una gran similitud entre las transectas LVI-5 y LVI-7, ya que ambas, además de tratarse de un sector con promontorios rocosos de perfiles abruptos, se encuentran muy expuestas; a diferencia de LVI-6 y LVI-9 que se encuentran más protegidas del embate de las olas.

En términos generales, el área de estudio evidenció una estructura comunitaria diversa, con una distribución más bien equitativa de los organismos en cada transecta, lo que se desprende de los índices relativamente bajos de dominancia determinados en el presente estudio.

Campaña Verano

En el intermareal de sustrato rocoso, se registró un total de 38 unidades taxonómicas, número mayor a lo registrado en la campaña de invierno. Los grupos dominantes correspondieron a las macroalgas y los moluscos. En menor grado prevalecen equinodermos, seguido de los crustáceos y antozoarios, con igual número de taxa. Finalmente, en cuanto a cordados, cabe destacar la presencia de ejemplares de *Girella laevisfrons* (baunco) en una poza del intermareal de la transecta CVI-5.

En el nivel superior fue posible observar una mayor presencia de especies si se compara con la campaña de invierno, registrándose en las transectas CVI-4, CVI-7, CVI-9, CVI-10 y CVI-11, las especies *Nodilittorina peruviana* y *Jehlius cirratus*. En la presente campaña de verano, sólo se detectó roca desnuda (ausencia de especies) en el 46% de las transectas monitoreadas.

La zona mediolitoral se caracterizó por presentar un predominio en cobertura de *Jehlius cirratus*, dado por la presencia de moluscos herbívoros lo que concuerda con lo descrito por Vásquez & Alonso (2004). Es importante destacar que en sectores donde se presentaron pozas intermareales fue posible observar las especies de crustáceo *Betaeus* sp. y *Leptograpsus variegatus*, así como el cordado *Girella laevisfrons* (baunco). La transecta CVI-4 presentó el mayor número de especies en este nivel mareal (13 especies).

En la franja infralitoral fue posible encontrar, en todas las estaciones, *Lithothamnion* sp., y con menor porcentaje de frecuencia la macroalga *Gelidium chilense* seguido del antozoario *Phymactis clematis*. A diferencia del mediolitoral, la mayor cantidad de especies asociadas a este nivel mareal se presentaron en la transecta CVI-9 y CVI-10, con 11 especies, respectivamente.

Los análisis multivariados de clasificación y ordenación para esta campaña de verano reflejan una moderada similitud entre las estaciones, en términos de los componentes comunitarios. En parte, esto se debe a la heterogeneidad en los tipos de ambientes encontrados a lo largo de la costa, lo cual incide en la diferenciación de las comunidades, respondiendo a los distintos tipos de ambientes presentes en el área de estudio.

No se observó en este estudio una tendencia respecto a la cantidad de especies presentes por transecta estudiada, en relación a encontrarse un mayor número en transectas del sur respecto a las del norte del área de estudio, principalmente por la heterogeneidad de ambientes.

En términos generales, el área de estudio evidenció una estructura comunitaria diversa, con una distribución poco equitativa de los organismos en cada transecta, lo que se desprende de los índices relativamente altos de dominancia determinados en el presente estudio.

Finalmente, es importante señalar la presencia de especies de importancia comercial como el erizo rojo *Loxechinus albus*, la macroalga *Lessonia trabeculata* y el alga roja *Gelidium chilensis*. De estas especies, *Lessonia trabeculata*, junto a las algas pardas *Lessonia nigrescens* y *Macrocystis* sp., presenta actualmente una veda extractiva hasta el 31 de octubre de 2012, permitiéndose la recolección manual de los ejemplares varados naturalmente.

Campaña Otoño

La comunidad del sector intermareal, presentó el patrón característico de la zona intermareal, con un marcado patrón de distribución en franjas donde los organismos más tolerantes al

gradiente ocupan las bandas superiores y los menos tolerantes ocupan las bandas inferiores (Tait y De Santo 1972). Los resultados mostraron la presencia de organismos en los 3 diferentes estratos Inferior, Medio y Superior.

La estimación de índices da cuenta de una comunidad con una alta uniformidad, pero con una relativamente baja riqueza de especies, en comparación con otras comunidades intermareales del centro-norte de Chile (Prado & Castilla 2006, Cerda & Castilla 2001, De Amesti 1994). Sin embargo, la estimación de diversidad arrojó valores relativamente elevados, los que se ven explicados por los altos niveles de uniformidad observados. La baja riqueza de especies del intermareal del norte de Chile ha sido documentada con anterioridad (Vásquez *et al.*, 1998), donde la elevada pendiente y la exposición al oleaje condiciona comunidades muy pobres y con una alta competencia por el sustrato (Vásquez & Vega 2004). Si bien, se observó la presencia de los clásicos ingenieros ecosistémicos del intermareal, *Perumytilus purpuratus*, *Gelidium chilense* y *Corallina officinalis*, la presencia de estos organismos no determinó el conjunto total de especies de moluscos encontradas, aunque si podría tener relación con la biodiversidad presente (Kelaheer *et al.* 2007).

El estrato superior, presentó una menor cantidad de especies sin presencia de algas y con una distribución de abundancias poco equitativa. El estrato medio presentó mayor número de especies, con predominio de los crustáceos específicamente el cirripedio *Jehlius cirratus*. En el estrato inferior la comunidad estuvo predominada por macroalgas.

El sector presentó la típica estructura del intermareal de la zona norte del país, la que se caracteriza por altas pendientes, macizos rocosos con pocas piedras y alta exposición al oleaje, un ambiente que condiciona comunidades más bien pobres. Los macroinvertebrados típicos de este tipo de ambientes viven en grietas o bajo piedras y se caracterizan por ser herbívoros o suspensívoros. No se observaron indicios de alteración en los ensamblajes comunitarios.

- **Conclusiones del Análisis de Comunidades Fitoplanctónicas**

Campaña Invierno

Los resultados obtenidos acerca de las comunidades fitoplanctónicas en este estudio de invierno, indican que las muestras provenientes de los análisis cualitativos, presentaron comunidades muy abundantes con amplio predominio de la diatomea *Detonula pumila* sobre los otros fitoplanctones registrados en las muestras, también con escasez y baja diversidad de dinoflagelados, lo cual, como se ha mencionado, es una situación común para la zona y la época del año (Rodríguez, 1987, 2004; Rodríguez *et al.*, 1986).

En estos estudios cualitativos se contabilizó un total de 36 especies de fitoplanctones, de las cuales 26 pertenecen a las diatomeas (76,2% de la riqueza total) y 10 a los dinoflagelados (27,8%). A parte del amplio predominio de la diatomea *Detonula pumila*, se distinguieron por su abundancia y alta frecuencia de aparición las diatomeas *Chaetoceros didymus*, *C. socialis*, *C. radicans*, *Pseudo-nitzschia cf. australis*, *Leptocylindrus danicus*, *Thalassiosira cf. mendiolana* y *Stephanopyxis turris*, especies r-estrategas, características de áreas de surgencia frente a las costas de Perú y del norte de Chile.

Los estudios cuantitativos, por su parte, indicaron la presencia de un total de 30 especies de fitoplanctones, considerando toda la columna de agua, siendo representadas por dos grupos: diatomeas (25 especies, correspondientes al 83,3% de la riqueza registrada) y dinoflagelados (5 taxa, 16,7% de la riqueza); composición porcentual algo distinta a la determinada en los análisis cualitativos, donde hubo una mayor presencia de dinoflagelados.

En cuanto a la distribución de las comunidades fitoplanctónicas en la columna de agua, fue posible observar mayor riqueza de especies y mayor abundancia en la capa superficial. No obstante lo anterior, también las muestras presentaron en conjunto una alta similitud, debido probablemente a lo somero de las estaciones muestreadas; y por otra, a que en esta época de invierno la termoclina es muy débil, habiendo una buena capa de mezcla que permite homogeneizar las comunidades fitoplanctónicas dentro de ésta y en la zona correspondiente a la capa eufótica.

También en el sector en estudio se registraron pequeñas diferencias entre los diversos índices ecológicos de las dos profundidades muestreadas, tendiendo siempre a ser mayores en las muestras someras respecto a las más profundas. No obstante, tanto los valores de diversidad como de uniformidad específica calculados fueron muy bajos, debido fundamentalmente al amplio predominio de la diatomea *D. pumila* y *L. danicus* en todas las muestras. Esto último da cuenta claramente de la presencia de un *bloom* o proliferación fitoplanctónica de estas especies en el área estudiada.

