

“PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DEL MEDIO AMBIENTE ACUÁTICO CENTRAL BOCAMINA, UNIDAD I y II”



**INFORME CAMPAÑA
OCTUBRE 2013**

ELABORADO POR:

**DEPTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES
INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA**



DICIEMBRE - 2013

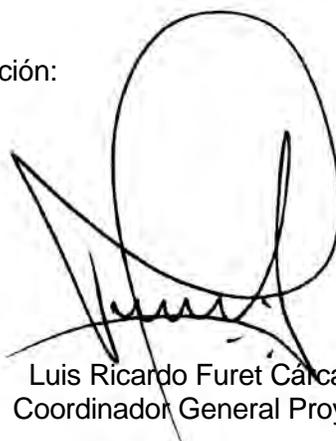
**“PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DEL MEDIO AMBIENTE ACUÁTICO
CENTRAL BOCAMINA, UNIDAD I y II”**

**INFORME CAMPAÑA
OCTUBRE 2013**

Diciembre, 2013

Este documento contiene resultados de trabajos de Investigación desarrollados por investigadores del Instituto o científicos auspiciados por el mismo.

Aprobado para su distribución:



Luis Ricardo Furet Cárcamo
Coordinador General Proyecto



PROFESIONALES PARTICIPANTES

Coordinador General : Sr. Luis Furet Cárcamo
Biólogo Marino
Magíster Gestión Ambiental.

Jefe Proyecto : Sr. Rafael Mendoza Neira
Biólogo Marino
Dr. Ciencias Ambientales

Investigadores : Sr. Fabián Troncoso
Biólogo Marino.

Sr. Sebastian Vásquez
Biólogo Marino
Magister en Pesquería

Sra. Karla Montecinos Cerna
Biólogo Marino

Srta. Priscila Bascur
Ingeniero (E) Químico

Sr. Rodrigo Figueroa
Biólogo Marino

Sr. Sergio Núñez
Biólogo Marino
Magíster en Oceanografía

Apoyo Técnico : Sr. Gino Angulo Ferrada
Técnico de Muestreo.

Sr. Michael Ferreira Peñailillo
Técnico de Muestreo.

INDICE

| | Pág. |
|---|------|
| PRESENTACIÓN | 0-1 |
| CAPITULO I: RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS | |
| 1.1. INTRODUCCION..... | 1-1 |
| 1.2. MATERIALES Y METODOS..... | 1-1 |
| 1.3. RESULTADOS | 1-6 |
| 1.4. CONCLUSION | 1-29 |
| ANEXO 1.1..... | 1-32 |
| ANEXO 1.2..... | 1-44 |
| ANEXO 1.3..... | 1-51 |
| ANEXO 1.4..... | 1-56 |
| ANEXO 1.5..... | 1-67 |
| ANEXO 1.6..... | 1-78 |
| CAPITULO II: COLUMNA DE AGUA Y SEDIMENTOS | |
| 2.1. INTRODUCCION..... | 2-1 |
| 2.2. MATERIALES Y METODOS..... | 2-1 |
| 2.3. RESULTADOS | 2-6 |
| 2.4. DISCUSION Y CONCLUSIONES | 2-27 |
| CAPITULO III: BENTOS | |
| 3.1. BENTOS LITORAL | 3-1 |
| 3.1.1. INTRODUCCION..... | 3-1 |
| 3.1.2. MATERIALES Y METODOS | 3-1 |
| 3.1.3. RESULTADOS | 3-4 |
| 3.1.4. DISCUSION Y CONCLUSIONES..... | 3-15 |
| 3.2. BENTOS SUBLITORAL | 3-16 |
| 3.2.1. INTRODUCCION..... | 3-16 |
| 3.2.2. MATERIALES Y METODOS | 3-16 |
| 3.2.3. RESULTADOS | 3-20 |
| 3.2.4. DISCUSION Y CONCLUSIONES..... | 3-37 |
| ANEXO 3.1..... | 3-39 |
| ANEXO 3.2..... | 3-40 |

CAPITULO IV: HIDROGRAFIA

| | | |
|-----|-----------------------------|------|
| 4.1 | INTRODUCCION..... | 4-1 |
| 4.2 | MATERIALES Y METODOS | 4-2 |
| 4.3 | RESULTADOS Y DISCUSION..... | 4-5 |
| | ANEXO 4.I..... | 4-14 |
| | ANEXO 4.II..... | 4-19 |

CAPITULO V: ANALISIS SATELITAL

| | | |
|-----|--|-----|
| 5.1 | INTRODUCCION..... | 5-1 |
| 5.2 | OBTENCION Y TRATAMIENTO DE LAS IMÁGENES..... | 5-1 |
| 5.3 | RESULTADOS Y DISCUSION..... | 5-3 |

CAPITULO VI: ESTUDIO DE TOXICIDAD

| | | |
|-----|---------------------------|-----|
| 6.1 | INTRODUCCION..... | 6-1 |
| 6.2 | OBJETIVO..... | 6-1 |
| 6.3 | MATERIALES Y METODOS..... | 6-2 |
| 6.4 | RESULTADOS..... | 6-5 |
| 6.5 | CONCLUSIONES..... | 6-7 |

| | |
|--|-----|
| CAPITULO VII: BIBLIOGRAFIA. | 7-1 |
|--|-----|

ANEXOS CERTIFICADOS LABORATORIOS

PRESENTACIÓN

El presente informe contiene los resultados del décimo primer monitoreo, la cual fue realizada el 08 de Octubre de 2013 en el marco del seguimiento ambiental del proyecto "Central Termoeléctrica BOCAMINA I y II", solicitado por la empresa ENDESA Chile, y desarrollado por el Instituto de Investigación Pesquera (INPESCA S.A) según lo exigido en el Plan de vigilancia del medio marino de la Central Térmica Bocamina Primera Unidad (Diciembre 2001), cuyos alcances técnicos fueron estructurados en consideración a los requerimientos y exigencias establecidas por la Dirección General del Territorio Marítimo (DIRECTEMAR) en el documento G.M (T) ORD N° 12.600/1046 "Programa de Vigilancia Ambiental Central Bocamina", incluyendo las correspondientes modificaciones sugeridas por esta Autoridad en el documento G.M. (T) ORD 12.600/16; Además de lo esgrimido en la Resolución Exenta N° 206/2007, que califica ambientalmente el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Ampliación Central Termoeléctrica Bocamina (segunda Unidad)", con su posterior ajuste al Plan de Vigilancia Ambiental según resolución N° 66 del 12 de Marzo del 2009 de la COREMA de la Región del Biobío

Los temas considerados y analizados en el presente Informe con sus respectivas frecuencias de monitoreo son los siguientes:

- I) Riles (Frecuencia semanal)
- II) Columna de agua y sedimentos (Frecuencia mensual)
- III) Evaluación de los parámetros comunitarios y poblacionales del sublitoral y Litoral.
(Frecuencia mensual)
- IV) Hidrografía (Frecuencia mensual)
- V) Análisis satelital (Frecuencia mensual)
- VI) Bioensayos (Frecuencia mensual)
- VII) Bibliografía

En los Riles, se consideraron los siguientes parámetros; Aceite y Grasas, Cobre, Hidrocarburos Totales, pH, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos, Hierro, Sulfato, Coliformes fecales, Coliformes totales, Temperatura, y Cloro Libre.

Se analizaron las características hidrográficas en Bahía Coronel en el período de monitoreo, sobre la base de las variables: Transparencia, Temperatura, Salinidad, Densidad y Oxígeno disuelto. Los parámetros considerados para caracterizar la columna de agua fueron: pH, Grasas y Aceites, Cobre, Cloro residual, Hierro, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos, Coliformes fecales, Coliformes Totales, Carbono Orgánico Total y Transparencia, además de materia orgánica, cobre hierro y sulfatos en los sedimentos sublitorales.

Se estudiaron las comunidades bentónicas sublitorales y Litorales basándose en parámetros de abundancia, índices de diversidad, análisis de clasificación y ordenación comunitaria, además de curvas de k-dominancia.

Para evaluar la toxicidad aguda en agua de mar de diferentes especies expuestas al agua de descarga de la central Bocamina, Unidad I y II, se realizaron diferentes Bioensayos utilizando para ello las siguientes especies: *Dunaliella tertiolecta* (microalga/productor), *Emerita análoga* (crustáceo consumidor primario y detritívoro habitante del intermareal), *Tisbe longicornis* (crustáceo detritívoro, habitante del zooplancton), *Aulacomya ater* (consumidor tipo filtrador, bentónico).

Finalmente para evaluar la variabilidad en el espacio y en el tiempo de la TSM (temperatura superficial del mar) y la Cl-a (clorofila), se analiza la información satelital en el radio cercano de la Bahía de Coronel que está ubicada en el lado oriental del Golfo de Arauco, en las coordenadas 37°02'S y 73°10'W.

1. RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS

1.1 INTRODUCCION

El presente capítulo contiene los resultados de los monitoreos realizados semanalmente durante el mes de octubre del año 2013 a los Residuos Industriales Líquidos (RIL) de Endesa S.A., Central Térmica Bocamina, Unidades I y II, cuyas descargas de las aguas de refrigeración se hacen al cuerpo de agua superficial, en el sector de Lo Rojas en la Bahía de Coronel, dentro de la zona de protección litoral (ZPL).

El Departamento de Estudios Ambientales del Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A. (INPESCA), ha recibido la información de la caracterización del RIL vertido, de acuerdo a la ejecución del programa mínimo de evaluación de Impacto Ambiental.

Los resultados obtenidos se expresan en términos de concentración y se comparan con los estándares establecidos en la "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales", Decreto Supremo N° 90/2000. Se debe señalar que la norma, establece para el caso de vertidos a cuerpos de agua marinos, estándares de emisión diferentes dependiendo si el vertido se efectúa dentro o fuera de la zona de protección litoral, siendo más restrictivo el límite establecido dentro de la zona de protección litoral.

1.2. MATERIALES Y METODOS

La actividad de muestreo de Riles realizado por INPESCA para las Unidades I y II, se efectuaron en forma semanal durante el mes de octubre los días 04, 08, 17, 23 y 29 cuyos resultados se presentan en **Anexos 1.1, 1.2 y 1.3**, para las Unidades I, II. La Planta de Tratamiento realizó sus muestreos los días 04, 11, 17, 23 y 29 de octubre.

A partir del primer monitoreo del mes de octubre se aumenta el número de mediciones de pH y Temperatura en la descarga de Bocamina I, según lo indica la Resolución Exenta DFZ/RPM N° 898, de la Superintendencia de Medio Ambiente.

Los puntos de muestreo para el mes de Octubre del año 2013 son:

Unidad I: Entrada (Casa Bombas - Agua Captación) y salida (Canal de Descarga).

Unidad II: Salida (Canal de Descarga) - Entrada (Agua Captación) - Planta de Tratamiento.

La toma de muestra y los métodos de análisis empleados en la caracterización del RIL se describen a continuación.

1.2.1. Toma de muestra

La toma de muestras se realiza de acuerdo a lo establecido en la Norma Chilena 411/10. Of2005, referida a "Calidad del agua - Muestreo- Parte 10: Muestreo de Aguas Residuales - Recolección y Manejo de las muestras".

Tabla 1.1. Puntos de Muestreo y sus coordenadas geográficas de Unidad 1 de Central Bocamina:

| Punto de Muestreo | Coordenada Geográfica |
|--|-------------------------|
| Entrada (Casa Bombas - Agua Captación) | S 37 01.376 W 73 10.055 |
| Salida (Canal de Descarga) | S 37 01.390 W 73 10.032 |

Tabla 1.2. Puntos de Muestreo y sus coordenadas geográficas de Unidad 2 de Central Bocamina:

| Punto de Muestreo | Coordenada Geográfica |
|----------------------------|-------------------------|
| Entrada (Agua Captación) | S 37 01.281 W 73 10.054 |
| Salida (Canal de Descarga) | S 37 01.235 W 73 10.019 |
| Planta de Tratamiento | S 37 01.281 W 73 09.980 |

En cada muestreo, se procedió a tomar una muestra compuesta (de acuerdo a la NCh 411/10), a partir de mínimo cuatro muestras puntuales a intervalos de tiempo de 2 horas entre sí realizando el cálculo de muestra compuesta a través de la modalidad tiempo constante/volumen proporcional a caudal instantáneo, el cual consiste en calcular el volumen de las alícuotas a través del caudal del momento de la toma de muestra.

Además se utilizaron envases específicos para cada análisis aplicando una cadena de custodia de la muestra hasta su entrega en el laboratorio (**Tabla 1.3**).

Tabla 1.3. Resumen de los parámetros analizados, los tipos de envases y preservantes.

| Parámetro | Tipo de Envase | Tipo de Preservante |
|-----------------------|------------------|---|
| Aceite y grasas | V boca ancha (B) | HCl o H ₂ SO ₄ , pH<2 |
| Cobre | P o VB (A) | HNO ₃ , pH<2 |
| Hidrocarburos Totales | V boca ancha (B) | HCl, pH<2 |
| pH | P o V | En terreno |
| Sólidos Sedimentables | P o V | No requiere |
| Sólidos Suspendidos | P o V | No requiere |
| Hierro | P (A) | HNO ₃ , pH<2 |
| Sulfato | P o V | No requiere |
| Coliformes fecales | P o V estéril | No requiere |
| Coliformes totales | P o V estéril | No requiere |
| Temperatura | ----- | En terreno |
| Cloro Libre residual | ----- | En terreno |

Notas:

P: Polietileno de alta densidad

V: Vidrio neutro

VB: Vidrio de borosilicato

(A): Enjuagado con ácido nítrico 1 + 1

(B): Lavado con el mismo solvente utilizado para el ensayo

1.2.2. Métodos de análisis

Para todos los puntos monitoreados tanto de Unidad I y II, se realiza seguimiento a los mismos análisis los cuales son descritos a continuación:

Aceite y Grasas, Cobre, Hidrocarburos Totales, pH, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos, Hierro disuelto, Sulfato, Coliformes fecales, Coliformes totales, Temperatura, Cloro Libre Residual.

La metodología utilizada en el análisis de los parámetros monitoreados, es la establecida en las Normas Chilenas Oficializadas en la Serie NCh 2313 "Aguas Residuales – Métodos de Análisis", del Instituto Nacional de Normalización (I.N.N) y Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 Ed.2005.

La **Tabla 1.4.** resume los parámetros analizados, los métodos empleados y la referencia del método estandarizado correspondiente a la metodología empleada por los laboratorios, siendo ésta la especificada en la normativa chilena existente para métodos de análisis de residuos líquidos industriales.

Los métodos empleados en la determinación de las distintas variables medidas en el Ril fueron los siguientes (**Tabla 1.4**):

Tabla 1.4. Resumen de los parámetros analizados y los métodos empleados para su determinación durante el Programa de Vigilancia Ambiental.

| Parámetro | Método | Norma Chilena |
|-----------------------------|--|---|
| Aceite y Grasas | Extracción Soxhlet | NCh 2313/6 |
| Cobre | Espectrofotometría Absorción atómica | NCh 2313/10 |
| Hidrocarburos Totales | Gravimetría/Cromatografía Gaseosa | NCh 2313/7 |
| pH | Potenciometría | NCh 2313/1 |
| Sólidos Sedimentables | Volumetría | NCh 2313/4 |
| Sólidos Totales Suspendidos | Gravimetría | NCh 2313/3 |
| Hierro | Espectroscopía de Emisión de Plasma-Método Plasma Acoplado inductivamente (ICP) | NCh 2313/25 |
| Sulfato | Calcinación de residuos | NCh 2313/18 |
| Coliformes fecales | Método 9221 E | Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 Ed.2005 |
| Coliformes totales | Método 9221 B | Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 Ed.2005 |
| Temperatura | Termómetro | NCh 2313/2 |
| Cloro Libre residual | Colorimétrico | Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 Ed.2005 |

Para las variables de temperatura, caudal y pH se informan los promedios de los valores obtenidos en cada submuestreo.

La medición de caudal se efectuó con un Flujómetro Digital General Oceanics, modelo 2035 MKIV, para cada submuestreo, informándose el valor promedio obtenido de las muestras puntuales, cuyo valor es utilizado en el cálculo para la composición de las muestras.

La medición de las coordenadas geográficas se realizó con un GPS (Global Positioning System - Sistema de Posicionamiento Global), marca GARMIN, modelo MAP 60, serie eTrex Vista HCx, (Software MapSource) para cada punto de muestreo.

Los resultados de los monitoreos efectuados se expresan en términos de concentración y son comparados con los estándares establecidos en la "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales", Decreto Supremo N° 90/2000 (**Tabla 1.5**).

La siguiente tabla muestra los Límites Máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la Zona de Protección Litoral (DZPL) y el tipo de muestra.