Desde el punto de vista comparativo, la literatura indica que el fitoplancton en el área estaría constituido principalmente por diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados (Rodríguez, 1987; Rodríguez *et al.*, 1986), situación que también se obtuvo, a excepción de la ausencia de silicoflagelados. Como se ha mencionado, se estimó la presencia probable de un la proliferación (*bloom*) de *Detonula pumila*, lo que explicaría las altas abundancias registradas de esta especie que alcanzó un máximo de $1.153.800 \text{ cél L}^{-1}$, muy superior al rango de $233.000 \text{ cél L}^{-1}$ (primavera) a $425.000 \text{ cél L}^{-1}$ (verano) informado por Rodríguez *et al.* (1986), para el sector Norte de Chile.

En relación a las floraciones algales nocivas (FAN) en el área, también se registró en la presente campaña a las diatomeas *Chaetoceros convolutus* y *Pseudo-nitzschia cf. australis*, asociados a mortandad de peces en jaula y a Veneno Amnésico de Mariscos (VAM).

La información detallada permite concluir que en esta campaña de invierno, las comunidades fitoplanctónicas fueron abundantes en diatomeas, diversa pero escasa en dinoflagelados y sin representación de silicoflagelados, similar en cuanto a riqueza de especies a lo informado en la literatura disponible, pero también con altas densidades celulares, reflejo probablemente de un *bloom* fitoplanctónico local de la especies *D. pumila*.

Campaña Verano

Los resultados obtenidos de las comunidades fitoplanctónicas en este estudio de verano, indican que las muestras provenientes de los análisis cualitativos, presentaron comunidades relativamente abundantes con predominio de las diatomeas *Thalassiosira subtilis* y *Chaetoceros lorenzianus* sobre los otros fitoplanctones registrados en las muestras, así como una alta diversidad de dinoflagelados, lo cual, como se ha mencionado, es una situación común para la zona y la época del año (Rodríguez, 1987, 2004; Rodríguez *et al.*, 1986).

En estos estudios cualitativos se contabilizó un total de 29 especies de fitoplanctones, de las cuales 18 pertenecen a las diatomeas (62,1% de la riqueza total) y 11 a los dinoflagelados (38,9%). Aparte del amplio predominio de las diatomeas *Thalassiosira subtilis* y *Chaetoceros lorenzianus*, se distinguieron por su abundancia y alta frecuencia de aparición las diatomeas *Odontella longicruris*, *Rhizosolenia styliformis* y *R. imbricata* var. *minuta*. Del mismo modo, destacan por su abundancia las especies de dinoflagelados *Ceratium tripos*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus* y *Diplopsalis lenticula*.

Los estudios cuantitativos, por su parte, indicaron la presencia de un total de 24 especies de fitoplanctones, considerando toda la columna de agua, siendo representadas por dos grupos: diatomeas (14 especies, correspondientes al 58,3% de la riqueza registrada) y dinoflagelados (10

taxa, 41,7% de la riqueza); composición porcentual similar a la determinada en los análisis cualitativos, siendo en ambos casos, mayor la presencia de diatomeas.

En cuanto a la distribución de las comunidades fitoplanctónicas en la columna de agua, fue posible observar una riqueza levemente superior en la capa superficial respecto a la capa subsuperficial. En el caso de las abundancias, se observó que éstas son prácticamente el doble en la capa superficial a la registrada a 10 metros. No obstante lo anterior, las muestras presentaron en conjunto una similitud significativa (>50%), debido probablemente a lo somero de las estaciones muestreadas. En este sentido, se puede añadir que en la presente campaña de verano se registró una menor abundancia de fitoplanctones respecto a la de invierno, lo que se relacionaría con las condiciones de surgencia presentes en la pasada campaña (invierno tardío) y la estabilidad de la columna de agua en la presente.

También en el sector donde se realizaron los estudios, se registraron pequeñas diferencias entre los diversos índices ecológicos de las dos profundidades muestreadas, siendo en el caso de la Uniformidad mayor en superficie y lo contrario en el caso de la Diversidad. No obstante, tanto los valores de diversidad como de uniformidad específica calculados fueron bajos, debido fundamentalmente al amplio predominio de la diatomea *T. subtilis* en todas las muestras.

Otro aspecto importante de considerar es que la caracterización efectuada del fitoplancton de esta campaña de verano debe contextualizarse como dinámica, pues los cambios secuenciales en la comunidad fitoplanctónica dependerán, por un lado, de condiciones ambientales adecuadas y, por otro lado, de las poblaciones que se encuentren disponibles geográficamente. Al respecto, Hutchings *et al.* (1995) plantean que en cortas escalas de tiempo, la distribución de la biomasa y las características de la comunidad estarán principalmente determinadas por una eventual mezcla de las poblaciones fitoplanctónicas que transporta el agua aflorada (“seeding”) y aquellas que se encuentran en la zona fótica. Por tanto, no es de extrañar que la comunidad analizada en este estudio de verano sea diferente en composición y estructura respecto a la pasada campaña de invierno.

Desde el punto de vista comparativo, la literatura indica que el fitoplancton en el área estaría constituido principalmente por diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados (Rodríguez, 1987; Rodríguez *et al.*, 1986), situación que también se obtuvo en el sector donde se realizaron los estudios, a excepción de la ausencia de silicoflagelados. Asimismo, Rodríguez *et al.* (1986), indican que debido al incremento de la luz y abundante disponibilidad de nutrientes en primavera y verano, la densidad celular alcanza máximos en superficie de 233.000 cél L⁻¹ (primavera) a 425.000 cél L⁻¹ (verano). No obstante, la densidad de células presentaría, de acuerdo a este autor, una marcada variación producto de la aparición de surgencias estacionales en el área. Estas densidades informadas resultan ser similares a las obtenidas en el presente estudio, donde se pudo registrar, a nivel superficial, un total para el área de 478.500 cél L⁻¹, con un total de 330.800 cél L⁻¹ para la especie *Thalassiosira subtilis*. En este sentido, cabe destacar que aunque de acuerdo a la literatura se presentaría una mayor densidad de organismos en verano, la menor abundancia exhibida en la presente campaña respecto a la de invierno sería consecuencia de que la campaña pasada se realizó en invierno tardío, en el mes de septiembre, donde los fenómenos de surgencia y floraciones fitoplanctónicas son mayores.

En relación a las floraciones algales nocivas (FAN) en el área, la literatura indica que se han presentado 46 fenómenos de marea roja que no son tóxicos para los organismos marinos ni el hombre. El fenómeno de marea roja, que es aperiódico, ha sido registrado en la zona desde diciembre de 1964 y entre las especies de dinoflagelados causantes están: *Prorocentrum micans*, *Gymnodinium splendens*, *Ceratium tripos*, *Ceratium fusus*, junto a un protozoo ciliado, *Mesodinium rubrum* (Rodríguez, 2004). En la campaña actual se registró la presencia de *P.*

micans, *C. tripos* y *C. fusus*, en concentraciones menores a 1.000 cél L⁻¹. En el sector donde se emplazarán las obras marinas, durante la campaña de verano, no se registraron especies nocivas, a diferencia de lo observado en la campaña de invierno.

Lo antes informado, permite concluir que en la campaña de verano, las comunidades fitoplanctónicas fueron relativamente abundantes pero poco diversas en diatomeas, con una alta diversidad aunque escasez de dinoflagelados y sin representación de silicoflagelados; situación similar, en cuanto a riqueza de especies, a lo informado en la literatura disponible, aunque con densidades celulares menores a las registradas en la campaña de invierno, reflejo probablemente de una estabilidad de la columna de agua.

Campaña Otoño

Se observa una comunidad fitoplanctónica constituida por 24 especies, ordenadas en 2 grupos taxonómicos, correspondientes a diatomeas y a dinoflagelados, este último presenta un mayor aporte en términos de riqueza específica, mientras que las diatomeas registran una mayor abundancia celular en la columna de agua. Entre las especies de mayor dominancia destaca *Pseudonitzschia cf. australis*, *Chaetoceros affinis* y *Chaetoceros didymus*. Los dinoflagelados fueron más escasos que las diatomeas, distinguiéndose por su frecuencia de aparición en las muestras de red y agua: *Ceratium furca* y *C. tripos*. Todas las especies mencionadas son *r*-estrategas, características de áreas de surgencia frente a las costas de Perú y del norte de Chile.

Desde un punto de vista comparativo, la literatura indica que el fitoplancton en el área estaría constituido principalmente por diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados (Rodríguez, 1987; Rodríguez *et al.*, 1986). Estudios anteriores (ECOTECNOS, 2011) realizados en las inmediaciones del área estudiada revelan una situación similar a los trabajos mencionados, a excepción de la ausencia de silicoflagelados.