Tabla 1.5. Límites Máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro (Tabla N° 4 Decreto Supremo N° 90/2000) de la Zona de Protección Litoral (DZPL).

| Parámetro | Unidad | Límite máximo permitido DZPL | Tipo de Muestra |
|-----------------------|------------|------------------------------|-----------------|
| Aceite y Grasas | mg/L | 20 | Compuesta |
| Cobre | mg/L | 1 | Compuesta |
| Hidrocarburos Totales | mg/L | 10 | Compuesta |
| Sólidos Sedimentables | mg/L*hr | 5 | Compuesta |
| Sólidos Suspendidos | mg/L | 100 | Compuesta |
| Hierro | mg/L | 10 | Compuesta |
| Sulfato | mg/L | **** | Compuesta |
| Coliformes fecales | NMP/100 ml | 1000 | Puntual |
| Coliformes totales | NMP/100 ml | **** | Puntual |
| pH | Sin Unidad | 6,0-9,0 | Puntual |
| Temperatura | °C | 30 | Puntual |
| Cloro Libre Residual | mg/L | 1 | Puntual |

A continuación se entregan los resultados obtenidos de los monitoreos semanales realizados durante el mes de octubre del año 2013, para ambas Unidades.

1.3. RESULTADOS

1.3.1. UNIDAD I: ENTRADA (CASA BOMBAS - AGUA CAPTACIÓN) Y SALIDA (CANAL DE DESCARGA).

A.- Variación Registrada durante el mes de muestreo.

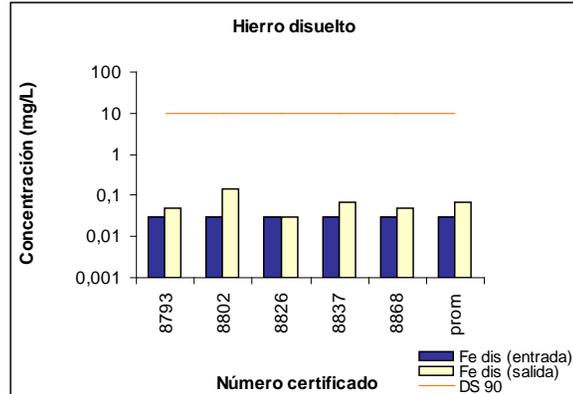
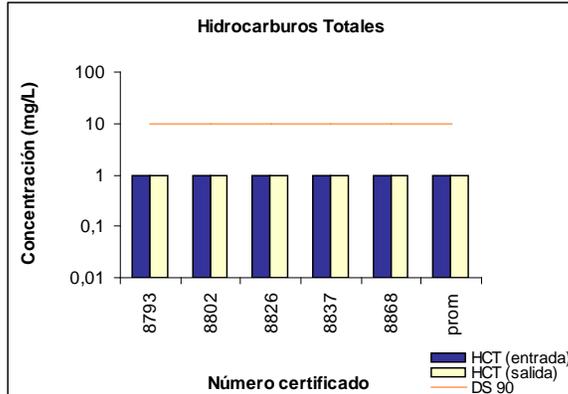
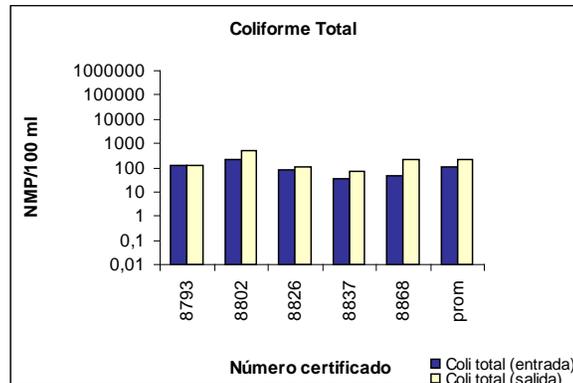
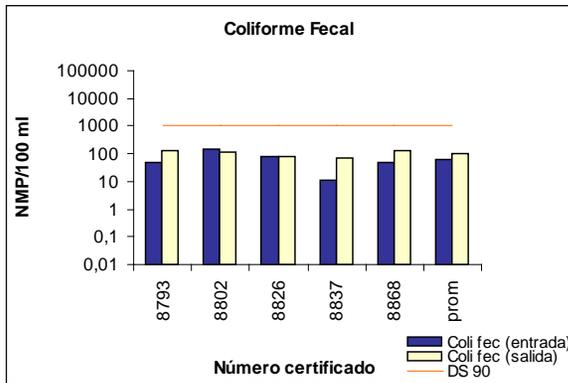
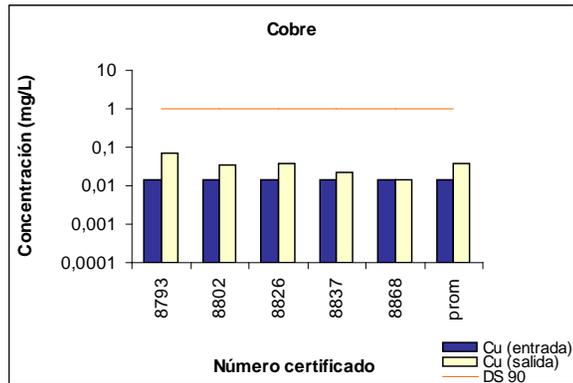
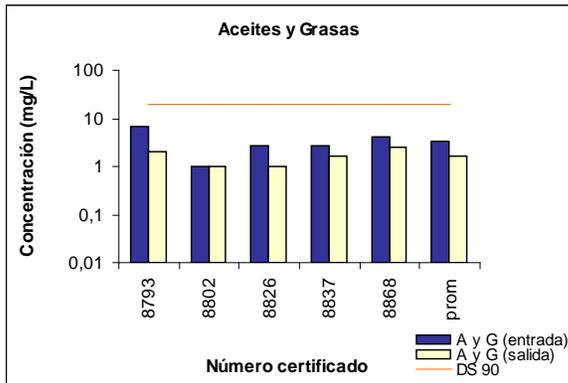
Endesa S.A, Central Térmica Bocamina Unidad I, descarga sus aguas de refrigeración al cuerpo de agua superficial, en el sector de Lo Rojas en la Bahía de Coronel, dentro de la zona de protección litoral (ZPL).

Los resultados de la caracterización de los Riles en el periodo de estudio se comparan con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N°90/2000 "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales", dentro de la Zona de Protección Litoral.

A partir de los monitoreos semanales realizados al agua de entrada a Casa de bombas y a su descarga en el Canal de Descarga, se obtienen los resultados los cuales son presentados en el **Anexo 1.1.**, de los periodos de marzo del año 2012 a octubre del año 2013, para la información de la caracterización química y bacteriológica de los residuos industriales líquidos.

En el **Anexo 1.4.**, se presentan los certificados de laboratorio emitidos por el INPESCA (Informes N° 8793, 8802, 8826, 8837 y 8868).

En la **Figura 1.1**, se exhibe la variación del RIL correspondiente a los muestreos realizados a la entrada y a la salida (Casa Bombas - Agua Captación y Canal de Descarga, respectivamente), durante el mes de octubre del 2013. Para las variables Aceite y Grasas, Cobre, Hidrocarburos Totales, pH, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos, Hierro disuelto, Sulfato, Coliformes fecales, Coliformes totales, Temperatura, Cloro Libre Residual, expresados en términos de concentración.



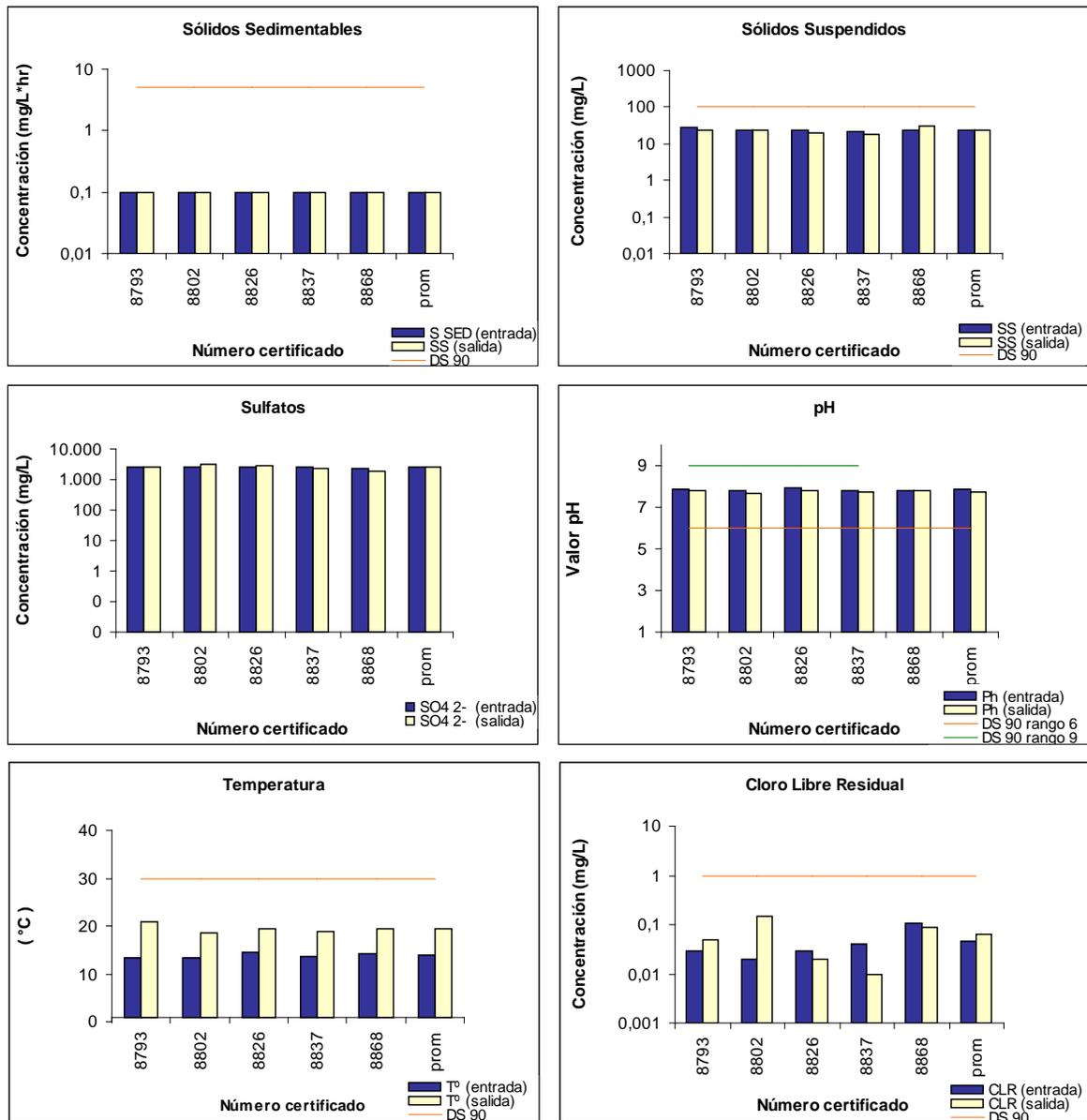
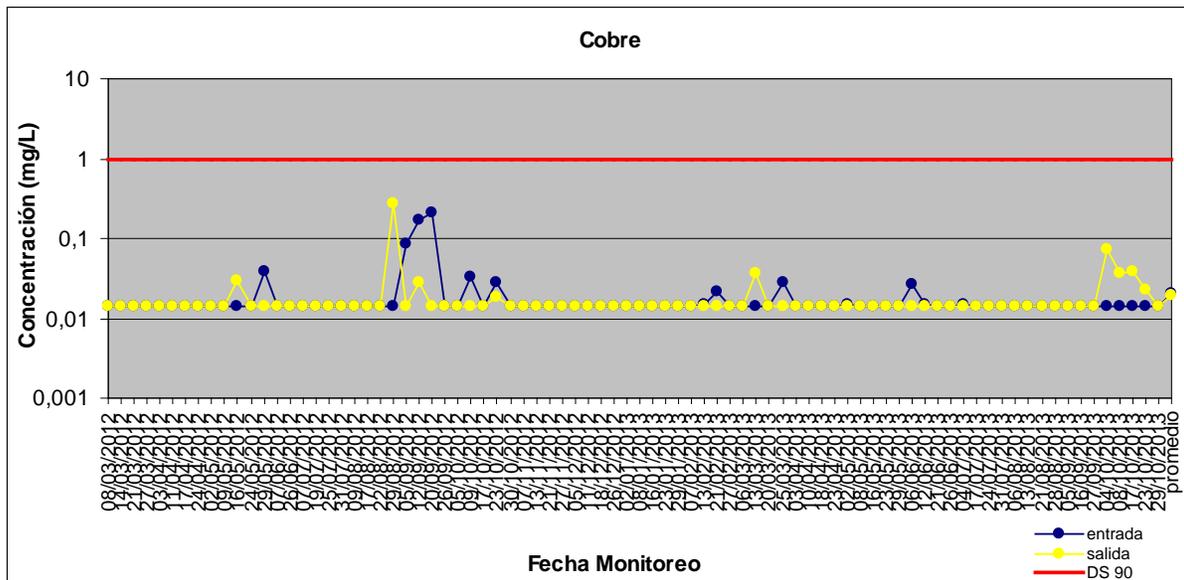
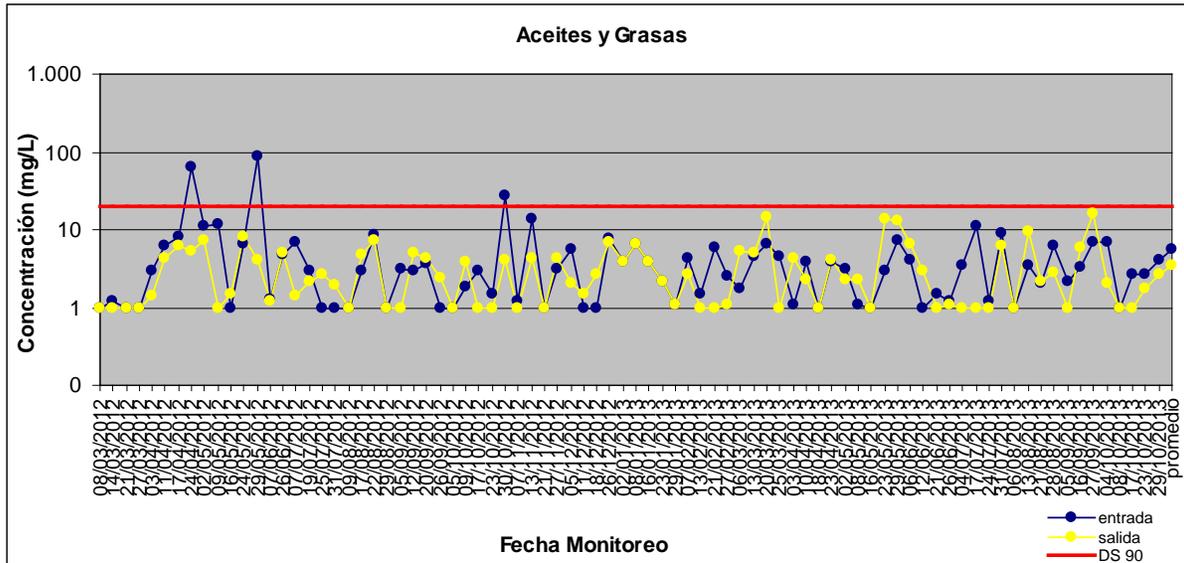
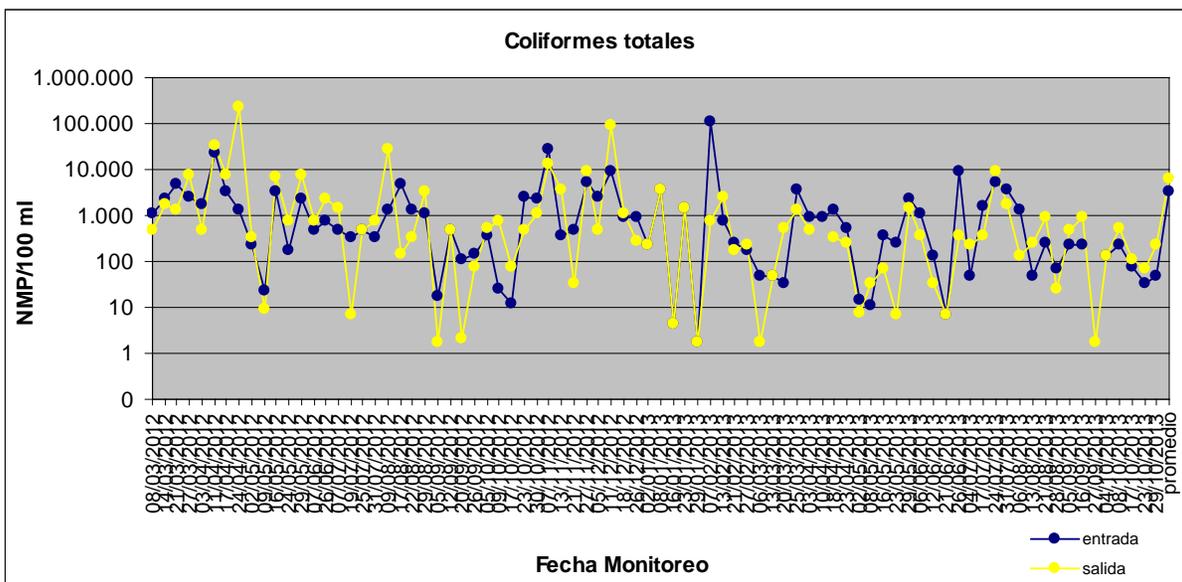
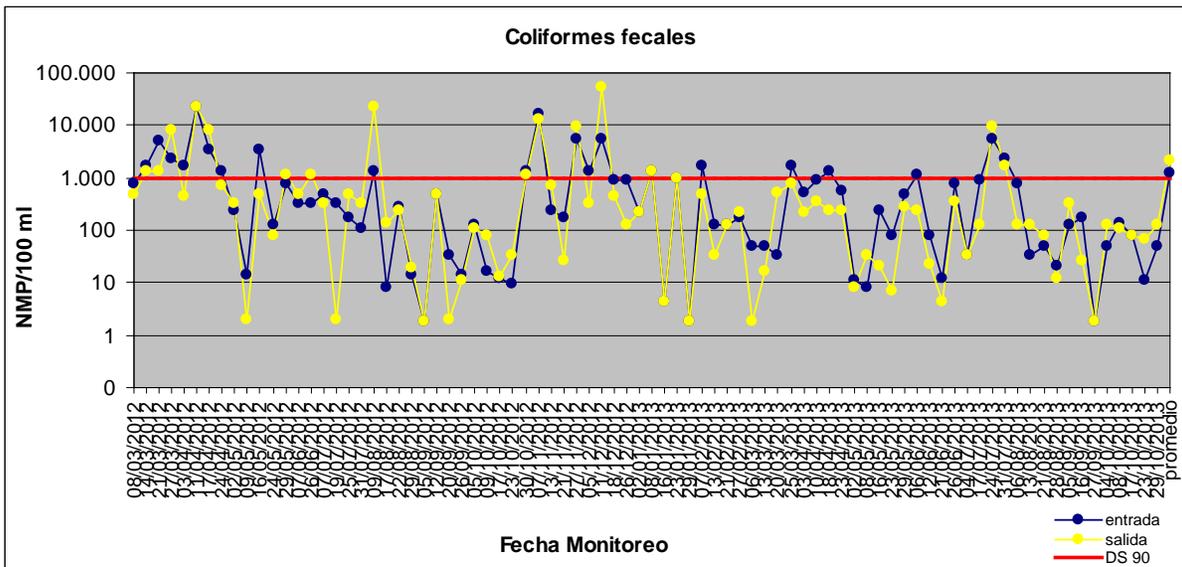


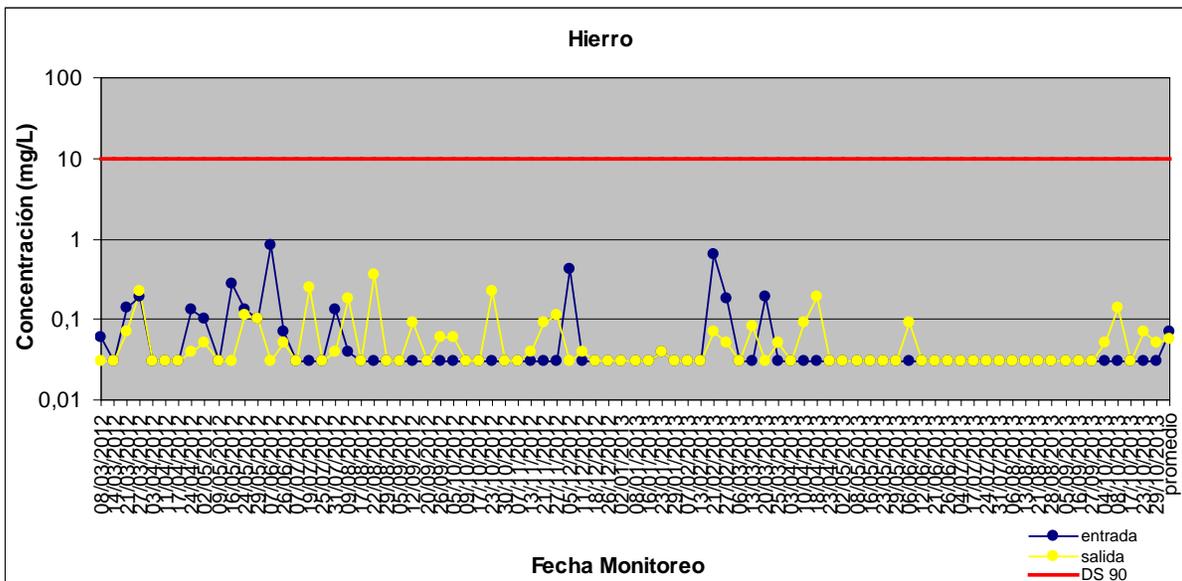
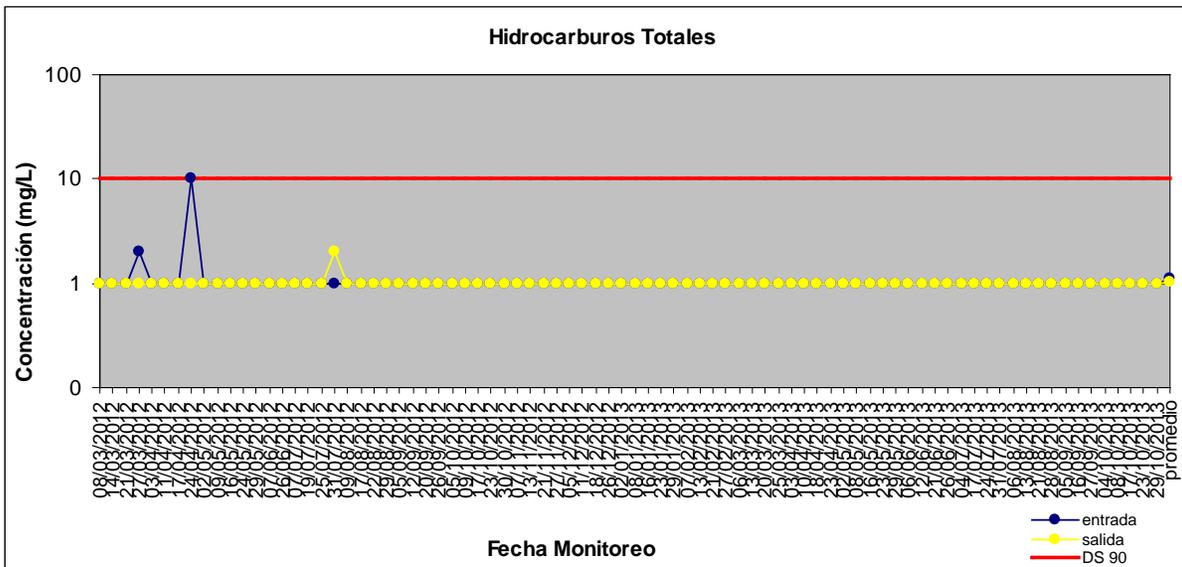
Figura 1.1. Concentraciones y límites máximos establecidos para cada parámetro, según Tabla N°4 "Límites Máximos de concentración para descargas de Residuos Líquidos a cuerpos de agua marinos Fuera de la Zona de la Zona de Protección Litoral", del Decreto Supremo N° 90/2000, según corresponda, para la entrada de agua (casa bombas agua captación) y la salida (canal de descarga) Endesa S.A, Central Bocamina I. Mes de Octubre 2013.

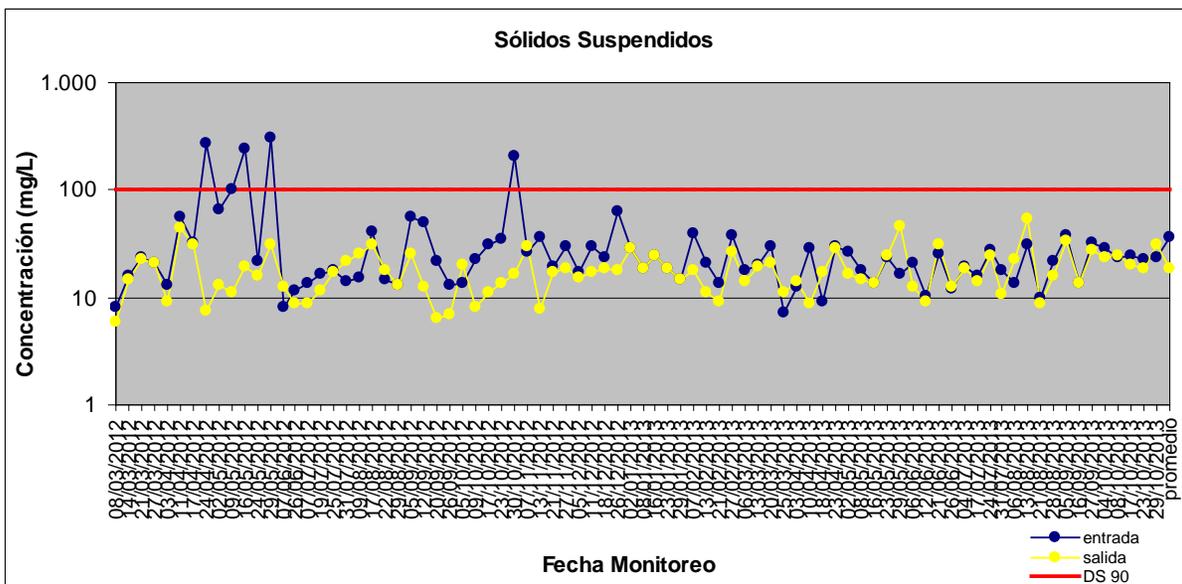
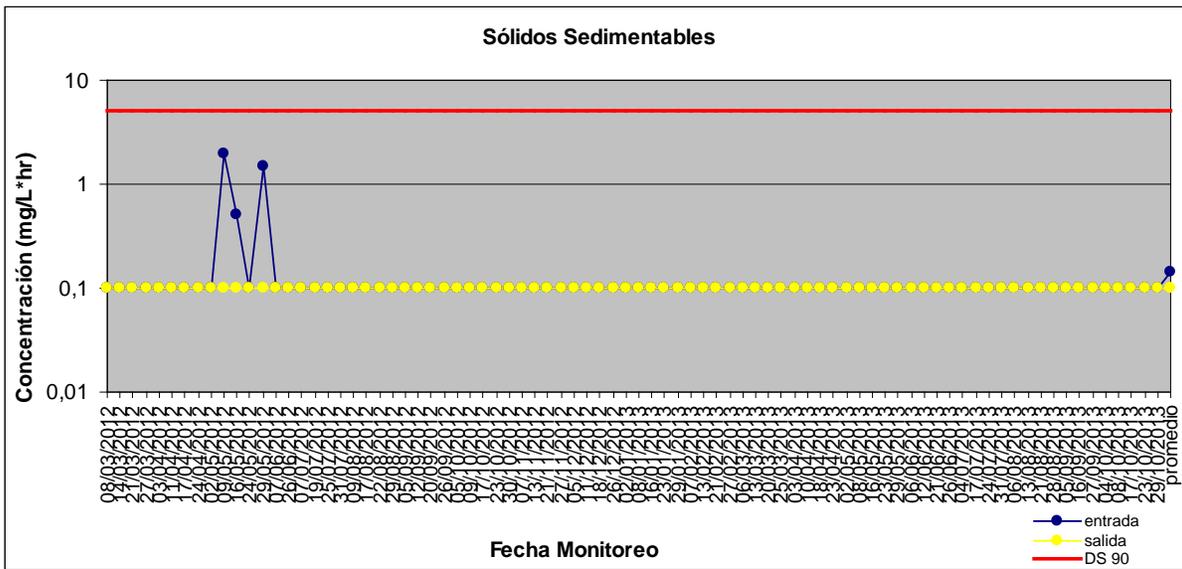
B. RESULTADOS DE LA VARIACIÓN HISTÓRICA MENSUAL UNIDAD I.

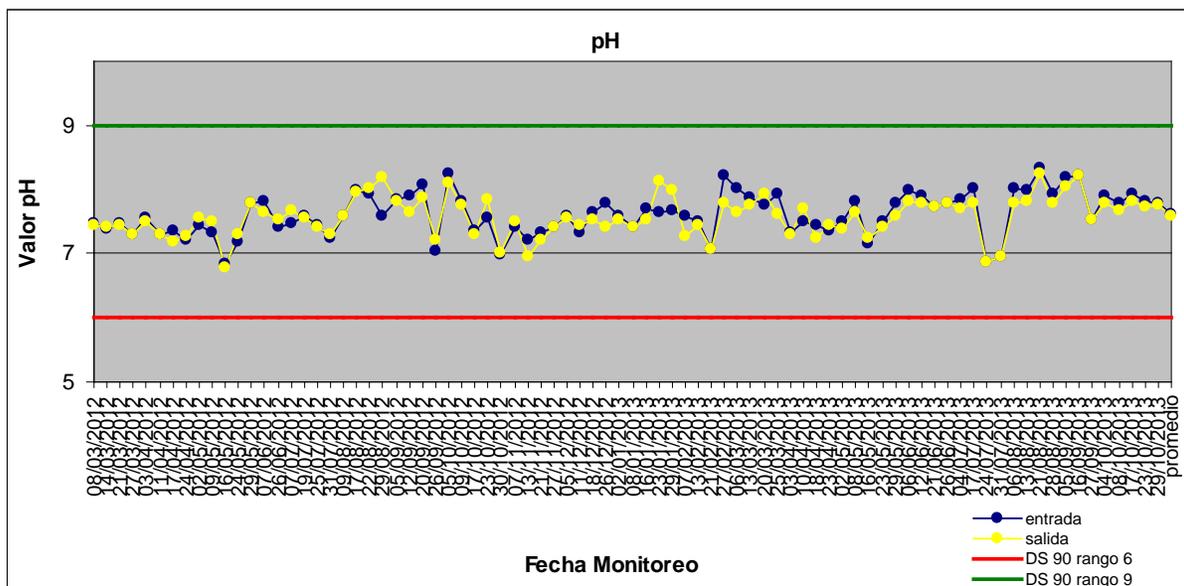
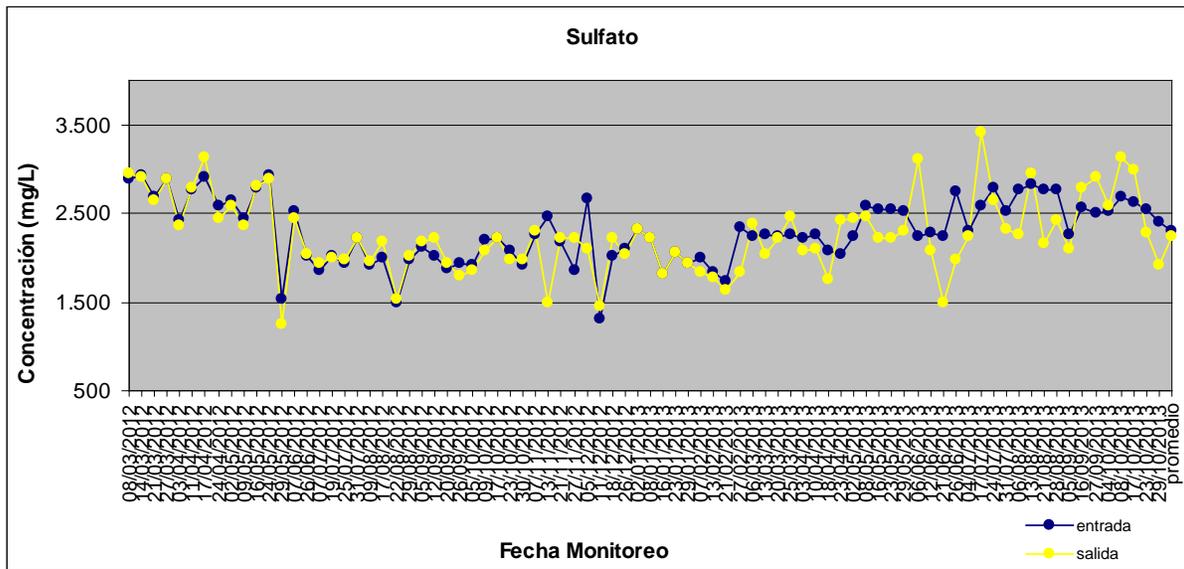
A continuación se presentan de manera gráfica la variación de la caracterización de los parámetros medidos por INPESCA desde marzo del 2012 a octubre del 2013 (**Figura 1.2**).