La campaña de otoño muestra que la comunidad fitoplanctónica del sector presenta una situación similar a la encontrada en la literatura o en estudios anteriores efectuados en la localidad. Sin embargo, se detectan algunas diferencias en los resultados presentados, tales como una mayor diversidad de dinoflagelados registrados y una menor concentración microalgal en la columna de agua. Diferencias que dicen relación con la estacionalidad de los monitoreos y por la rápida respuesta ambiental de la matriz fitoplanctónica a los cambios.

Los índices ecológicos muestran una comunidad fitoplanctónica caracterizada por bajos índices de dominancia y una moderada riqueza específica en el estrato superior, lo que repercute en un alto índice de diversidad de Shannon. El estrato profundo registró una menor cantidad de especies, lo cual se suma a una mayor dominancia, lo que genera un índice de diversidad de Shannon más bajo que el registrado en el estrato superficial.

- **Conclusiones del Estudio de Comunidades Zooplanctónicas**

Campaña Invierno

La comunidad zooplanctónica estudiada en la campaña de invierno de 2011, reveló una importante productividad biológica, influida por la estacionalidad típica de los ecosistemas marinos templados. Ello se vio reflejado, por una parte, en una alta abundancia de organismos, la que superó los 590.000 ind/100 m³, y por otro lado por una riqueza específica también alta, llegándose a determinar un total de 61 taxa.

El periodo de estudio coincidió con la época principal de reproducción de peces pelágicos como la sardina española, *Sardinops sagax*. Más del 97% del ictioplancton determinado correspondió

a la sardina española, revelando con ello una clara actividad reproductiva dentro de su época principal de desove (Balbontín & Bravo, 1999). Los huevos de *S. sagax* presentaron distintos grados de desarrollo y lo propio se observó en las larvas, donde se pudo determinar desde prelarvas a larvas en post-flexión notocordal. Ello refleja una actividad reproductiva de esta especie con varios pulsos de desove, en un periodo de tiempo de al menos unas tres a cuatro semanas previas al momento de realizar el presente estudio (Balbontín & Garretón, 1977)

La zona de estudio forma parte de una gran área geográfica de desove de peces, especialmente de pequeños pelágicos como la sardina española, la que se inicia en el sur de Perú, extendiéndose en Chile entre Arica y Antofagasta (Rojas *et al.*, 1983, IFOP 2003), situación que se ve reflejada en los resultados del presente estudio.

Desde el punto de vista de la estructura comunitaria, el índice de similitud de Bray Curtis reveló una semejanza alta entre las 13 estaciones en estudio respecto a las variables abundancia, riqueza específica y distribución espacial del zooplancton, sugiriendo con ello condiciones de habitabilidad similares para el desarrollo y sobrevivencia planctónica del área estudiada.

Finalmente, desde el punto de vista comparativo, contando con el estudio de Apablaza & Palma (2006), realizado en Mejillones, es posible indicar que el estudio actual, al coincidir con la época principal de reproducción de peces pelágicos como la sardina española, *Sardinops sagax*, dista en composición y abundancia del estudio de Apablaza & Palma (2006). Asimismo, este último alcanzó un máximo de 31 especies, lejos también de los 61 taxa identificados en el presente estudio, lo que da cuenta de la alta diversidad zooplanctónica del sector en estudio.

Campaña Verano

La comunidad zooplanctónica estudiada en enero de 2012, reveló una importante productividad biológica, influida por la estacionalidad típica de los ecosistemas marinos temperados, con mayores niveles de abundancia de organismos en primavera y verano (Bernal *et al.*, 1983). Ello se vio reflejado por la alta abundancia de organismos, la que superó el 1.340.000 ind/100 m³, en toda el área de estudio. De este total, alrededor del 90% de ellos correspondió a organismos filtradores o pastoreadores (copépodos, nauplius, larvas de decápodos, larvas cifonautas y apendicularias)

Este rol trófico pastoreador, predominante de la comunidad zooplanctónica en estudio, permite suponer una oferta adecuada de detritus orgánico, fitoplancton, nanoplancton y microzooplancton, tamaño de espectro alimentario altamente utilizado por estos organismos (Harris *et al.*, 2005).

Los datos observados sugieren que el estudio cubrió una fase final de productividad biológica, la que habría comenzado varias semanas previas a este muestreo, con eventos importantes de surgencia, seguido con un bloom fitoplanctónico y que habría culminado con el alto crecimiento poblacional de zooplancton, el que observamos en este estudio, al cual le sigue un desarrollo poblacional importante de depredadores gelatinosos. Sin embargo, no se determinaron otros organismos depredadores como quetognatos por ejemplo.

Se observó cierta variabilidad en los niveles de abundancia de zooplancton entre algunas estaciones, alcanzando en algunos casos un orden de magnitud de diferencia. Sin embargo, estas diferencias en los niveles de abundancia no se dieron en estaciones contiguas, sino que su distribución en el área obedece más bien a un patrón de distribución aleatorio, con una mayor agregación de organismos en algunos puntos más que en otros, estructurando la típica distribución en “patchiness” del zooplancton. En este sentido, se ha determinado en zonas costeras de Chile central que el zooplancton puede experimentar variaciones altas como las determinadas en este estudio (Escribano *et al.*, 2007). Por otro lado, Mackas *et al.* (1985), ha

señalado que este tipo de variabilidad es propia de la distribución zooplanctónica, en escalas que en el plano horizontal se encuentran entre los 10 m y 100 km., aproximadamente, y en escalas verticales entre 0,1 m y 50 m, lo cual se ajusta a la mesoescala utilizada en este estudio.

El análisis de similitud Bray-Curtis confirma también la alta agregación planctónica en el área estudiada, en donde las separaciones principales del dendrograma muestran las diferencias en las densidades de organismos en ciertas estaciones respecto a otras. Dentro de las consecuencias ecológicas de estas agregaciones zooplanctónicas está la alimentación, la reducción del riesgo de ser comido, la selectividad de hábitat y los efectos demográficos (Valiela, 1985).

El presente estudio reveló una actividad reproductiva importante de pequeños pelágicos como la anchoveta (*Engraulis ringens*). Esta especie presenta un comportamiento reproductivo heterocronal, desovando en diferentes periodos del año (Balbontín & Bravo, 1999). Los investigadores Canales & Leal (2009) determinaron que la actividad reproductiva de *E. ringens* en el norte de Chile, medida a través del IGS (índice gonadosomático) evidencia un ciclo anual con los valores máximos del índice reproductivo desde fines de invierno (agosto) hasta mediados de la primavera (octubre). Posteriormente la actividad reproductiva continúa en verano, descendiendo paulatinamente hasta alcanzar sus valores más bajos en abril y mayo. Al haber sido realizado este estudio en enero, *E. ringens* se encontraba en una época favorable aún para su actividad reproductiva. Ello explicaría los valores relativos altos de huevos determinados para esta especie durante enero del presente año.

El estudio del zooplancton e ictioplancton realizado en la zona costera donde se emplazarán las obras marinas, presenta una estructura comunitaria propia del periodo de interfase primavera verano, con niveles de abundancia relativa y riqueza específica alta, todo ello influido por el factor estacionalidad. La estructura comunitaria presenta como base principalmente a organismos pastoreadores, con una densidad suficiente para sostener a un mayor número de depredadores gelatinosos, como es propio en las épocas más productivas. Los parámetros comunitarios principales como la riqueza de especies, dominancia de especies, diversidad específica y el rol trófico de la comunidad en estudio resultan similares a los determinados en la campaña de octubre de 2011 en la misma área de estudio. Algunos niveles de abundancia de las mismas especies difieren entre ambos periodos, siendo más abundantes en este último estudio (enero de 2012) que el determinado en octubre de 2011. Sin embargo, estas variaciones en los niveles de abundancia del zooplancton están fuertemente influidas por factores abióticos como turbulencia o pulsos de surgencia, los que pueden cambiar en forma brusca (Omori & Ikeda, 1992), en escala de días o semanas.

Campaña Otoño

La comunidad zooplanctónica, se caracterizó por una mayor aparición los organismos planctónicos quitinosos pertenecientes al grupo de los Arthropodos, representados en su gran mayoría por copépodos calanoídeos y estados larvales del orden decápodo. Asimismo organismos gelatinosos pertenecientes al grupo Urocordado, representados únicamente por larvaceas; como también algunos Cnidarios integrantes de la clase Hydrozoa, figuran como Abundantes en las muestras planctónicas. Por otra parte, se observó un bajo aporte del grupo de peces, los que si bien es cierto fueron registrados en la totalidad de los puntos de muestreo, las abundancias específicas fueron muy escasas.