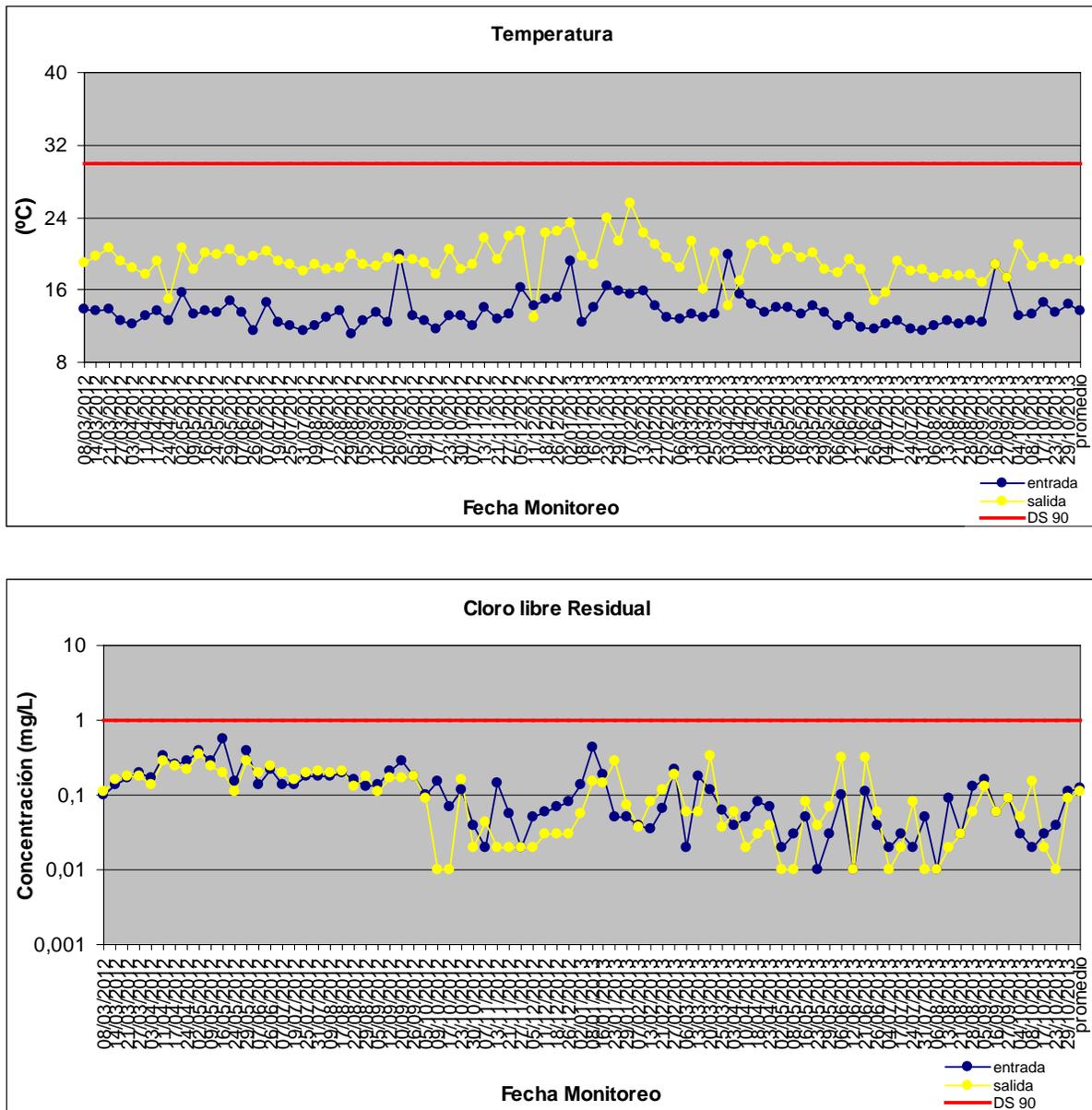


Figura 1.2. Variación histórica mensual de la concentración de los parámetros, entre la entrada de agua (casa bombas agua captación) y la salida (canal de descarga) de Bocamina I. Meses de marzo del año 2012 a octubre del año 2013.

1.3.2. UNIDAD II

1.3.2.1 ENTRADA (AGUA CAPTACIÓN) Y SALIDA (CANAL DE DESCARGA).

A.- Variación Registrada durante el mes de muestreo.

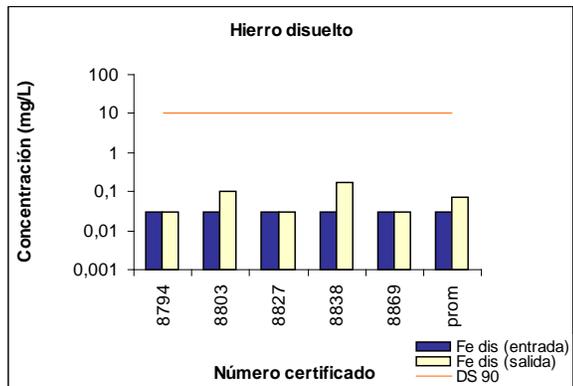
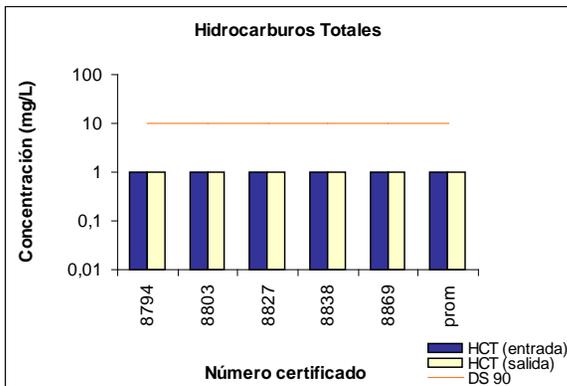
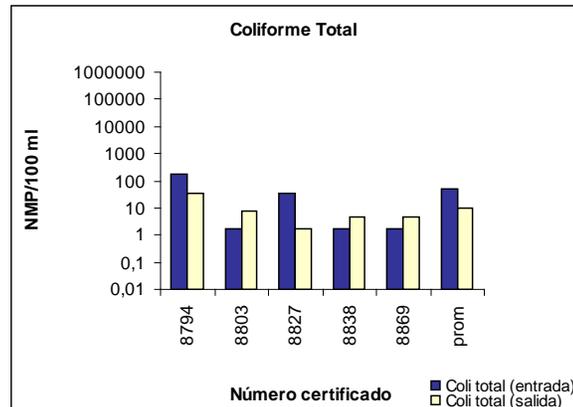
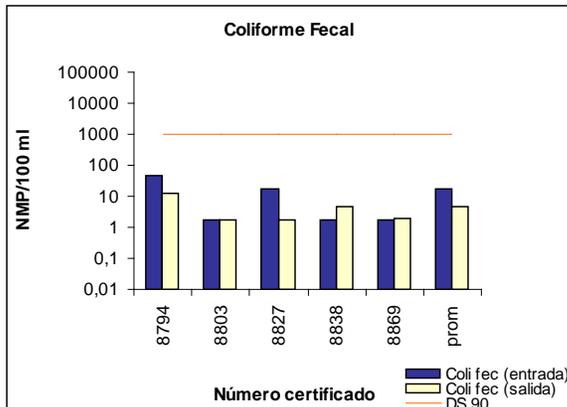
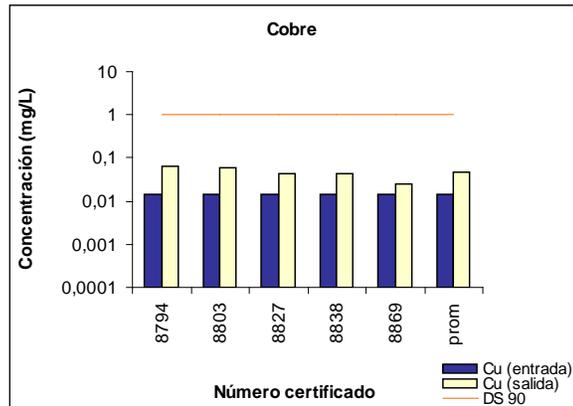
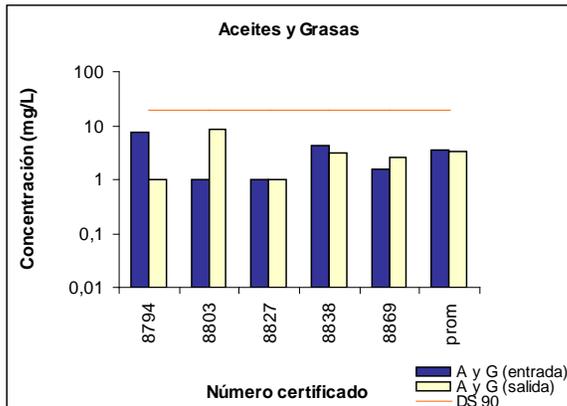
Endesa S.A, Central Térmica Bocamina tiene en servicio la Segunda Unidad, cuyas descargas de las aguas de refrigeración se hacen al cuerpo de agua superficial, en el sector de Lo Rojas en la Bahía de Coronel, dentro de la zona de protección litoral (ZPL).

Los resultados de la caracterización de los Riles en el periodo de estudio se comparan con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N°90/2000 "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales", dentro de la Zona de Protección Litoral.

A partir de los monitoreos semanales realizados al agua de entrada a Casa de bombas y a su descarga en el Canal de Descarga, se obtienen los resultados los cuales son presentados en el **Anexo 1.2.**, de los periodos de diciembre del año 2012 a octubre del año 2013, para la información de la caracterización química y bacteriológica de los residuos industriales líquidos.

Los certificados de laboratorio emitidos por el INPESCA (Informes N°8794, 8803, 8827, 8838 y 8869) se presentan en el **Anexo 1.5.**

La **Figura 1.3**, ilustra la variación del RIL correspondiente a los muestreos realizados a la entrada y a la salida (Agua Captación y Canal de Descarga, respectivamente), durante el mes de octubre del 2013. Para las variables Aceite y Grasas, Cobre, Hidrocarburos Totales, pH, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos, Hierro disuelto, Sulfato, Coliformes fecales, Coliformes totales, Temperatura, Cloro Libre Residual, expresados en términos de concentración.



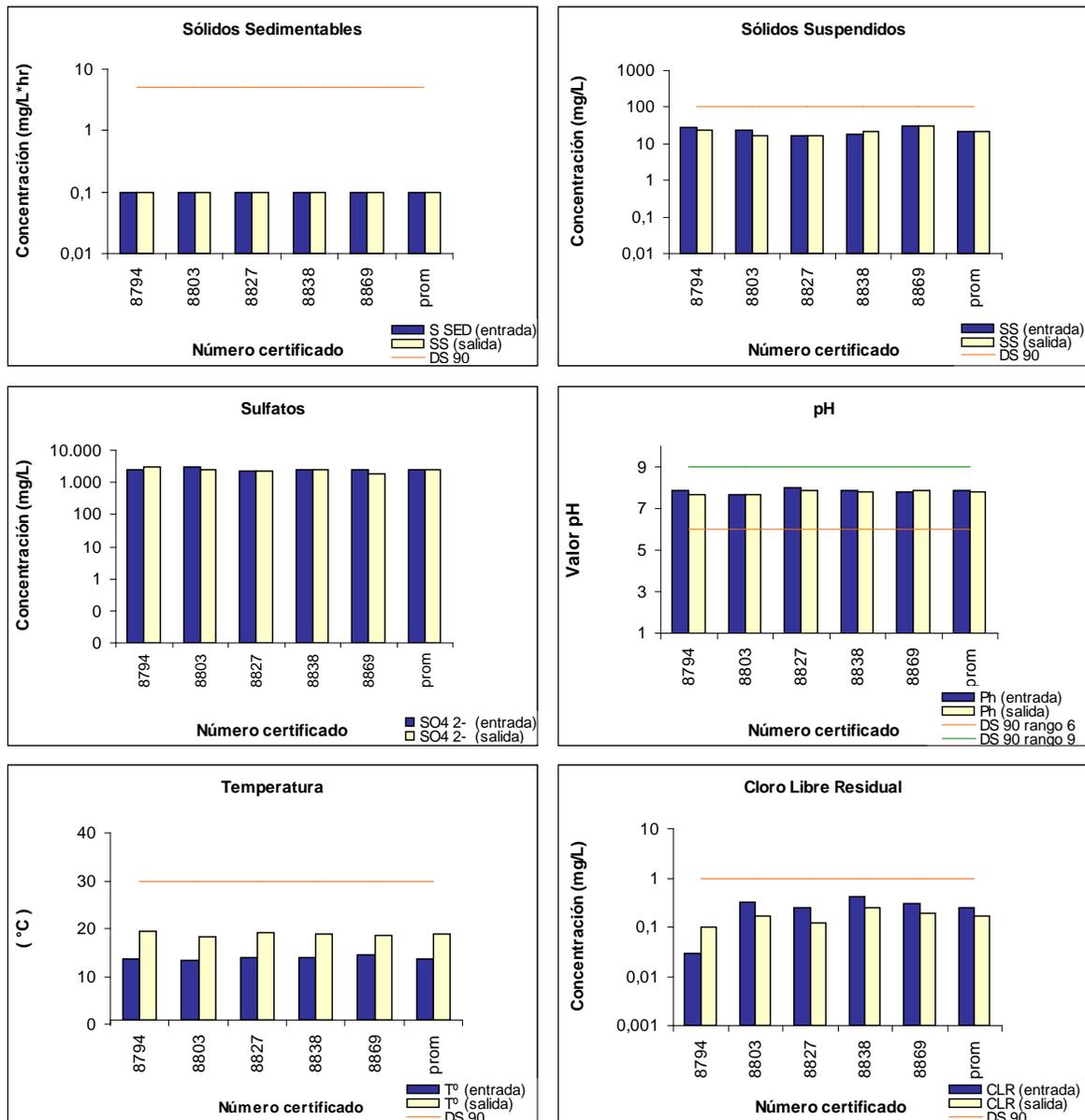
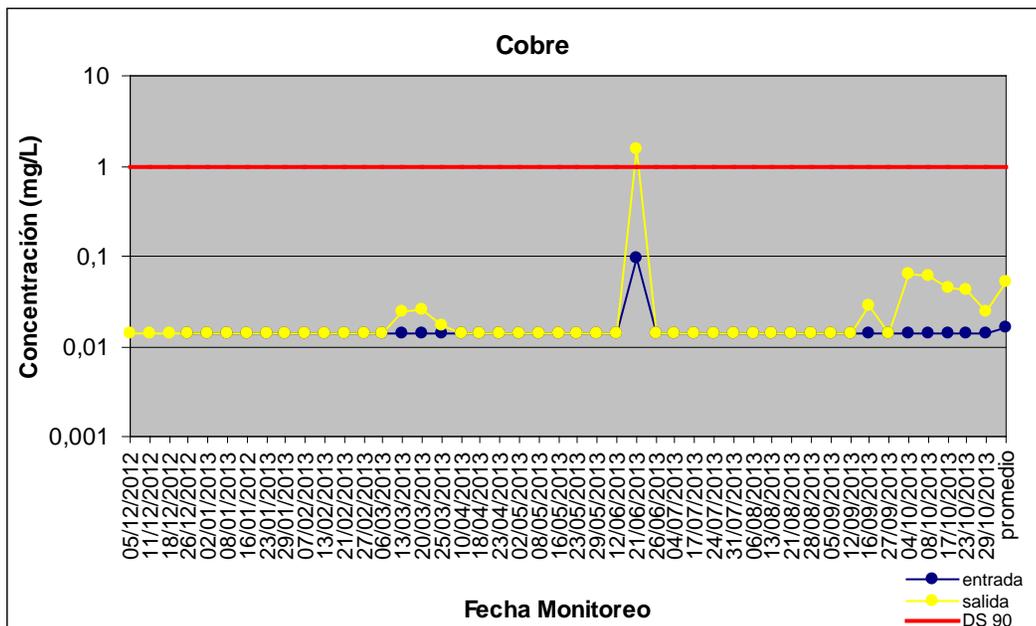
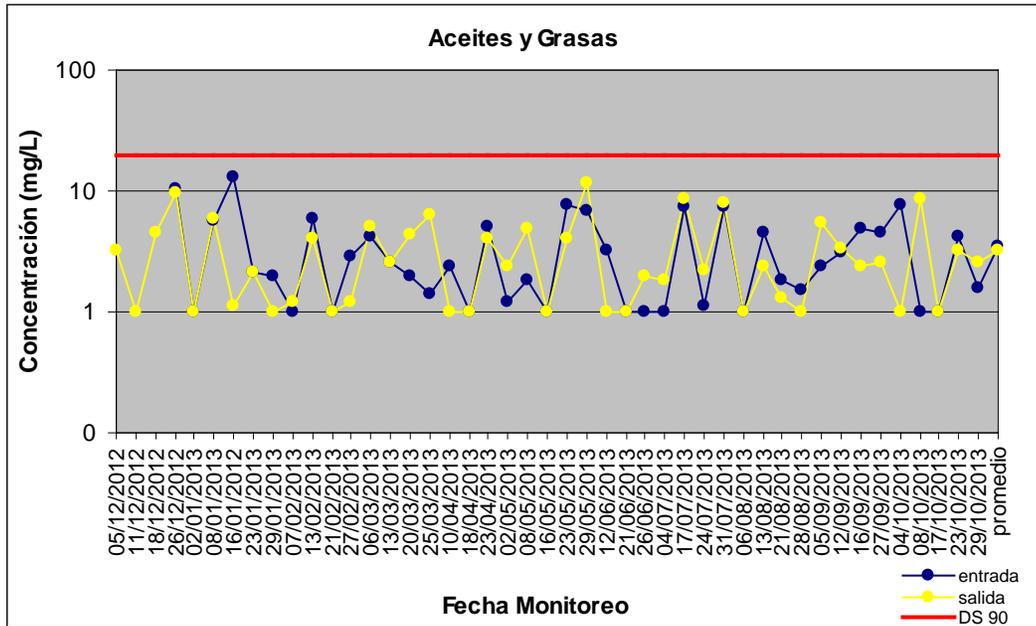
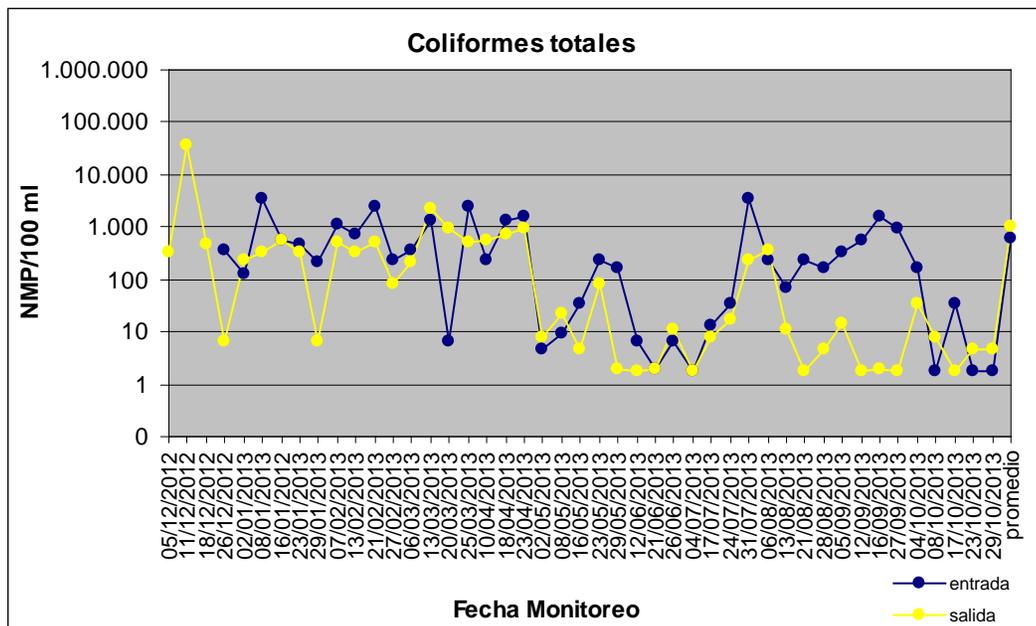
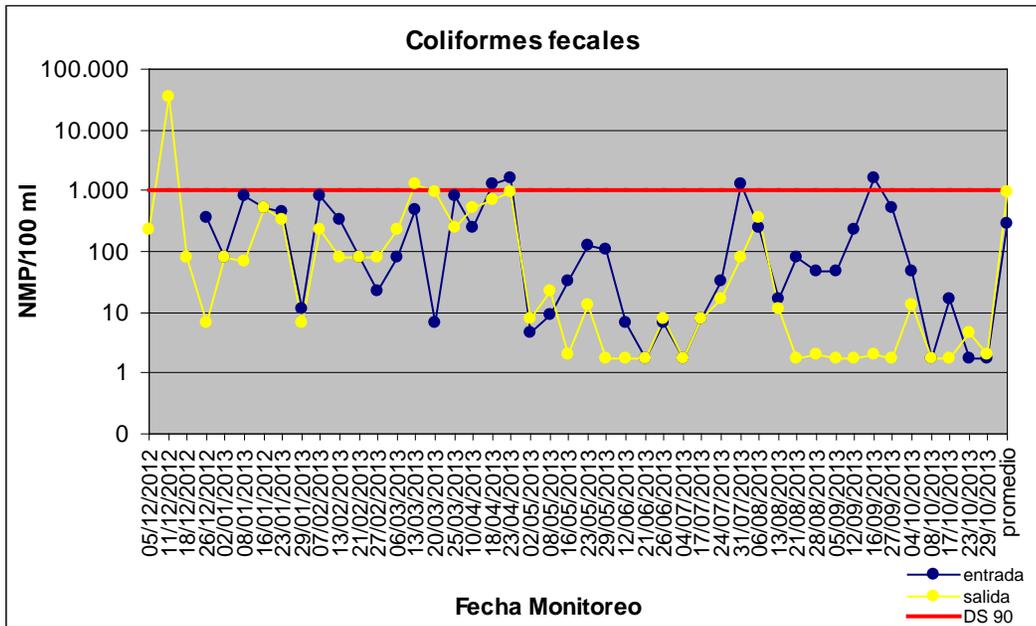


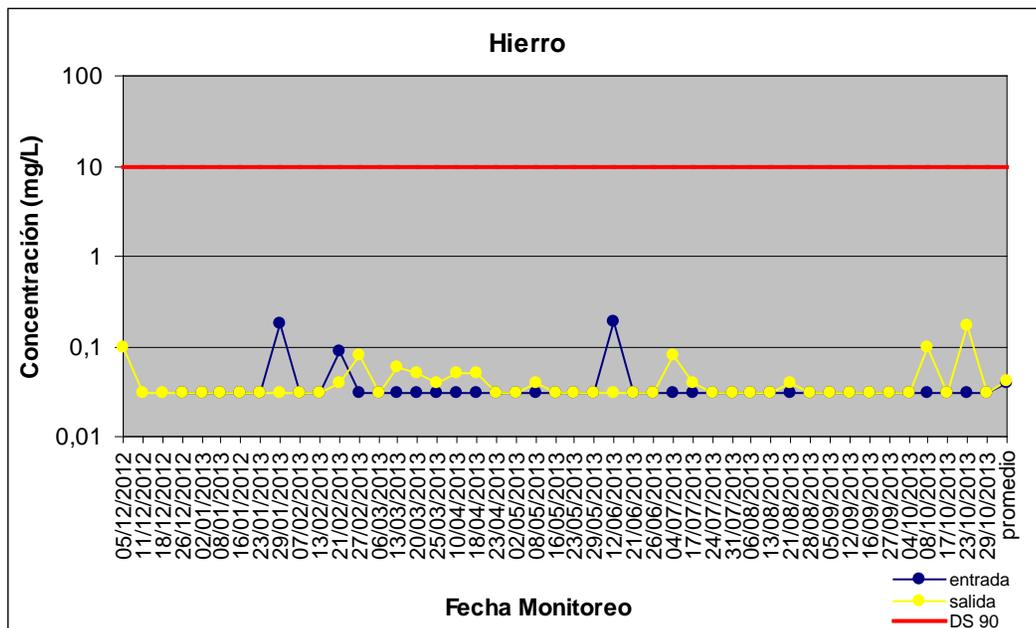
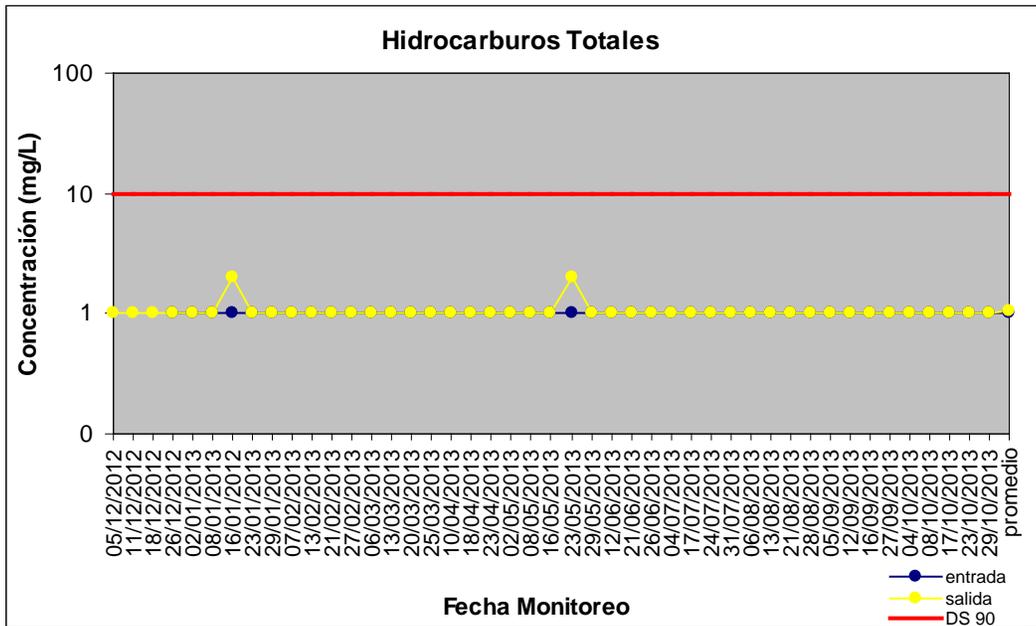
Figura 1.3. Concentraciones y límites máximos establecidos para cada parámetro, según Tabla N°4 "Límites Máximos de concentración para descargas de Residuos Líquidos a cuerpos de agua marinos Fuera de la Zona de la Zona de Protección Litoral", del Decreto Supremo N° 90/2000, según corresponda, para la entrada de agua (casa bombas agua captación) y la salida (canal de descarga) de Endesa S.A, Central Bocamina II. Mes de Octubre 2013.

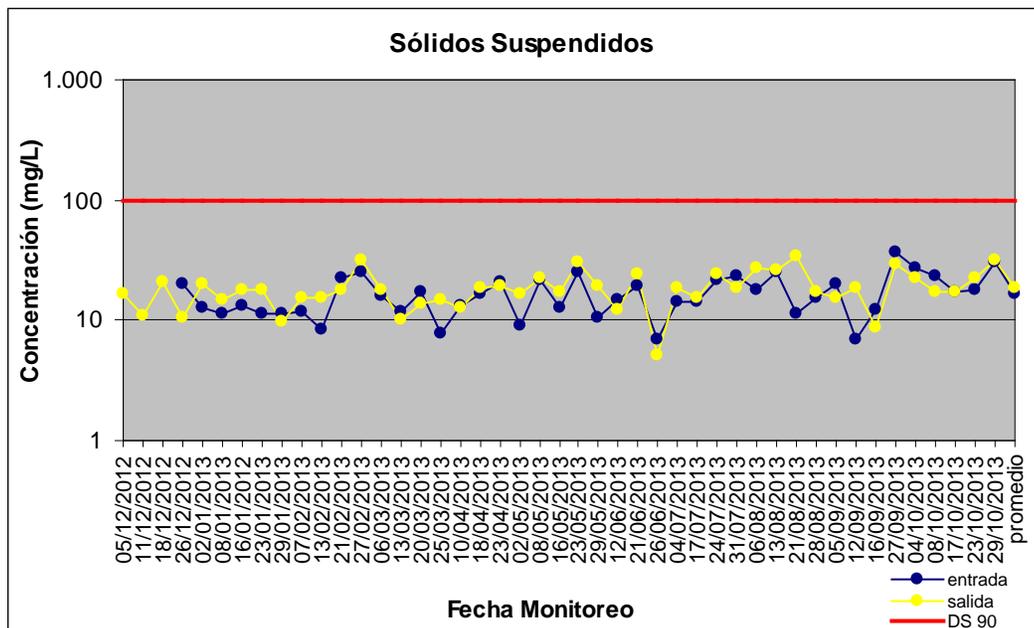
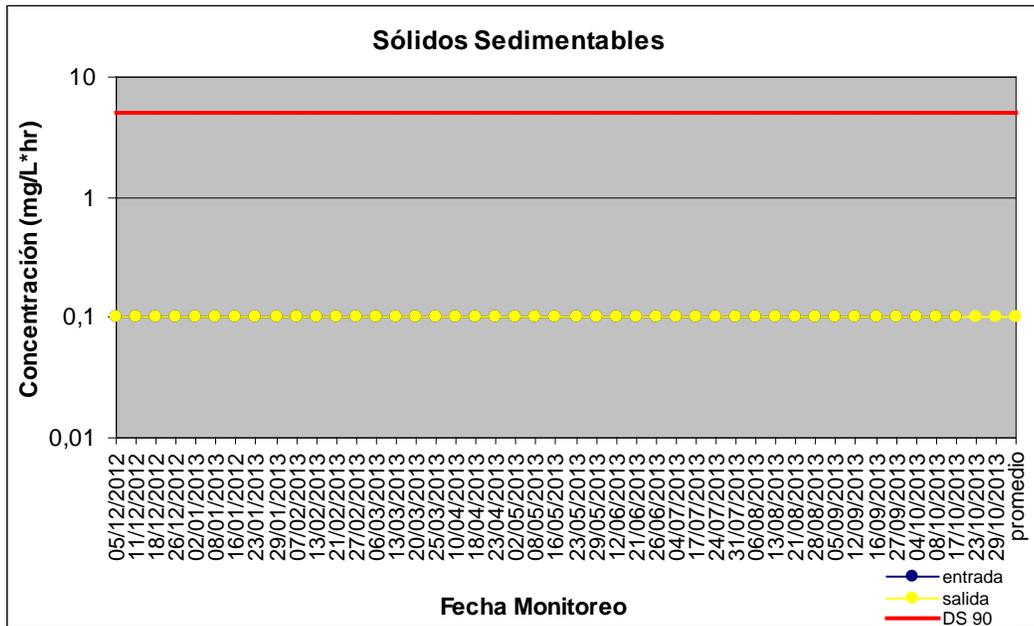
C. RESULTADOS DE LA VARIACIÓN HISTÓRICA MENSUAL UNIDAD II.

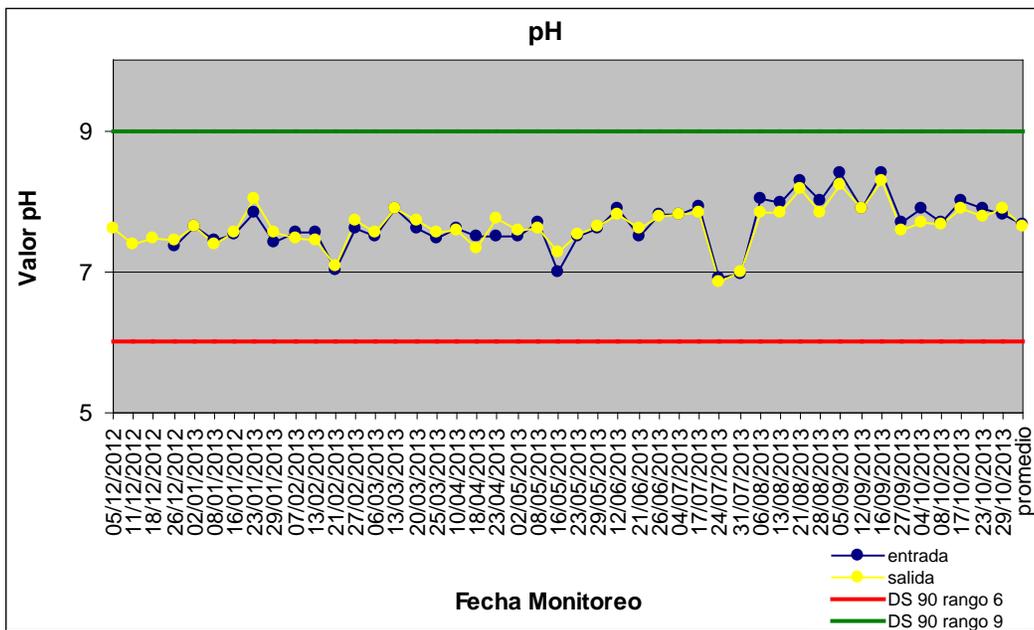
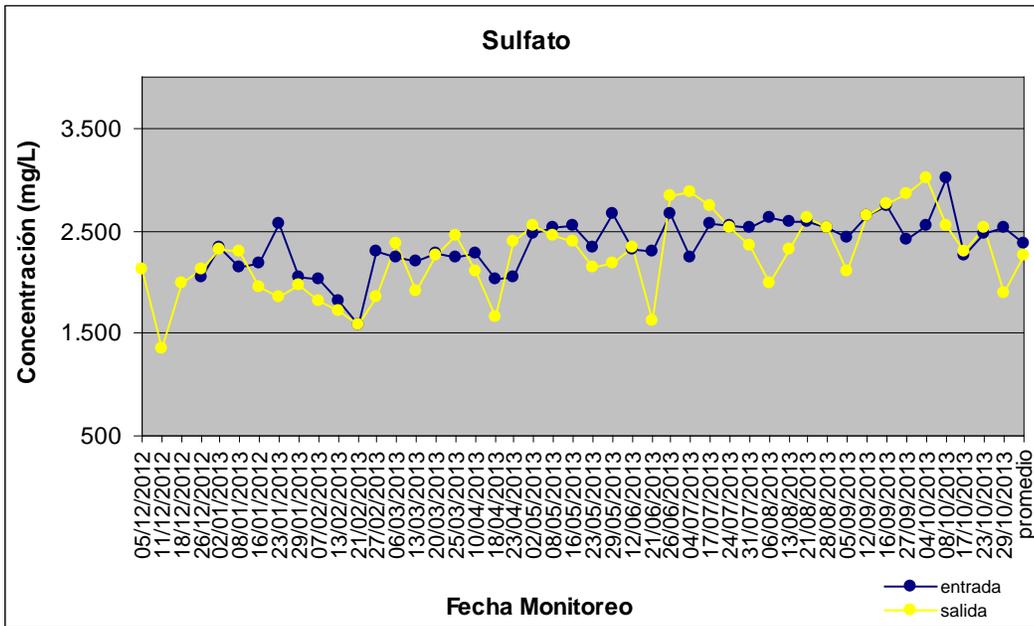
A continuación se presentan de manera gráfica la variación de la caracterización de los parámetros medidos por INPESCA desde diciembre 2012 a octubre del 2013 (Figura 1.4).