Lo anterior se asemeja bastante a los resultados generados en estudios anteriores realizados en la misma localidad (ECOTECNOS, 2011) en donde se describe a la comunidad zooplanctónica con un predominio en la abundancia de determinados grupos filtradores tales

como copépodos, larvas de decápodos, apendicularias de Larvacea y larvas nauplius. Una de las diferencias sustanciales detectadas en el presente estudio, con relación a los resultados levantados por ECOTECNOS (2011) es la menor abundancia y diversidad del grupo peces, lo que tendría explicación por la época de muestreo, la cual no coincidió con la época principal de reproducción de peces pelágicos como la anchoveta, *Engraulis ringens*, y la sardina española, *Sardinops sagax* (Balbontín & Bravo, 1999).

La prospección de la comunidad zooplanctónica en el área de estudio permitió determinar un total de 34 estados ontogénicos y formas taxonómicas diferentes. Respecto de la distribución espacial de la abundancia total del zooplancton, se observa una gran homogeneidad vertical en la columna de agua, superficie-fondo, con valores de abundancia relativamente mayores en superficie pero, en general, estables entre ambos estratos

Los índices ecológicos calculados a través de las abundancias de las comunidades zooplanctónicas muestra una gran uniformidad entre las estaciones, destacando que los niveles medios de uniformidad, en ambas profundidades, indicando que algunas especies de la comunidad no presentan abundancias equitativas respecto al resto. Lo anterior se explica por la alta dominancia del grupo de copépodos calanoídeos y larvas del orden decápodo, quienes aportan con más de tres cuartas partes de la abundancia total del zooplancton encontrado, en la zona estudiada.

- **Conclusiones del Estudio de Avifauna**

Campaña Invierno

Los resultados obtenidos en la campaña de invierno indican que el área de emplazamiento del proyecto es frecuentada por, al menos, 11 especies de aves para el período de invierno (en la época de estudio), de las cuales dos de ellas, *Phalacrocorax gaimardi* (lile) y *Pelecanus thagus* (pelicano) son clasificadas como con Amenaza Cercana por Birdlife International (2011). Ninguna de las aves avistadas se encuentra registrada en alguno de los Procesos de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación. Cabe destacar, que la presencia de todas las especies halladas en el área censada ya ha sido enunciada como área de distribución por otros autores (Araya & Millie, 1996; Jaramillo *et al.*, 2005).

También debe considerarse que tanto el pelicano *P. thagus* como el piquero *S. variegata*, ambas especies avistados en el área de estudio, se clasifican como “especies características de la corriente de Humboldt” y se encuentran relacionadas con la producción de guano en Chile, siendo catalogadas como aves guaneras de acuerdo a lo que indica el D.F.L. 25/1963.

Otro punto relevante de esta campaña fue el registro de nidos de la especie *P. gaimardi*. En total, se observaron 16 nidos, 10 emplazados en la coordenada 22°12'07,8”S 70°13'40,0”W y 6 emplazados en la coordenada 22°12'06,0”S 70°13'38,6”W. En todos los casos los nidos estaban recién construidos, sin observarse huevos ni polluelos. A su vez, se observó a lo largo de todo el período en el que se levantó la información, numerosos ejemplares de lile acarreado materiales para construcción de nidos.

Desde el punto de vista de la densidad de las especies registradas para el período de estudio, el área es dominada por la gaviota garuma, *Larus modestus*, observándose restringida exclusivamente a la estación 1. En segundo lugar se encuentra el pelicano, *Pelecanus thagus* registrándose únicamente en la estación 4. En general, la avifauna existente registra una baja abundancia, lo cual se encuentra directamente relacionado con el tipo de intermareal y sus características, correspondiente a litoral predominantemente rocoso, con actividades moderadas de recolección por parte de las comunidades aledañas, disponibilidad de algos

peñones rocosos como refugio y una baja afluencia de personas, al encontrarse más bien alejado de la ciudad de Tocopilla, con una distancia de 12 kilómetros al sur por la Ruta 1.

Campaña Verano

Los resultados registrados en verano indican que el área de emplazamiento del proyecto es frecuentada por al menos 10 especies de aves para el período de verano (en la época de estudio), de las cuales tres de ellas, *Phalacrocorax gaimardi* (lile), *Phalacrocorax bougainvillii* (guanay) y *Pelecanus thagus* (pelícano) son clasificadas como con Amenaza Cercana por Birdlife International (2011). Ninguna de las aves avistadas se encuentra registrada en alguno de los Procesos de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación de Chile. Cabe destacar que la presencia de todas las especies halladas en el área censada ya ha sido enunciada como área de distribución por otros autores (Araya & Millie, 1996; Jaramillo *et al.*, 2005).

También debe considerarse que tanto el pelícano *P. thagus* como el guanay *P. bougainvillii* se clasifican como “especies características de la corriente de Humboldt” y se encuentran relacionadas con la producción de guano en Chile, siendo catalogadas como aves guaneras de acuerdo al D.F.L. N° 25/1963.

Otro punto relevante de la campaña fue el registro de nidos de la especie *P. gaimardi*. En total, se observaron 6 nidos, 3 emplazados en la coordenada 22°12'07,8"S; 70°13'40,0"W (7.544.282 N; 373.441 E) y 3 emplazados en la coordenada 22°12'06,0"S; 70°13'38,6"W (7.544.337 N; 373.480 E). Estos nidos fueron avistados en distintos estados de desarrollo, registrándose 1 con huevos, 2 construidos sin huevos y 3 en proceso de construcción.

Desde el punto de vista de la densidad de las especies registradas para el período de estudio, el área es dominada por el lile, *Phalacrocorax gaimardi*, observándose en 43% de las estaciones. En segundo lugar se encuentra el yeco, *P. brasiliensis* registrado en el 29% de las estaciones. En general, la avifauna existente registra una baja abundancia, lo cual se encuentra directamente relacionado con el tipo de intermareal y sus características, correspondiente a litoral predominantemente rocoso, con actividades moderadas de recolección por parte de las comunidades aledañas, disponibilidad de algunos peñones rocosos como refugio y una baja afluencia de personas, al encontrarse a 12 kilómetros de Tocopilla

Campaña Otoño

Se detectó un total de 14 especies de aves y un mamífero marino (*Otaria flavescens*) en el conjunto de la campaña de monitoreo.

El análisis de calidad del monitoreo indica que se habría registrado el 98,0 % de las especies potencialmente presente en el área y tiempo de monitoreo.

Las especies más abundantes en el área son el Yeco, el Pelícano y el Jote. Las especies más frecuentes son el Yeco y el Churrete costero.

Se registra la presencia de cuatro especies catalogadas en categorías especiales de conservación de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza y/o a la Lista Roja de la IUCN.

Tabla 2.5-304. Especies en Categorías Especiales de Conservación

Especie	Nombre común	Ley de Caza	IUCN
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano		NT
<i>Sula variegata</i>	Piquero	I	LC
<i>Phalacrocorax bouganvillii</i>	Guanay	V	NT
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	I	NT

- Abundancia y Riqueza de especies

Se registra un total de 18 especies en el conjunto de las campañas, con 7 especies comunes para todos los estudios indicados, como se indica en la siguiente Tabla 2.5-305.

Tabla 2.5-305. Especies registradas en las Campañas citadas

Especies	Verano 2012	Invierno 2011	Mayo 2012
<i>Cathartes aura</i>	X	X	X
<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	X	X	X
<i>Cinclodes oustaleti</i>			X
<i>Geositta cunicularia</i>			X
<i>Haematopus ater</i>	X	X	X
<i>Haematopus palliatus</i>		X	
<i>Larosterna inca</i>			X
<i>Larus belcheri</i>		X	X
<i>Larus dominicanus</i>	X	X	X
<i>Larus modestus</i>	X	X	
<i>Macronectes giganteus</i>	X		
<i>Numenius phaeopus</i>	X		
<i>Nycticorax nycticorax</i>	X		X
<i>Pelecanus thagus</i>	X	X	X
<i>Phalacrocorax bouganvillii</i>	X		X
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	X	X	X
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	X	X	X
<i>Sula variegata</i>		X	X
Riqueza	12	11	14
Ab. Promedio	48	87	127,5

La riqueza de especies registrada es similar para todos los estudios, con una mayor diferencia en la abundancia de individuos, atribuible a factores estacionales y a la mayor extensión monitoreada en la presente campaña, lo que indicaría la complementariedad de los estudios realizados.