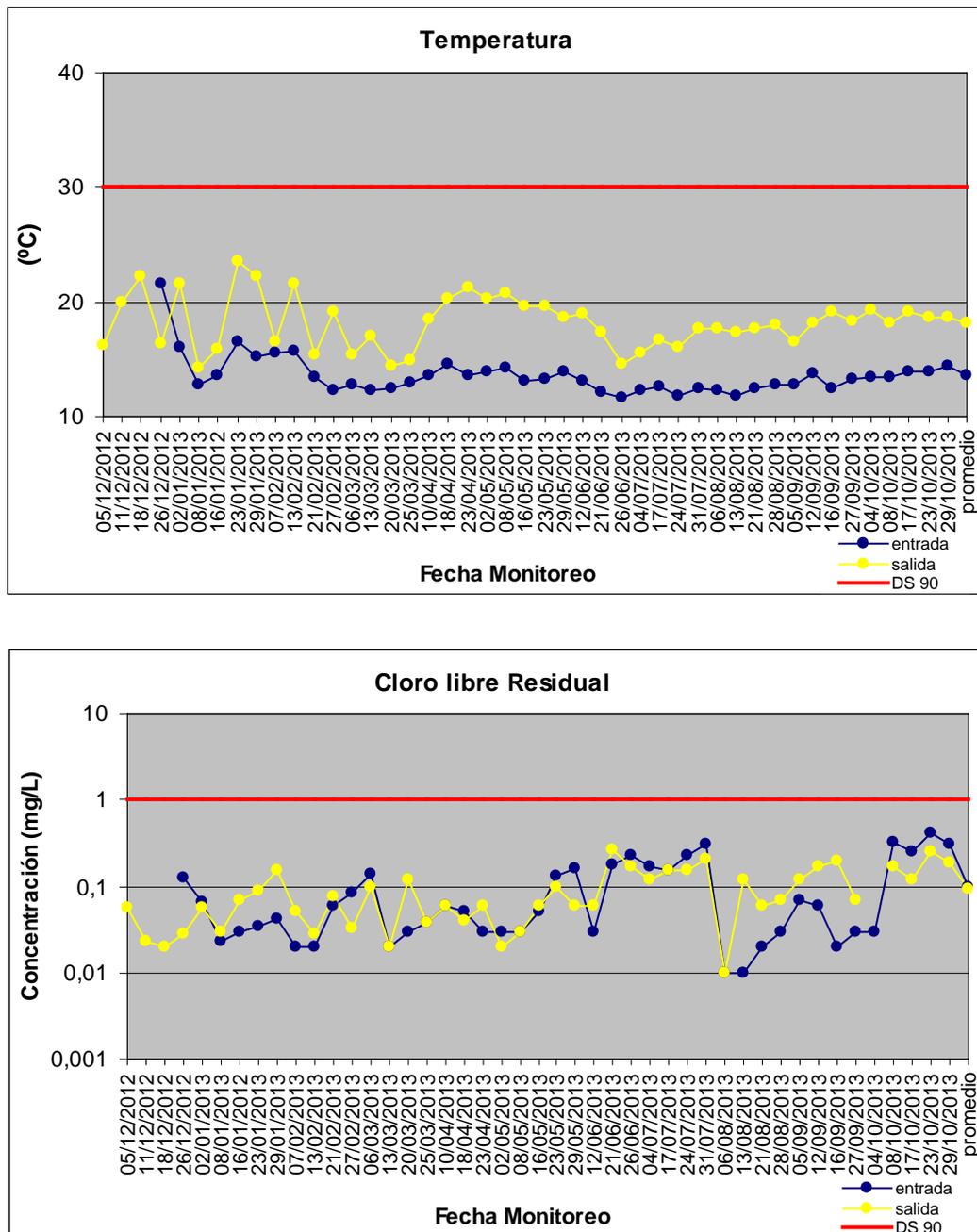


Figura 1.4. Variación histórica mensual de la concentración de los parámetros, entre la entrada de agua (casa bombas agua captación) y la salida (canal de descarga) de Bocamina I. Meses de diciembre 2012 a octubre del año 2013.

1.3.2.2 PLANTA DE TRATAMIENTO

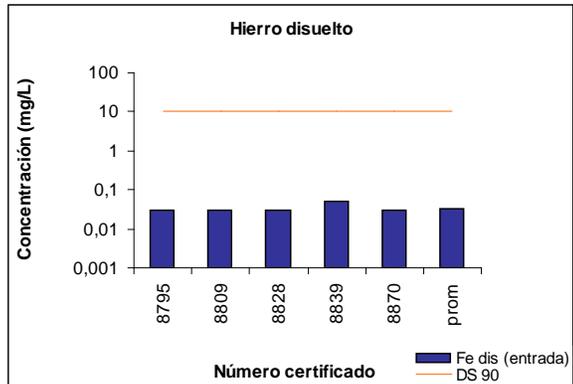
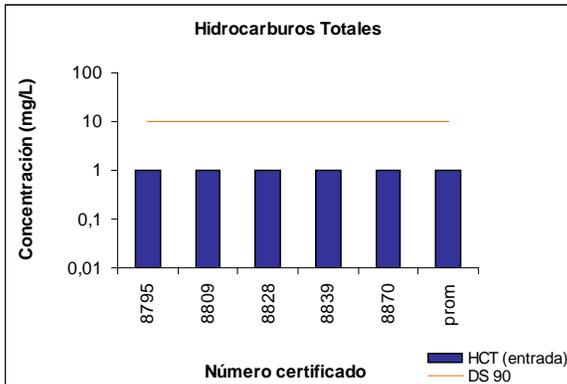
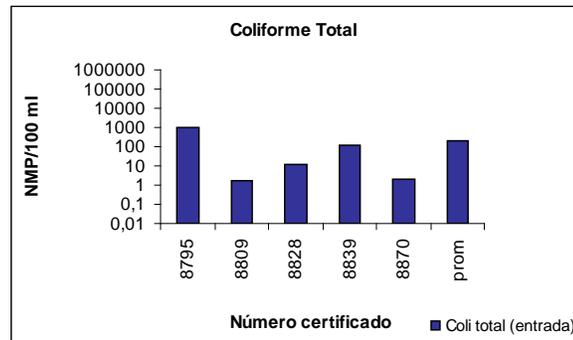
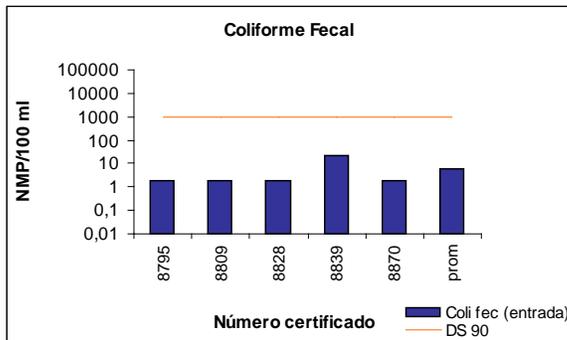
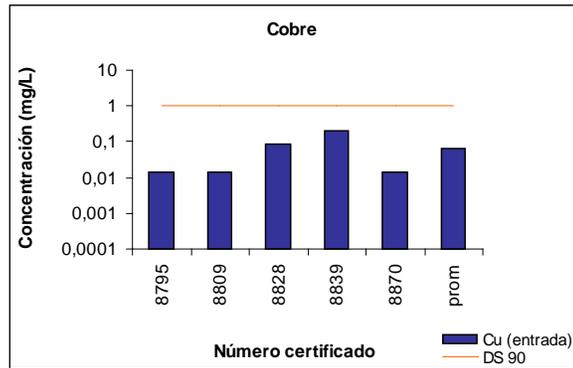
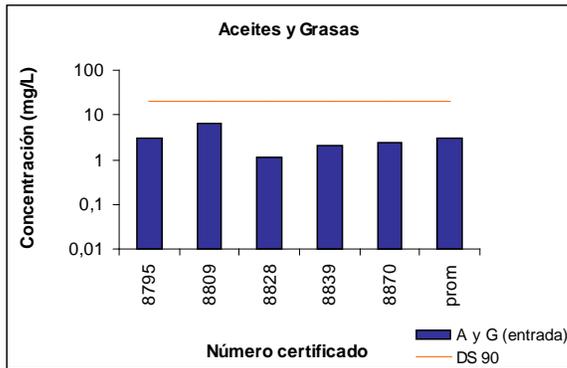
A.- Variación Registrada durante el mes de muestreo.

Endesa S.A, Central Térmica Bocamina Unidad II, posee una Planta de Tratamiento, cuyas descargas de Ril son monitoreadas, caracterizadas y comparadas con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N°90/2000 "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales", dentro de la Zona de Protección Litoral.

Los resultados del periodo de enero a octubre del año 2013 son presentados en el **Anexo 1.3.**, donde se entrega la información histórica de los resultados de los monitoreos semanales efectuados al agua de salida de la Planta de Tratamiento, referentes a la caracterización química y bacteriológica de los residuos industriales líquidos (riles) además de la caracterización de Análisis in Situ (temperatura, pH y cloro libre del ril).

Los certificados de laboratorio emitidos por el INPESCA (Informes N° 8795, 8809, 8828, 8839 y 8870) se presentan en el **Anexo 1.6.**

La **Figura 1.5**, ilustra la variación del RIL correspondiente a los muestreos realizados a la entrada y a la salida (Agua Captación y Canal de Descarga, respectivamente), durante el mes de octubre del 2013. Para las variables Aceite y Grasas, Cobre, Hidrocarburos Totales, pH, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos, Hierro disuelto, Sulfato, Coliformes fecales, Coliformes totales, Temperatura, Cloro Libre Residual, expresados en términos de concentración.



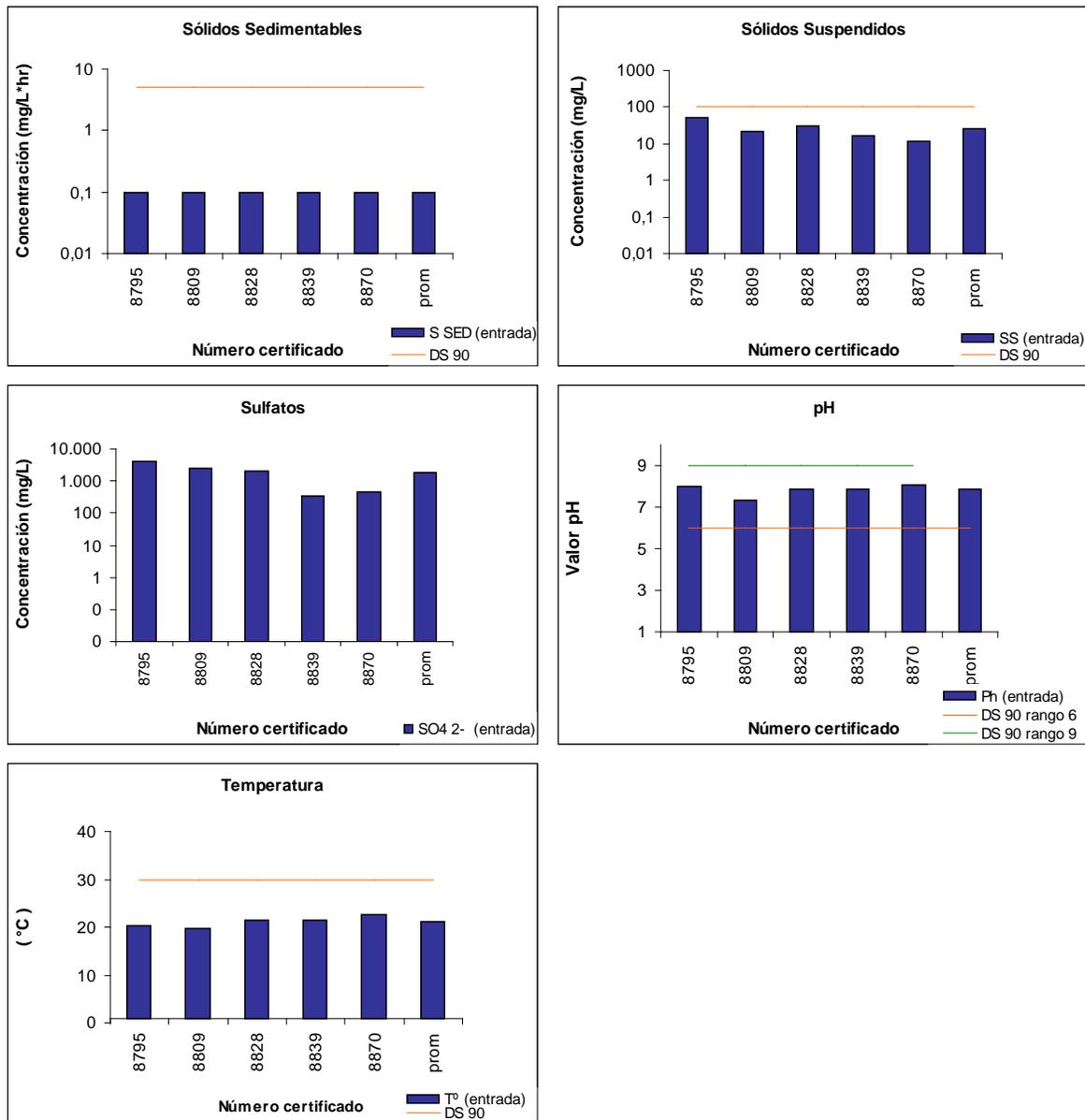
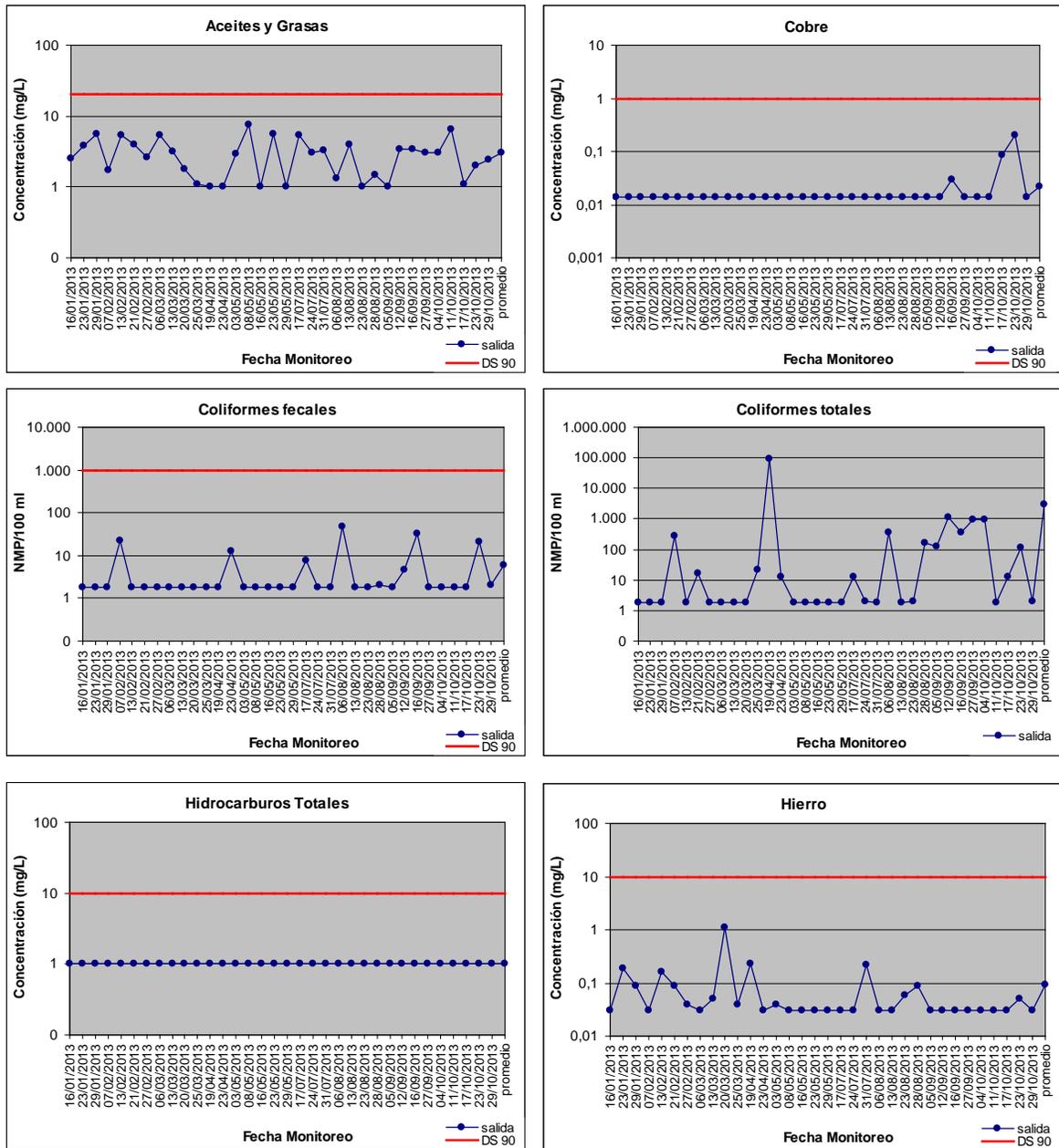


Figura 1.5. Concentraciones y límites máximos establecidos para cada parámetro, según Tabla N°4 "Límites Máximos de concentración para descargas de Residuos Líquidos a cuerpos de agua marinos Fuera de la Zona de la Zona de Protección Litoral", del Decreto Supremo N° 90/2000, según corresponda, para Planta de Tratamiento de Endesa S.A, Central Bocamina II. Mes de Octubre 2013.

**B. RESULTADOS DE LA VARIACIÓN HISTÓRICA MENSUAL PLANTA DE TRATAMIENTO.
 UNIDAD II.**

A continuación se presentan de manera gráfica la variación de la caracterización de los parámetros medidos por INPESCA desde enero a octubre del 2013. **Figura 1.6.**



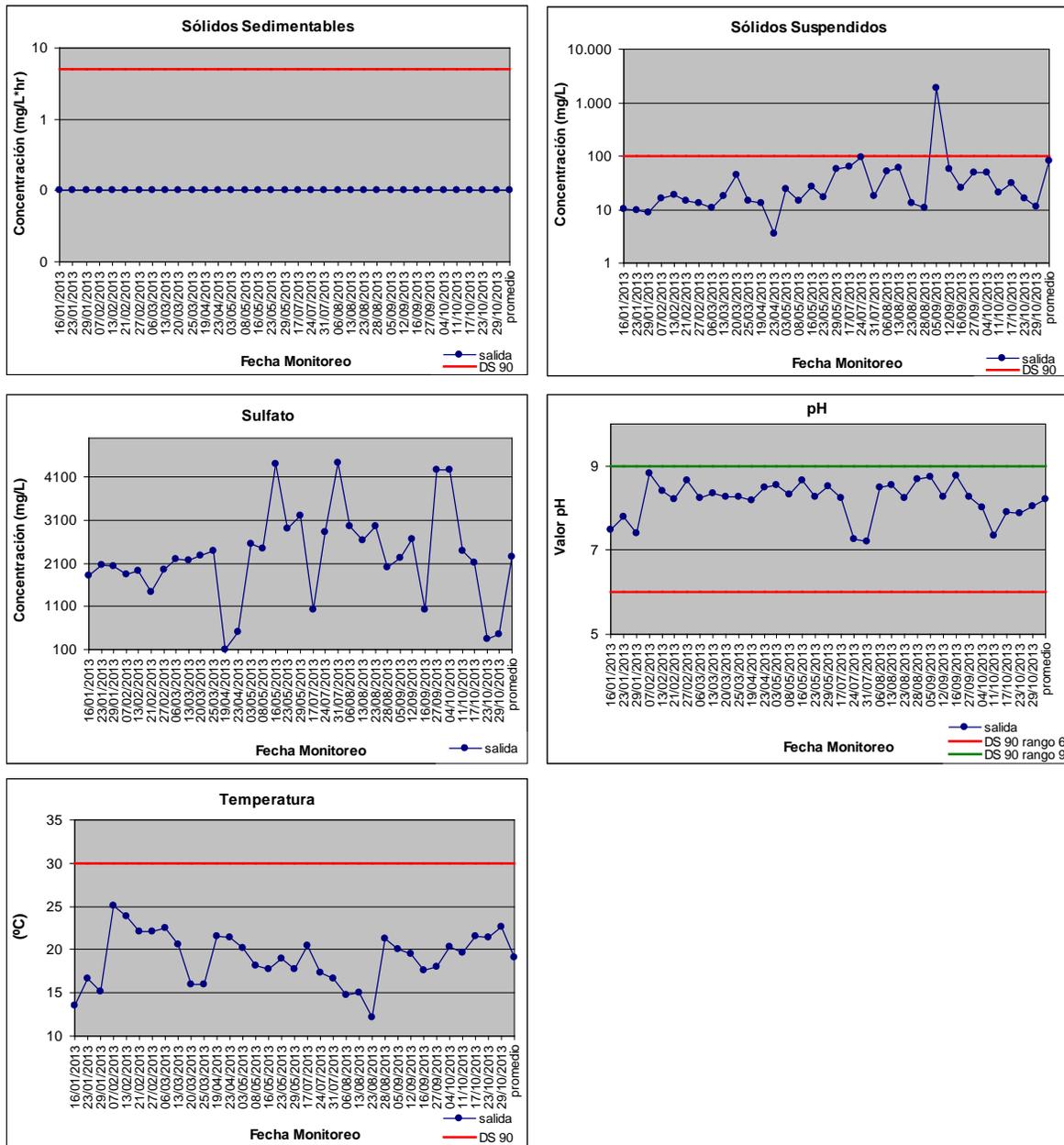


Figura 1.6. Variación histórica mensual de la concentración de los parámetros, de la Planta de Tratamiento de Bocamina II. Meses de enero a octubre 2013.

1.4 CONCLUSIÓN.

1.4.1. BOCAMINA UNIDAD I.

1.4.1.1 Entrada (Casa de Bombas) y Salida (Canal De Descarga)

Los resultados de los análisis realizados a las aguas de entrada y salida de Central Térmica Bocamina I de la empresa Endesa S.A. durante el mes de octubre del año 2013, arrojan un porcentaje de cumplimiento del 100%, para sus descarga dentro de la zona de protección litoral, contrastado con los límite máximo permitido para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la Zona de Protección Litoral. (Tabla N°4) del Decreto Supremo N° 90/2000 (Tabla 1.6).

A continuación se presenta el porcentaje de cumplimiento para cada variable.

Tabla 1.6. Porcentaje de cumplimiento para cada parámetro evaluado según la Tabla N° 4 del Decreto Supremo N° 90/2000.

| Parámetro | Porcentaje Cumplimiento Decreto Supremo N° 90/2000, Tabla 4 | |
|-----------------------------|--|-------------------------------|
| | Entrada (Casa de Bombas) | Salida (Canal De Descarga) |
| Aceites y Grasas | 100% | 100% |
| Cloro Libre Residual | 100% | 100% |
| Cobre | 100% | 100% |
| Hidrocarburos totales | 100% | 100% |
| Hierro disuelto | 100% | 100% |
| Sólidos sedimentables | 100% | 100% |
| Sólidos Suspendidos Totales | 100% | 100% |
| pH | 100% | 100% |
| Temperatura | 100% | 100% |
| Coliforme fecal | 100% | 100% |
| Coliforme total | Sin Límite Máximo Permitido | |
| Sulfatos | | |
| Total | 100% | 100% |

Durante el presente periodo de estudio, la temperatura del ril muestra su mayor variación el día 04 de octubre, la cual fue de 7,8 °C donde se presenta un promedio de temperatura de 13,2 °C en la entrada y 21,0 °C en la salida. Al igual que en estudios anteriores los valores de temperatura siguen siendo valores bajo los 30 °C (límite máximo permitido).

Por otra parte, los parámetros de Hidrocarburos totales, Hierro, Sólidos sedimentables y Cobre arrojan resultados bajo el límite de detección de su método, sin existir mayor variación entre la entrada y la salida.

1.4.2 BOCAMINA UNIDAD II

1.4.2.1 Entrada (Casa de Bombas) y Salida (Canal De Descarga)

La caracterización realizada durante el mes de octubre del año 2013, a las aguas de entrada y salida de Central Térmica Bocamina II de la empresa Endesa S.A. arrojan un porcentaje de cumplimiento del 100%, para sus descarga dentro de la zona de protección litoral, contrastado con los límite máximo permitido para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la Zona de Protección Litoral. (Tabla N°4) del Decreto Supremo N° 90/2000 (Tabla 1.7).

A continuación se presenta el porcentaje de cumplimiento para cada variable.

Tabla 1.7. Porcentaje de cumplimiento para cada parámetro evaluado según la Tabla N° 4 del Decreto Supremo N° 90/2000.

| Parámetro | Porcentaje Cumplimiento Decreto Supremo N° 90/2000, Tabla 4 | |
|-----------------------------|--|-------------------------------|
| | Entrada (Casa de Bombas) | Salida (Canal de Descarga) |
| Aceites y Grasas | 100% | 100% |
| Cloro Libre Residual | 100% | 100% |
| Cobre | 100% | 100% |
| Hidrocarburos totales | 100% | 100% |
| Hierro disuelto | 100% | 100% |
| Sólidos sedimentables | 100% | 100% |
| Sólidos Suspendidos Totales | 100% | 100% |
| pH | 100% | 100% |
| Temperatura | 100% | 100% |
| Coliforme fecal | 100% | 100% |
| Coliforme total | Sin Límite Máximo Permitido | |
| Sulfatos | | |
| Total | 100% | 100% |

La temperatura del ril, obtuvo su mayor variación el día 04 de octubre con un valor de diferencial de temperatura de 5,8 °C con un promedio de temperatura de 13,5 °C en la entrada y 19,3 °C en la salida. La temperatura del ril, durante el mes de octubre los valores siguen siendo valores bajo los 30 °C (límite máximo permitido).

Los parámetros de Hidrocarburos totales, Sólidos sedimentables y Cobre arrojan resultados bajo el límite de detección de su método.

1.4.2.2 Planta de Tratamiento

La caracterización realizada durante el mes de octubre del año 2013, a las aguas de la Planta de Tratamiento de Central Térmica Bocamina II de la empresa Endesa S.A. arrojan un porcentaje de cumplimiento del 100% para sus resultados contrastados con los límite máximo permitido para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la Zona de Protección Litoral. (Tabla N°4) del Decreto Supremo N° 90/2000 (**Tabla 1.8**).

A continuación se presenta el porcentaje de cumplimiento para cada variable.

Tabla 1.8. Porcentaje de cumplimiento para cada parámetro evaluado según la Tabla N° 4 del Decreto Supremo N° 90/2000.

| Parámetro | Planta de Tratamiento |
|-----------------------------|-----------------------|
| Aceites y Grasas | 100% |
| Cloro Libre Residual | 100% |
| Cobre | 100% |
| Hidrocarburos totales | 100% |
| Hierro disuelto | 100% |
| Sólidos sedimentables | 100% |
| Sólidos Suspendidos Totales | 100% |
| pH | 100% |
| Temperatura | 100% |
| Coliforme fecal | 100% |
| Coliforme total | 100% |
| Sulfatos | 100% |
| Total | 100% |

Los parámetros de Hidrocarburos totales, Sólidos sedimentables, Aceites y Grasas, Hierro, Coliformes fecales, Coliformes totales y Cobre arrojan resultados bajo el límite de detección de su método.

ANEXO 1.1
RESULTADOS MONITOREOS
BOCAMINA UNIDAD I

Tabla N°1. ANEXO 1.1: Caracterización química y bacteriológica de residuos industriales líquidos (riles) central térmica Bocamina, periodo meses de marzo a mayo 2012.

| Nº Informe | Fecha | Punto Muestreo | Aceites y grasas (mg/l) | Hidrocarburos Totales (mg/l) | Sólidos suspendidos (mg/l) | Sólidos sedimentables (ml/l) | Cobre (mg/l) | Hierro (mg/l) | Sulfato (mg/l) | Coliformes fecales (NMP/100ml) | Coliformes totales (NMP/100ml) |
|------------|------------|----------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 7253 | 08/03/2012 | Alimentación | <1 | 1 | 8,0 | <0,1 | <0,014 | 0,06 | 2.896 | 790 | 1.100 |
| | | Descarga | <1 | 1 | 6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.943 | 490 | 490 |
| 7270 | 14/03/2012 | Alimentación | 1,2 | <1 | 15,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.926 | 1.700 | 2.200 |
| | | Descarga | <1 | <1 | 15 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.913 | 1.300 | 1.700 |
| 7295 | 21/03/2012 | Alimentación | <1 | 1 | 23,4 | <0,1 | <0,014 | 0,14 | 2.691 | 4.900 | 4.900 |
| | | Descarga | <1 | <1 | <0,1 | 22,2 | <0,014 | 0,07 | 2.635 | 1.300 | 1.300 |
| 7312 | 27/03/2012 | Alimentación | <1 | 2 | 21,2 | <0,1 | <0,014 | 0,19 | 2.896 | 2.400 | 2.400 |
| | | Descarga | <1 | 1 | 21,2 | <0,1 | <0,014 | 0,22 | 2.896 | 7.900 | 7.900 |
| 7325 | 03/04/2012 | Alimentación | 3 | <1 | 13,1 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.413 | 1.700 | 1.700 |
| | | Descarga | 1,4 | <1 | 9,1 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.365 | 460 | 460 |
| 7341 | 11/04/2012 | Alimentación | 6,2 | <1 | 57 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.770 | 23.000 | 23.000 |
| | | Descarga | 4,3 | 1 | 43,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.796 | 23.000 | 33.000 |
| 7373 | 17/04/2012 | Alimentación | 8 | 1 | 32,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.909 | 3.300 | 3.300 |
| | | Descarga | 6,2 | 1 | 30,9 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 3.126 | 7.900 | 7.900 |
| 7397 | 24/04/2012 | Alimentación | 62,7 | 10 | 273 | <0,1 | <0,014 | 0,13 | 2.591 | 1.300 | 1.300 |
| | | Descarga | 5,2 | 1 | 7,5 | <0,1 | <0,014 | 0,04 | 2.452 | 700 | 220.000 |
| 7423 | 02/05/2012 | Alimentación | 11 | <1 | 65,5 | <0,1 | <0,014 | 0,1 | 2.639 | 230 | 230 |
| | | Descarga | 7,2 | <1 | 13 | <0,1 | <0,014 | 0,05 | 2.591 | 330 | 330 |
| 7446 | 09/05/2012 | Alimentación | 11,7 | <1 | 101 | 2 | <0,014 | <0,03 | 2.452 | 14 | 22 |
| | | Descarga | <1,0 | <1 | 11,1 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.361 | 2 | 9,3 |
| 7468-a | 16/05/2012 | Alimentación | <1,0 | <1 | 246 | 0,5 | 0,041 | 0,27 | 2.787 | 3.300 | 3.300 |
| | | Descarga | 1,5 | <1 | 19,2 | <0,1 | 0,029 | <0,03 | 2.800 | 490 | 7.000 |
| 7483-a | 24/05/2012 | Alimentación | 6,7 | <1 | 22 | <0,1 | <0,014 | 0,13 | 2.926 | 130 | 170 |
| | | Descarga | 8,3 | <1 | 15,8 | <0,1 | <0,014 | 0,11 | 2.887 | 79 | 790 |
| 7497-a | 29/05/2012 | Alimentación | 86,8 | <1 | 310 | 1,5 | 0,039 | 0,1 | 1.524 | 790 | 2.300 |
| | | Descarga | 4,1 | <1 | 31,3 | <0,1 | <0,014 | 0,1 | 1.246 | 1.100 | 7.900 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas – Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga)

Tabla N°2. ANEXO 1.1: Caracterización química y bacteriológica de residuos industriales líquidos (riles) central térmica Bocamina, periodo meses de junio a octubre 2012.