2.5.6. Referencias Bibliograficas

- Aguilera, M. M. Y Silva J. F. 1997. Especies y biodiversidad. *Interciencia*, 22: 299-306.
- Ahumada, R. 1992. Patrones de distribución espacial de metales traza (Cr, Ni, Zn, Cu, Cd y Pb) en sedimentos superficiales de Bahía San Vicente, Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 27 (2): 265-282.
- Ahumada, R. 1994. Nivel de concentración e índice de bioacumulación para metales pesados (Cd, Cr, Hg, Ni, Cu, Pb y Zn) en tejidos de invertebrados bénticos de Bahía San Vicente, Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 29 (1): 77-87.
- Ahumada, R. 1995. Programa de vigilancia del contenido de metales traza (As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb, Se y Zn) en los sedimentos marinos de Caleta Coloso. *Ciencia y Tecnología del Mar, CONA N° Especial*. 89-100.
- Aitken, G. 2004 *A new approach to conservation: the importance of the individual through wildlife rehabilitation*, Ashgate Publishing, Ltd., 2004 - 204 páginas
- Apablaza, P. & s. Palma. 2006. Efecto de la zona de mínimo oxígeno sobre la migración vertical de zooplancton gelatinoso en la bahía de Mejillones. *Invest. Mar., Valparaíso*, 34(2): 81-95.
- Arakaki N., M.E. Ramírez & C. Córdova. 1997. "Desarrollo morfológico y Taxonomía de *Chondrus canaliculatus* (C. Ag.) Greville (Rhodophyta, Gigartinaceae) de Perú y Chile". *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile*, 46: 7-22.
- Araya B & G Millie. 1996. *Guía de Campo de las Aves de Chile*. Editorial Universitaria, 7ª Edición. 406 p.
- Araya B. 1983. A preliminary report on the status and distribution of the humboldt penguin in Chile. *Simposium on Breeding in Captivity*. Los Angeles. 125-135.
- Araya, B. & G. Millie. 1996. *Guía de Campo de las Aves de Chile*. Editorial Universitaria, 7ª Edición. 406 p.
- Atlas, R.M. & B. Bartha. 1993. *Microbial, Ecology, Fundamentals and applications*. The Benjamins/Cumming, Canada. 410 p.
- Baev, P. V. Penev L. D. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.
- Berrios, V. & M. Vargas. 2004. Estructura trófica de la asociación de peces intermareales de la costa rocosa del norte de Chile. *Rev. Biol. Trop.* 52(1): 201-212.
- Bibby, C. Jones, M. & Marsden, S. 1998. *Expedition Field Techniques: Birds Surveys*. Royal Geographical Society. ISBN 978-0-907649-79-3.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess, D.A. Hill, y S.H. Mustoe. 2000. *Bird Census Techniques*. 2a Ed. Academic Press, London. 302 pp.
- Bird, C., E.L. Rice, C.A. Murphy & M.A. Ragan. 1992. Phylogenetic relationships in the Glacilariales (Rhodophyta) as determined by 18S rDNA sequences". *Phycologia*, 31(6): 510-522.

- BirdLife International. 1992. Aves Amenazadas de las Américas (Libro Rojo de BirdLife Internacional - UICN). Cambridge, UK.
- BirdLife International. 2003 BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation. Version 2.0. Cambridge, UK: BirdLife International. Disponible en internet: <http://www.birdlife.org> (visitado el 12/10/2011).
- Blott, S. & K. Pye. 2001. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth.Surf.Process. Landforms* 26: 1237-1248.
- Bond, C.E. 1996. *Biology of Fishes*. Second Edition. Saunders College Publishing. USA, 750 pp.
- Bratström, H. & A. Johansson. 1983. Ecological and regional zoogeography of the marine benthic fauna of Chile. *Sarsia* 68: 289-339.
- Braun *et al.* 2007a. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2005. Informe Final Proyecto FIP 2005-10. 560 pp.
- Braun *et al.* 2007b. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2006. Proyecto FIP 2006-01. 554 pp.
- Braun *et al.* 2008. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2007. Proyecto FIP 2007-11. 408 pp.
- Braun *et al.* 2009. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2008. Proyecto FIP 2008-21. 489 pp.
- Braun *et al.* 2010. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2009. Proyecto FIP 2009-38. 566 pp.
- Brown, R.G.B., F. Cooke, P.K. Kinnear & E.L. Mills. 1975. Summer seabird distributions in Drake Passage, the Chilean Fjords and off southern South America. *Ibis* 177: 339-356.
- Burton, M. 1929. Porifera. Part II. Antarctic Sponges. British Antarctic ("Terra Nova") Expedition 1910, *Zoology*, 6(4): 393-458.
- Camphuysen, C.J. Garthe, T. Recording foraging seabirds at sea; standardized recording and coding of foraging behavior and multi-species foraging associations.
- Camus, P. & R. Barahona. 2002. Insectos del intermareal de Concepción, Chile: perspectivas para la investigación ecológica. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 793-803.
- Camus, P. 2001. Biogeografía marina de Chile continental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74: 587-617.
- Carrasco, F.D., V.A. Gallardo & S. Medrano. 1988. Sublittoral macrobenthic infaunal assemblages of two nearby embayments from Central Chile. *Int.Revue ges. Hydrobiol.* 73 (4): 441-455.
- Carrasco, F.D., W. Carbalas & M. Palma. 1996. El macrobentos del sublitoral de bahía de San Vicente, Chile: dominancia ecológica y diversidad específica en un gradiente de enriquecimiento orgánico. *Gayana Oceanología*. 4(2): 195-211.
- Castilla, JC, M. Sánchez & O. Mena. 1977. Estudios ecológicos en la zona costera afectada por contaminación del "Northern Breeze".- I. Introducción General comunidades de playas de arena. *Medio Ambiente* 2(2): 53-64.

- Castillo *et al.* 1994. Evaluación directa del stock de sardina española, anchoveta y jurel (I a IV regiones). Informe Técnico FIP (FIP-IT / 93-01). 256 pp.
- Ceamar. 2009. Línea de Base Medio Ambiente Marino, Sector Caleta Flamenco, III Región. Para Anglo American Norte S.A. 80 p.
- Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Canadá. 1990. Guía de algas marinas chilenas de importancia económica. Red de algas marinas – Chile. 114 p.
- Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA), Universidad de Antofagasta. <http://www.uantof.cl/crea/> Visita 10/10/2011.
- Chester, R. & J.H. Stoner. 1975. Trace elements in sediments from the lower Severn Estuary and Bristol Channel. Mar. Poll. Bull., 6(6): 92-95.
- Comisión Nacional del Uso del Borde Costero, Región de Antofagasta. 2009. Planos Marítimos Costeros. Subsecretaría para las Fuerzas Armadas. 12 p.
- Comisión Regional del Uso del Borde Costero, Región de Antofagasta. 2009. Zonificación de los Usos del Borde Costero Región de Antofagasta. Memoria Explicativa. 55 p.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). 2012. <http://www.cites.org/esp/index.shtml> (Visitado el 20 de enero de 2012)
- Decreto con Fuerza de Ley 25/1963. Legisla sobre bonificación y comercio de fertilizantes, desinfectantes y pesticidas. 04 de abril de 1963
- Decreto Exento N° 1011. 2011. Establece veda extractiva para los recursos huiro negro, huiro palo y huiro. MINECOM.
- Decreto Supremo 05. 1998. Reglamento de la Ley de Caza. 9 de enero de 1998.
- Decreto Supremo 151/2007 MINSEGPRES. 2007. Oficializa Primera Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación. 6 de diciembre de 2006.
- Decreto Supremo 23/2009 MINSEGPRES. 2009. Aprueba y Oficializa Nómina para el Cuarto Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación. 3 de marzo de 2009.
- Decreto Supremo 50/2008 MINSEGPRES. 2008. Aprueba y Oficializa Nómina para el Segundo Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación. 24 de abril de 2008.
- Decreto Supremo 51/2008 MINSEGPRES. 2008. Aprueba y Oficializa Nómina para el Tercer Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación. 24 de abril de 2008.
- Desqueyroux-Faúndez, R. 1989. Demospongiae (Porifera) del litoral chileno antártico. Serie Científica INACH, 39: 97-158.
- Desqueyroux-Faúndez, R. 1990. Spongiaires (Demospongiae) d'Ile de Paques (Isla de Pascua). Revue Suisse de Zoologie, 97 (2): 373-409.
- Desqueyroux-Faúndez. 1972. Demospongiae (Porifera) de la costa de Chile. Gayana, Zoología, 20: 1-56.

- Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR). 1996. Guía Metodológica de Revisión Técnica Sectorial de Estudios de Impacto Ambiental en el Medio Ambiente Acuático de Jurisdicción Nacional para Proyectos que Contemplan Descargas de Residuos Líquidos, de Puertos y Terminales Marítimos u Otros.
- Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR). 2000. Guía Metodológica de Revisión Técnica Sectorial de Estudios de Impacto Ambiental en el Medio Ambiente Acuático de Jurisdicción Nacional para Proyectos que Contemplan Descargas de Residuos Líquidos, de Puertos y Terminales Marítimos u Otros.
- Dirección Meteorológica de Chile. 2011. http://www.meteochile.gob.cl/climas/climas_tercera_region.htmlhttp://www.meteochile.cl/climas/climas_decima_region.html. Búsqueda efectuada 03/10/2011.
- Ecotecnos Ltda. 2006. Estudio de Línea Base Marina, Oxiquim Mejillones, II Región. Preparado para Geomar Ltda. Informe Técnico INF-MEJ/082006, 171 p.
- Ecotecnos Ltda. 2009. Caracterización Columna de Agua y Sedimentos Marinos Proyecto de Ingeniería, Diseño de Playa Artificial, Sector El Salitre, Tocopilla, IIª Región. Preparado para GHD S.A. Informe Técnico GHD-SAL/072009, 86 p.
- Ecotecnos Ltda. 2009. Caracterización columna de agua y sedimentos marinos proyecto de ingeniería, diseño de playa artificial, sector El Salitre, Tocopilla, IIª Región. Preparado para GHD S.A. Informe Técnico GHD-SAL/072009, 86 p.
- Ecotecnos Ltda. 2011. Caracterización Comunidades Bentónicas Submareales e Intermareales Proyecto de Ingeniería, Diseño de Playa Artificial, Sector El Salitre, Tocopilla, IIª Región. Preparado para GHD S.A. Informe Técnico GHD-SAL1/022011, 30 p.
- Eschmeyer, W. 2005. CAS. Ichthyology-Catalog of fishes, California Academy of Sciences, San Francisco, CA, USA. 2905 p.
- Escribano, R. & P. Hidalgo. 2000. Spatial distribution of copepods in the north of the Humboldt Current region off Chile during coastal upwelling. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 80: 283-290.
- Escribano, R. & P. Hidalgo. 2001. Circulación inducida por el viento en Bahía de Antofagasta, Norte de Chile (23° S). Revista de Biología Marina y oceanografía 36 (1): 43-60
- Escribano, R. 1998. Population dynamics of *Calanus chilensis* in the Chilean eastern boundary Humboldt Current. Fish. Oceanogr., 7(3/4): 245-251.
- Escribano, R., L. Rodríguez, & C. Iribarren. 1995. Temporal variability of sea temperature in bay of Antofagasta, northern Chile (1991-1995). Estudios Oceanológicos 14: 39-47.
- Estados, C.F. 2001. Informe sobre Validación Técnica del Proyecto "Validación de Procedimientos Técnico-Administrativos para Listar Especies en Categorías de Conservación". CONAMA, Santiago, Chile.
- Estados, C.F. 2004. Estrategia Nacional para la Conservación de Aves 2004. Unión de Ornitólogos de Chile y Universidad de Chile, 22 p.

- Estrategia Regional de Desarrollo de Antofagasta. 2007 -2017. 2009. Gobierno Regional de Antofagasta.
- Folk, R.L. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Pub. Co. Ustin, Texas, 182 P.
- Fondo de Investigación Pesquera (FIP). 1993. Proyecto FIP 93-01 “Evaluación directa del stock de sardina española, anchoveta y jurel (I a IV Regiones)”.
- Foreman, MGG. 1977. Manual for Tidal Heights Analysis and Prediction. Pacific Marine Science Report 77-10, Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sidney, B.C., 58 pp. (2004 revision).
- Fredericq S., M.H. Hommersand & G.L. Leister. 1992. Morphology and systematic of *Acanthococcus antarcticus* (Cystocloniaceae, Rhodophyta). *Phycologia*, 31(1): 101-118.
- Fredericq, Suzanne & M.E. Ramírez. 1996. Systematic studies of the antarctic species of the Phylloporaceae (Gigartinales, rhodophyta) based on rbcL sequence analysis. *Hidrobiologia*, 326/327: 137-143.
- Fuller, R.J. & D.R. Langslow. 1984. Estimating numbers of birds by point counts: how long should counts last?. *Bird Study*, 31: 195-202.
- Gallardo, V.A., J.C. Castilla & L.A. Yañez. 1972. Algunas consideraciones preliminares sobre la ecología bentónica de los fondos sublitorales blandos en la Bahía de Concepción. *Bol. Soc. Biol. Concepción*. 44: 169-190.
- Geomar Ltda. 2008. Programa de Vigilancia Ambiental Central Termoeléctrica Tocopilla Electroandina – Septiembre 2008. Preparado para Electroandina S.A., 165 p.
- Glade, A. (ed). 1988. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile, Corporación Nacional Forestal (CONAF), Primera Edición. Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile. 65 p.
- González, He., G. Daneri, D. Figueroa, J. Iriarte, N. Lefevre, G. Pizarro, R. Quiñones, M. Sobarzo & A. Troncoso. 1998. Producción primaria y su destino en la trama trófica pelágica y océano profundo e intercambio océano-atmósfera de CO₂ en la zona norte de la corriente de Humboldt (23° S): posibles efectos del evento El Niño, 1997-98 en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 429-458.
- González, He., R. Giesecke, C. Vargas, M. Pavez, J. Iriarte, P. Santibáñez, L. Castro, R. Escribano & F Pagés. 2004. Carbon cycling through the pelagic foodweb in the northern Humboldt Current off Chile (23° S). *Journal of Marine Science* 61: 572-584.
- González, He., V. Ortiz & M. Sobarzo. 2000. The role of faecal material in the particulate organic carbon flux in the northern Humboldt Current, Chile (23° S), before and during the 1997-1998 El Niño. *Journal of Plankton Research* 22: 499-529.
- Gray, J.S. 1981. The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. Cambridge University Press. 185 p.
- Gray, J.S. & M. Elliott 2009. Ecology of marine sediments. From Science to Management. 2º Ed. Oxford University Press. 255 p.
- Hernández, S., C. Franco & C. Herrera. 2008. Carbono orgánico y materia orgánica en sedimentos superficiales de la bahía Concepción. *Ciencia Ahora*, 21 (11): 28-34.

- Hoffmann, A. & B. Santelices 1997. Flora Marina de Chile Central. Marine Flora of Central Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, 434 pp.
- Hommersand M.H., M.D. Gulry, S. Fredericq & G.L. Leister. 1993. New perspectives in the taxonomy of the Gigartinales (Gigartinales, Rhodophyta). *Hydrobiologia*, 260/261: 105-120.
- Inmann, D.L. 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 22: 125-145.
- Interactive Learning Paradigms Incorporated (ILPI). 2012. <http://www.ilpi.com/msds/ref/acutetoxicity.html>. Búsqueda efectuada 22/01/2012.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 pp.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2011. www.iucn.org (Visitado el el 20 de enero de 2012).
- IOC, SCOR, IAPSO. 2010. The international thermodynamic equation of seawater – 2010: Calculation and use of thermodynamic properties. Intergovernmental Oceanographic Commission, Manuals and Guides No.56, UNESCO (English), 196 pp.
- Iriarte, J. & H. González. 2004. Phytoplankton size structure during and after the 1997/1998 El Niño in coastal upwelling area of the northern Humboldt Current System. *Marine Ecology Progress Series* 269: 83-90.
- Iriarte, J., G. Pizarro, V. Troncoso & M. Sobarzo. 2000. Primary production and biomass of size-fractionated phytoplankton of Antofagasta, Chile (23-24° S) during pre-El Niño and El Niño 1997. *Journal of Marine Systems* 26: 37-51.
- IUPAC Gold Book. 2012. <http://goldbook.iupac.org/AT06800.html>. Búsqueda efectuada 22/01/2012.
- Jaramillo A, P Burke & D Beadle. 2005. Aves de Chile. Lynx Edicions. Barcelona
- Jaramillo, E., F. Carrasco, P. Quijón, M. Pino & H. Contreras. 1998. Distribución y estructura comunitaria de la macroinfauna bentónica en la costa del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 71: 459-478.
- John, D., G. Paterson, N. Evans, M.E. Ramírez, M. Spencer Jones, P. Báez, T. Ferrero, C. Valentine & D. Reid. 2003. Manual de Biotopos Marinos de la Región de Aysén, Sur de Chile. London, Biodiversity Aysén Project: 127 pp.
- Krebs, Ch. 1989. *Ecological Methodology*. University of British Columbia. Pub. Harper Collins 951pp.
- Lamilla, J. & C. Bustamante. 2005. Guía para el reconocimiento de: tiburones, rayas y quimeras de Chile. *Oceana*, Documento 17 (nov. 2005): 1-80.
- Lamilla, J. & S. Sáez. 2003. Clave taxonómica para el reconocimiento de especies de rayas chilenas (Chondrichthyes, Batoidei). *Investigaciones Marinas*, 31(2): 3-16.
- Larraín, A. 1995. Biodiversidad de equinodermos chilenos: estado actual del conocimiento y sinopsis biosistemática. *Gayana Zool.* 59(1): 73-96.
- Ley 19.300. Ley de Bases del Medio Ambiente. 09 de marzo de 1994.

- Lie, U. 1969. Standing crop of benthic infauna in puget sound an off the coast of Washington. J. Fish. Res. Board. Can., 26: 55-62.
- Loyd, M.; J. Zar & J. Karr. 1968. On the calculation of information-theoretical measures of diversity. The Am. Midl. Nat., 79(2): 257-272.
- Margalef, R. 1968. Perspective en ecological theory. Chicago, University of Chicago Press. 111 p. (Chicago Series in Biology).
- Marín, V. & G.R. Olivares. 1999. Estacionalidad de la productividad primaria en Bahía Mejillones del Sur (Chile): una aproximación proceso-funcional. Rev. Chil. Hist. Nat., 72: 629-641.
- Marín, V. L. Delgado & R. Escribano. 2003. Upwelling shadows at Mejillones bay (northern Chilean coast): a remote sensing in situ analysis. Investigaciones Marinas (Chile) 31: 47-55.
- Marín, V., L. Rodríguez, L. Vallejo, J. Fuenteseca & E. Oyarce. 1993. Dinámica primaveral de la productividad primaria de Bahía Mejillones del Sur (Antofagasta, Chile). Rev. Chil. Hist. Nat., 66: 479-491.
- Maus, S., S. Macmillan, S. McLean, B. Hamilton, A. Thomson, M. Nair & C. Rollins. 2010. The US/UK World Magnetic Model for 2010-2015, NOAA Technical Report NESDIS/NGDC
- Meléndez, R. 2006. Peces Marinos. En: CONAMA. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores (Santiago de Chile). p. 292 – 301.
- Mills, K. William J. Sydeman, W & Hodum, P. 2005. The California Current Marine Bird Conservation Plan. Marine Ecology Division, PRBO Conservation Science.
- Monroe, BL & C.G. Sibley. 1997. A World Checklist of Birds. Yale University Press, New Haven.
- Monroe, BL & C.G. Sibley. 1997. A World Checklist of Birds. Yale University Press, New Haven.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA. 2012. Office of Response and Restoration. <http://response.restoration.noaa.gov>. Búsqueda efectuada el 22/01/2012.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the World. Third edition. John Wiley & Sons. Inc. USA, 600 p.
- Ojeda, P., F. Labra y A. Muñoz. 2000. Biogeographic patterns of Chilean litoral fishes. Revista Chilena de Historia Natural, 73: 625-641.
- Ontario, Canadá. 1993. Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario. ISBN 0-7729-9248-7. 32 p.
- Ortleb, L., O. Zúñiga, R. Follegati, R. Escribano, I. Kong, L. Rodríguez, P. Mourguiart, J. Valdés & P. Irachet. 1994. Paleooceanografía de Bahía Mejillones del Sur (Antofagasta, Chile): Resultados preliminares para el último milenio. Estudios Oceanológicos 13: 45-55

- Osorio, C. & N. Bahamonde. 1970. Lista Preliminar de Lamelibranquios de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 31: 185-256.
- Osorio, C. 1981. Caudofoveata y solenogastra de Chile. Boletín de la Sociedad Biológica de Concepción, 52: 115-128.
- Páez, M., O. Zúñiga, J. Valdés & L. Ortileb. 2001. Foraminíferos bentónicos recientes en sedimentos micróxicos de la Bahía Mejillones del Sur (23°S), Chile. Revista de biología marina y oceanografía 36 (2): 129-139
- Palma ,W., F. Carrasco, O. Aracena & I. Perez. 1982. Macroinfauna de playa arenosas de la Bahía Concepción, Chile. Ciec. Y Tec. del Mar, CONA 6: 101-115.
- Pawlowicz, R., B. Beardsley & S. Lentz. 2002. Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. *Computers and Geosciences* 28: 929-937.
- Pequeño, G. 1997. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada: addendum". Revista de Biología Marina y Oceanografía, 32(2): 77-94.
- Pequeño, G. y J. Lamilla. 1993. Batoideos comunes a las costas de Chile y Argentina-Uruguay (Pisces: Chondrichthyes). Rev. Biol. Mar., Valparaíso 28 (2) 203-217.
- Pequeño, G., J. Rucabado & D. Lloris. 1990. Tiburones comunes a las costas de Chile, California-Oregón y Namibia-Sudáfrica. Revista de Biología Marina 24(2): 65-80.
- Peters, A. F. & M. E. Ramírez 2001. Molecular phylogeny of small brown algae, with special reference to the systematic position of *Caepidium antarcticum* (Adenocystaceae, Ectocarpales). *Crypt. Algal.* 22(2):187-200.
- Peters, A.F. 1990. Field and culture studies of *Streblonema Macrocystis* sp. nov. (Ectocarpales, Phaeophyceae) from Chile, a sexual endophyte of giant kelp. *Phycologia*, 30(4): 365-367.
- Peters, A.F. 1992a. Culture studies on the life history of *Dictyosiphon hirsutus* (Dictyosiphonales, Phaeophyceae) from South America. *British Phycological Journal* 27(2): 177-183.
- Peters, A.F. 1992b. Distinction of South American *Hapogloia andersonii* and *Chordaria linearis* (Phaeophyceae) based on differences in sexual reproduction, morphology, ecophysiology, and distribution. *Journal of Phycology*, 28(5): 684-693.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- Pizarro G J Iriarte V Montecinos.2002. Mesoscale primary production and bio-optical variability off Antofagasta (23°-24° S) during the transition to El Niño 1997-1998. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 201-215.
- Plant, J. *et al.* 2009. NH₄-Digiscan: an in situ and laboratory ammonium analyzer for estuarine, coastal, and shelf waters. *Limnology & Oceanography: Methods*, 7:144-156.
- Pugh, D.T. 1987. Tides, surges, and man sea-level. A handbook for engineers and scientists. London. Wiley.472 pp.
- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres.

Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

- Ramírez M.E. & C. Osorio. 2000. Patrones de distribución de macroalgas y macroinvertebrados intermareales de la isla Robinson Crusoe, Archipiélago Juan Fernández, Chile". Invest. Mar., Valparaíso, 28: 1-13.
- Ramírez, J. 1981. Moluscos de Chile, vol. 1: Archaeogastropoda. Imprenta Museo Nacional de Historia Natural, Chile.
- Ramírez, J. 1987. Moluscos de Chile, vol. 2: Mesogastropoda. Imprenta Museo Nacional de Historia Natural, Chile.
- Ramírez, J. 1990. Moluscos de Chile, vol. 3: Neogastropoda. Imprenta Museo Nacional de Historia Natural, Chile.
- Ramírez, J. 1993. Moluscos de Chile, vol. 4: Bivalvia. Imprenta Museo Nacional de Historia Natural, Chile.
- Ramírez, M.E. & A.F. Peters. 1992. The South American species of *Desmarestia* (Phaeophyceae". Canadian Journal of Botany, 70: 2.430-2.445.
- Ramírez, M.E. & B. Santelices. 1991. Catálogo de las algas marinas bentónicas de la Costa del Pacífico Templado de Sudamérica. Monografías Biológicas, 5. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago.
- Ramírez, M.E. & D.G. Müller. 1991. New records of marine algae from Eastern Island. Botánica Marina, 34: 133-137.
- Ramírez, M.E. & G. Rojas. 1991. El género *Colpomenia* (F C Mertens ex Roth) Derbes et Solier (Phaeophyceae) en Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 42: 11-24.
- Ramírez, M.E. & L. Tapia. 1991. *Gracilariopsis lemaneiformis* (Bory) Dawson, Acleto y Foldvik en el Norte de Chile (Rhodophyta, Gracilariaceae). Rev. Chil. de Historia Natural, 64: 323-330.
- Ramírez, M.E. 1995. Algas Marinas Bentónicas. En: J. Simonetti; M.T.K. Arroyo, A. Spotorno y E. Lozada (eds.), Diversidad Biológica de Chile, pp. 38-47.
- Ramírez, M.E. 2006. Algas Marinas Bentónicas. En: CONAMA. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores (Santiago de Chile). pp. 346-357.
- Ramírez, M.E., C. Juica & A.M. Mora. 1993. "Flora Marina Béntica de las islas San Félix y San Ambrosio". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, 44: 19-25.
- Rodríguez, L. 1987. Observaciones sobre fitoplancton y temperatura superficial en la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. Revista de Biología Marina (Chile) 23(1): 1-29.
- Rodríguez, L. 2004. Observaciones sobre efectos de El Niño 1997-1998 en el fitoplancton de bahía Antofagasta y durante un fenómeno de surgencia en bahía Mejillones del Sur, Antofagasta, Chile pp. 97-118. En Avaria S, J Carrasco, J Rutllant & E Yáñez. (eds.). 2004. El Niño-La Niña 1997-2000. Sus Efectos en Chile. CONA, Chile, Valparaíso.
- Rodríguez, L., P. Zárate & Ye. Oyarce. 1986. Producción primaria del fitoplancton y su relación con la temperatura, oxígeno, nutrientes y salinidad en la Bahía de Mejillones del Sur. Revista de Biología Marina (Chile) 22: 75-96.

- Rodríguez, L., V. Marín, M. Farías & E. Oyarce. 1991. Identification of an upwelling zone by remote sensing and in situ measurement. Mejillones del Sur Bay (Antofagasta- Chile). *Scientia Marina* 55: 467-473.
- Rosenberg, R., H.C. Nilsson & R.J. Diaz. 2001. Response of Benthic Fauna and Changing Sediment Redox Profiles over a Hypoxic Gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (2001) 53, 343–350.
- Rottmann, J. y M.V. López-Calleja. 1992. Estrategia Nacional de Conservación de Aves. Serie Técnica 1. Servicio Agrícola y Ganadero, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables.
- Rouse, G.W. & F. Pleijel. 2001. Polychaetes. Oxford University Press, Oxford. 1-354.
- Rovira, J., D. Ortega, D. Álvarez & K. Molt. 2008. Áreas Protegidas en Chile. En: CONAMA. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores (Santiago de Chile). p. 506 – 568.
- Roycroft, D. *et al.* 2007. Risk assessment for marine mammal and seabird population un south werstern irish waters. Coastal and Marine Resources Centre, University College Cork
- Rozbaczylo, N. 1985. Los anélidos poliquetos de Chile. Índice sinonímico y distribución geográfica de especies. Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile, Serie Monografías Biológicas 3: 1-284.
- Rozbaczylo, N., R.A. Moreno, G.L. Guzmán & J. Jaque. 2004. Poliquetos pelágicos (Annelida, Polychaeta) del Pacífico suroriental frente a Chile e Islas Oceánicas. *Investigaciones Marinas* 32(2): 11-22.
- Salamanca, M. & A. Camaño. 1994. Historia de la contaminación por metales en traza en dos áreas costeras del norte y centrosur de Chile. *Gayana Oceánica* 2(1), 31-39.
- Santelices B. 1989. Algas marinas de Chile. Distribución. Ecología. Utilización. Diversidad. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2012. Tabla Pública Estado de Avance de los Procesos de Dictación y Revisión de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, Correspondiente al Medio Hídrico. 10 de enero de 2012.
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). 2005. Instrucciones Oceanográficas N°1. SHOA PUB 3201. 3ª Edición, 24 pp.
- Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2009. Anuario estadístico de pesca. Servicio Nacional de Pesca, Ministerio de Economía y Energía.
- Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2011, http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=startdown&id=3969. Búsqueda efectuada 03/10/2011.
- Shannon, C. & W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 117 p.
- Sielfeld, W. & G. Guzmán. 2008. Annelida. En: CONAMA. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores (Santiago de Chile). p. 175 – 178.

- Sielfeld, W. & M. Vargas. 1999. Review of marine fish zoogeography of Chilean Patagonia (42° – 57°S). pp: 451-463. In: Magellan-Antarctic: Ecosystem that Drifted Apart. W.E. Arntz y C. Ríos (eds.). Scientia Marina, 63(1): 1-518.
- Sielfeld, W. 1983. Mamíferos marinos de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago, Chile. 199 pp.
- Simeone, A. *et al.* 2003. Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile. Rev. chil. hist. nat. [online]. 2003, vol.76, n.2, pp. 323-333. ISSN 0716-078X.
- Sobarzo, M. & D. Figueroa. 2001. The physical structure of a cold filament in a Chilean upwelling zone (Península de Mejillones, Chile, 23° S). Deep-Sea Research 48: 2699-2726.
- Strub, P.T., J.M. Mesías, V. Montecino, J. Rutllant & S. Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. Coastal segment (6,E). In: A.R. Robinson & K.H. Brink (eds.). The Sea, 11: 273-308.
- Szecsody, J.E., J.S. Fruchter, D.S. Sklarew & J.C. Evans. 2000. In Situ Redox Manipulation of Subsurface Sediments from Fort Lewis, Washington: Iron Reduction and TCE Dechlorination Mechanisms. Technical report. Pacific Northwest National Laboratory Richland, Washington.
- Takesue, R., A. Van Geen, J. Carriquiry, E. Ortiz, L. Godínez-Orta, I. Granados, M. Saldívar, L. Ortlieb, R. Escribano, N. Guzmán, J. Castilla, M. Varas, M. Salamanca & C. Figueroa. 2004. Influence of coastal upwelling and El Niño-Southern Oscillation on nearshore water along Baja California and Chile: shore-based monitoring during 1997-2000. Journal of Geophysical Research 109: 1-14.
- Tapia, L. 2002. Guía de Biodiversidad N° 4. Vol. 4 Macrofauna y Algas Marinas. ALGAS. Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA), Universidad de Antofagasta. 66 P.
- Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixon, T. & Blake, B.F. 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of the methods employed and a suggestion for a standardized approach. Auk 101: 567-577.
- Thornback J & M Jenkins. 1982. The IUCN Mammal Red Data Book Part 1. IUCN. Gland. pp 225-227.
- Ulloa, O., R. Escribano, S. Hormazábal, R. Quiñónez, R. González & R. Ramos. 2001. Evolution and biological effects of the 1997-98 El Niño in the upwelling ecosystem off northern Chile. Geophysical Research Letter 28: 1591-1594.
- Valdazo, J. 2010. Caracterización bionómica intermareal del sitio de interés científico de Juncalillo del Sur en Gran Canaria (Islas Canarias). Trabajo fin de Master en Gestión Costera. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 183 pp.
- Valdés, J. & L. Ortlieb 2001. Paleoxigenación subsuperficial de la columna de agua en la bahía Mejillones del sur (23°S): Indicadores geoquímicos en testigos de sedimento marino. Investigaciones Marinas 29 (1):25-35.
- Valdés, J. 1998. Evolución oceanográfica reciente de la Bahía Mejillones del Sur (23° S). Evidenciageoquímica en sedimentos marinos. Tesis doctoral, Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 144 pp.

- Valdés, J., D. Román, P. Dávila, L. Ortlieb & M. Guíñez. 2006. Variabilidad estacional de cadmio en un sistema de surgencia costera del norte de Chile (Bahía Mejillones del Sur, 23° S). *Revista Chilena de Historia Natural*, 79: 517-535.
- Valdés, J., L. Ortlieb & A. Sifeddine. 2003. Variaciones del sistema de surgencia de Punta Angamos (23° S) y la Zona de Mínimo Oxígeno durante el pasado reciente. Una aproximación desde el registro sedimentario de la Bahía Mejillones del Sur. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 347-362
- Valdovinos, C. 1999. Biodiversidad de moluscos chilenos: Base de datos taxonómica y distribucional. *Gayana*, 63 (2): 111-164.
- Vargas, G. 2002. Interactions ocean-atmosphère au cours des derniers siècles sur la côte du Désert d' Atacama: analyse multi-proxies des sédiments laminés de la Baie de Mejillones (23° S). Tesis doctoral, Universidad de Bordeaux I, Francia. 270 pp.
- Vergara, H. 1991. Manual de Laboratorio para Sedimentología. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso.
- Wenworth, C.K.1922. A scale of grade and classterm for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30(5): 377-392.
- Whittington, P.A. 1999. The contribution made by cleaning oiled African Penguins *Spheniscus demersus* to population dynamics and conservation of the species. *Marine Ornithology* 27: 177–180.
- Wiencke C. & M.N. Clayton.2002. Antarctic Seaweeds. In: J.W. Wâgele (ed.), *Synopsis of the Antarctic Benthos*, vol. 9: 239.
- Williams J.M., Tasker M.L., Carter I.C. & Webb A. 1995. A method of assessing seabird vulnerability to surface pollutants. *Ibis* 137: S147-S152.
- Zúñiga, O., H. Baeza & R. Castro. 1983. Análisis de la macrofauna bentónica del sublitoral de la bahía de Mejillones del Sur. *Estudios Oceanológicos (Chile)* 3: 41-62.