| Nº Informe | Fecha | Punto Muestreo | Aceites y grasas (mg/l) | Hidrocarburos Totales (mg/l) | Sólidos suspendidos (mg/l) | Sólidos sedimentables (ml/l) | Cobre (mg/l) | Hierro (mg/l) | Sulfato (mg/l) | Coliformes fecales (NMP/100ml) | Coliformes totales (NMP/100ml) |
|------------|------------|----------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 7524 | 07/06/2012 | Alimentación | 1,3 | <1 | 8,2 | <0,1 | <0,014 | 0,83 | 2.517 | 330 | 490 |
| | | Descarga | 1,2 | <1 | 12,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.452 | 490 | 790 |
| 7579 | 26/06/2012 | Alimentación | 4,7 | <1 | 11,4 | <0,1 | <0,014 | 0,07 | 2.019 | 330 | 790 |
| | | Descarga | 4,9 | <1 | 8,8 | <0,1 | <0,014 | 0,05 | 2.041 | 1.100 | 2.200 |
| 7622 | 09/07/2012 | Alimentación | 6,9 | <1 | 13,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.861 | 490 | 490 |
| | | Descarga | 1,4 | <1 | 8,9 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.939 | 330 | 1.400 |
| 7648 | 19/07/2012 | Alimentación | 2,9 | <1 | 16,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.011 | 330 | 330 |
| | | Descarga | 2,2 | <1 | 11,5 | <0,1 | <0,014 | 0,25 | 2.004 | 2 | 6,8 |
| 7664 | 25/07/2012 | Alimentación | <1,0 | <1 | 17,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.930 | 170 | 460 |
| | | Descarga | 2,6 | <1 | 17 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.974 | 490 | 490 |
| 7686 | 31/07/2012 | Alimentación | <1,0 | <1 | 14 | <0,1 | <0,014 | 0,13 | 2.212 | 110 | 330 |
| | | Descarga | 1,9 | 2 | 21,6 | <0,1 | <0,014 | 0,04 | 2.220 | 330 | 790 |
| 7719 | 09/08/2012 | Alimentación | <1,0 | <1 | 15,2 | <0,1 | <0,014 | 0,04 | 1.917 | 1.300 | 1.300 |
| | | Descarga | 1,0 | <1 | 25,3 | <0,1 | <0,014 | 0,18 | 1.950 | 22.000 | 28.000 |
| 7736 | 17/08/2012 | Alimentación | 3 | 1 | 40,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.998 | 7,8 | 4.900 |
| | | Descarga | 4,8 | 1 | 31,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.176 | 140 | 140 |
| 7747 | 22/08/2012 | Alimentación | 8,4 | <1 | 14,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.491 | 280 | 1.300 |
| | | Descarga | 7,2 | <1 | 17,7 | <0,1 | <0,014 | 0,35 | 1.530 | 230 | 330 |
| 7774 | 29/08/2012 | Alimentación | <1,0 | <1 | 12,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.972 | 14 | 1.100 |
| | | Descarga | 1,0 | <1 | 12,8 | <0,1 | 0,276 | <0,03 | 2.020 | 20 | 3.300 |
| 7794 | 05/09/2012 | Alimentación | 3,1 | <1 | 56,7 | <0,1 | 0,085 | <0,03 | 2.124 | <1,8 | 17 |
| | | Descarga | <1,0 | <1 | 25 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.189 | <1,8 | <1,8 |
| 7830 | 12/09/2012 | Alimentación | 3 | <1 | 49,5 | <0,1 | 0,17 | <0,03 | 2.010 | 490 | 490 |
| | | Descarga | 5 | <1 | 12,6 | <0,1 | 0,028 | 0,09 | 2.215 | 490 | 490 |
| 7839 | 20/09/2012 | Alimentación | 3,6 | <1 | 22 | <0,1 | 0,214 | <0,03 | 1.881 | 33 | 110 |
| | | Descarga | 4,3 | <1 | 6,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.930 | 2 | 2 |
| 7857 | 26/09/2012 | Alimentación | <1,0 | <1 | 12,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.932 | 14 | 140 |
| | | Descarga | 2,4 | <1 | 6,8 | <0,1 | <0,014 | 0,06 | 1.796 | 11 | 79 |
| 7875 | 05/10/2012 | Alimentación | <1,0 | <1 | 13,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.920 | 130 | 350 |
| | | Descarga | <1,0 | <1 | 19,8 | <0,1 | <0,014 | 0,06 | 1.863 | 110 | 540 |
| 7881 | 09/10/2012 | Alimentación | 1,8 | <1 | 22,6 | <0,1 | 0,033 | <0,03 | 2.195 | 17 | 26 |
| | | Descarga | 3,8 | <1 | 8,1 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.081 | 79 | 790 |
| 7896 | 17/10/2012 | Alimentación | 3 | <1 | 30,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.213 | 12 | 12 |
| | | Descarga | 1 | <1 | 11,1 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.224 | 13 | 79 |
| 7907 | 23/10/2012 | Alimentación | 1,5 | <1 | 35 | <0,1 | 0,028 | <0,03 | 2.078 | 9,3 | 2.400 |
| | | Descarga | <1,0 | <1 | 13,7 | <0,1 | 0,018 | 0,22 | 1.972 | 33 | 490 |
| 7933 | 30/10/2012 | Alimentación | 27 | <1 | 209 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.926 | 1.300 | 2.200 |
| | | Descarga | 4 | <1 | 16,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.970 | 1.100 | 1.100 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas - Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga)

Tabla N°3. ANEXO 1.1: Caracterización química y bacteriológica de residuos industriales líquidos (riles) central térmica Bocamina, periodo meses de noviembre 2012 a enero 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Aceites y grasas (mg/l) | Hidrocarburos Totales (mg/l) | Sólidos suspendidos (mg/l) | Sólidos sedimentables (ml/l) | Cobre (mg/l) | Hierro (mg/l) | Sulfato (mg/l) | Coliformes fecales (NMP/100ml) | Coliformes totales (NMP/100ml) |
|------------|------------|---------------|----------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 7947 | 07/11/2012 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 1,2 | <1 | 26,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.270 | 17.000 | 28.000 |
| | | 10:35 – 16:35 | Descarga | <1 | 1 | 30,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.293 | 13.000 | 13.000 |
| 7957 | 13/11/2012 | 10:20 – 16:20 | Alimentación | 13,7 | 1 | 37 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.470 | 240 | 350 |
| | | 10:25 – 16:25 | Descarga | 4,3 | <1 | 7,9 | <0,1 | <0,014 | 0,04 | 1.497 | 700 | 3.500 |
| 7975 | 21/11/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | <1 | <1 | 19,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.180 | 170 | 490 |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | <1 | <1 | 17,4 | <0,1 | <0,014 | 0,09 | 2.215 | 27 | 34 |
| 7993 | 27/11/2012 | 10:50 – 16:50 | Alimentación | 3,1 | <1 | 29,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.848 | 5.400 (N°1) | 5.400 |
| | | 10:55 – 16:55 | Descarga | 4,3 | <1 | 18,7 | <0,1 | <0,014 | 0,11 | 2.215 | 9.200 (N°1) | 9.200 |
| 8025 | 05/12/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 5,6 | <1 | 17,3 | <0,1 | <0,014 | 0,42 | 2.673 | 1.300 | 2.400 |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 2 | <1 | 15 | <0,1 | <0,014 | 0,03 | 2.107 | 330 | 460 |
| 8048 | 11/12/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | <1 | <1 | 30,3 | <0,1 | <0,014 | 0,03 | 1.303 | 5.400 (N°3) | 9.200 |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 1,5 | <1 | 17,4 | <0,1 | <0,014 | 0,04 | 1.447 | 54.000 (N°3) | 92.000 |
| 8071 | 18/12/2012 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | <1 | <1 | 23,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.017 | 920 | 920 |
| | | 10:32 – 16:32 | Descarga | 2,6 | <1 | 18,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.215 | 460 | 1.100 |
| 8081 | 26/12/2012 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 7,5 | <1 | 63 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.100 | 920 | 920 |
| | | 10:33 – 16:33 | Descarga | 7 | <1 | 17,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.041 | 130 | 280 |
| 8093 | 02/01/2013 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 3,8 | <1 | 33,5 | <0,1 | <0,014 | 0,08 | 2.295 | 240 | 350 |
| | | 10:35 – 16:35 | Descarga | 3,9 | <1 | 28,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.319 | 220 | 220 |
| 8110 | 08/01/2013 | 09:30 – 15:30 | Alimentación | 5,6 | <1 | 12,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.124 | 790 (N°4) | 5.400 |
| | | 09:35 – 15:35 | Descarga | 6,7 | <1 | 18,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.215 | 1300 (N°4) | 3.500 |
| 8135 | 16/01/2013 | 11:30 – 17:30 | Alimentación | 5,6 | 1 | 28,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.215 | 130 | 130 |
| | | 11:35 – 17:35 | Descarga | 3,9 | 1 | 24,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.806 | 4,5 | 4,5 |
| 8155 | 23/01/2013 | 09:40 – 15:40 | Alimentación | 2,2 | 1 | 21 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.486 | 3.500 | 9.200 |
| | | 09:50 – 15:50 | Descarga | 2,1 | 1 | 18,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.050 | 940 | 1.400 |
| 8169 | 29/01/2013 | 10:25 – 16:25 | Alimentación | 3,6 | <1 | 11,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.195 | 70 | 1.600 |
| | | 10:15 – 16:15 | Descarga | 1,1 | <1 | 14,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.941 | <1,8 | <1,8 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas – Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga)

Comentarios:

N°1: Muestreo de coliformes fecales excedido, en la descarga, se realiza remuestreo correspondiente al informe N°8025-a, el cual arroja resultados de 790 NMP/100ml en la entrada y 490 NMP/100ml, en la descarga, el cual genera el informe N° 7993-a.

N°3: Muestreo de coliformes fecales excedido, en la descarga, se realiza remuestreo correspondiente al informe N°8079, el cual arroja resultados de 14 NMP/100ml en la entrada y 26 NMP/100ml, en la descarga, el cual genera el informe N° 8048-a.

N°4: Muestreo de coliformes fecales mayor a 1.000 (NMP/100ml) en la descarga, aplica punto 6.4.2 b) del DS 90/2000.

Tabla N°4. ANEXO 1.1: Caracterización química y bacteriológica de residuos industriales líquidos (riles) central térmica Bocamina, periodo meses de febrero a mayo 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Aceites y grasas (mg/l) | Hidrocarburos Totales (mg/l) | Sólidos suspendidos (mg/l) | Sólidos sedimentables (ml/l) | Cobre (mg/l) | Hierro (mg/l) | Sulfato (mg/l) | Coliformes fecales (NMP/100ml) | Coliformes totales (NMP/100ml) |
|------------|------------|---------------|----------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 8182 | 07/02/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 4,4 | <1 | 39,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.000 | 1.700 | 110.000 |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 2,7 | <1 | 17,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.832 | 490 | 790 |
| 8198 | 13/02/2013 | 09:05 – 15:05 | Alimentación | 1,5 | <1 | 21 | <0,1 | 0,015 | <0,03 | 1.833 | 130 | 790 |
| | | 09:10 – 15:10 | Descarga | <1 | <1 | 11 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.772 | 33 | 2.400 |
| 8226 | 21/02/2013 | 08:45 – 14:45 | Alimentación | 5,8 | <1 | 13,7 | <0,1 | 0,021 | 0,65 | 1.729 | 130 | 240 |
| | | 08:55 – 14:55 | Descarga | <1 | <1 | 9,2 | <0,1 | <0,014 | 0,07 | 1.625 | 130 | 170 |
| 8242 | 27/02/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 2,5 | <1 | 37,3 | <0,1 | <0,014 | 0,18 | 2.333 | 170 | 170 |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 1,1 | <1 | 27 | <0,1 | <0,014 | 0,05 | 1.828 | 220 | 220 |
| 8258 | 06/03/2013 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 1,7 | <1 | 17,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.236 | 49 | 49 |
| | | 10:20 – 16:20 | Descarga | 5,2 | 1 | 14 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.391 | <1,8 | <1,8 |
| 8272 | 13/03/2013 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | | <1 | | <0,1 | | <0,03 | | | |
| | | 10:20 – 16:20 | Descarga | 4,5 | | 19,8 | | <0,014 | | 2.268 | 49 | 49 |
| 8303 | 20/03/2013 | 09:10 – 15:10 | Alimentación | 6,6 | <1 | 30 | <0,1 | <0,014 | 0,19 | 2.245 | 33 | 33 |
| | | 09:15 – 15:15 | Descarga | 14,2 | 1 | 21 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.228 | 540 | 540 |
| 8323 | 25/03/2013 | 10:10 – 16:10 | Alimentación | 4,6 | <1 | 7,2 | <0,1 | 0,028 | <0,03 | 2.262 | 1.700 | 3.500 |
| | | 10:15 – 16:15 | Descarga | 1 | <1 | 11,3 | <0,1 | <0,014 | 0,05 | 2.456 | 790 | 1.300 |
| 8357 | 03/04/2013 | 08:55 - 14:55 | Alimentación | 1,1 | <1 | 12,7 | <0,1 | 0,014 | <0,03 | 2.211 | 540 | 920 |
| | | 08:50 - 14:50 | Descarga | 4,2 | <1 | 14,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.083 | 220 | 460 |
| 8378 | 10/04/2013 | 09:40 - 15:40 | Alimentación | 3,8 | <1 | 28,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.266 | 920 | 920 |
| | | 09:45 - 15:45 | Descarga | 2,3 | <1 | 8,7 | <0,1 | <0,014 | 0,09 | 2.094 | 350 | 350 |
| 8414 | 18/04/2013 | 08:50 – 14:50 | Alimentación | <1 | <1 | 9,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.078 | 1300 | 1300 |
| | | 08:55 – 14:55 | Descarga | <1 | <1 | 17,3 | <0,1 | <0,014 | 0,19 | 1.747 | 230 | 330 |
| 8420 | 23/04/2013 | 09:40 – 15:40 | Alimentación | 3,9 | 1 | 29,7 | 0,1 | 0,014 | 0,03 | 2.036 | 560 | 540 |
| | | 09:45 – 15:45 | Descarga | 4,1 | <1 | 29 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.425 | 240 | 240 |
| 8446 | 02/05/2013 | 09:40 - 15:40 | Alimentación | 3,2 | <1 | 27 | <0,1 | 0,015 | <0,03 | 2.242 | 11 | 14 |
| | | 09:45 - 15:45 | Descarga | 2,3 | <1 | 16,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.442 | 7,8 | 7,8 |
| 8462 | 08/05/2013 | 09:15 - 15:15 | Alimentación | 1,1 | <1 | 17,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.578 | 7,8 | 11 |
| | | 09:20 - 15:20 | Descarga | 2,3 | <1 | 14,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.470 | 33 | 33 |
| 8486 | 16/05/2013 | 10:05 - 16:05 | Alimentación | <1 | <1 | 13,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.539 | 240 | 350 |
| | | 10:10 - 16:10 | Descarga | <1 | <1 | 13,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.225 | 21 | 70 |
| 8502 | 23/05/2013 | 09:35 - 15:35 | Alimentación | 3 | <1 | 23,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.538 | 79 | 240 |
| | | 09:40 - 15:40 | Descarga | 13,8 | <1 | 24 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.216 | 6,8 | 6,8 |
| 8518 | 29/05/2013 | 09:35 - 15:35 | Alimentación | 7,4 | <1 | 16,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.533 | 490 | 2.200 |
| | | 09:40 - 15:40 | Descarga | 13 | <1 | 45,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.308 | 280 | 1.400 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas – Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga)

Tabla N°5. ANEXO 1.1: Caracterización química y bacteriológica de residuos industriales líquidos (riles) central térmica Bocamina, meses de junio a septiembre del 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Aceites y grasas (mg/l) | Cobre (mg/l) | Coliformes fecales (NMP/100ml) | Coliformes totales (NMP/100ml) | Hidrocarburos Totales (mg/l) | Hierro (mg/l) | Sólidos sedimentables (ml/l) | Sólidos suspendidos (mg/l) | Sulfato (mg/l) |
|--|------------|---------------|----------------|-------------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------|
| 8532 | 06/06/2013 | 09:30 – 15:30 | Alimentación | 4,1 | 0,027 | 1.100 | 1.100 | <1 | <0,03 | <0,1 | 20,6 | 2.250 |
| | | 09:40 - 15:40 | Descarga | 6,5 | <0,014 | 240 | 350 | 1 | 0,09 | <0,1 | 12,4 | 3.117 |
| 8542 | 12/06/2013 | 10:10 - 16:10 | Alimentación | <1 | 0,015 | 79 | 130 | 1 | <0,03 | <0,1 | 10,2 | 2.275 |
| | | 10:20 – 16:20 | Descarga | 2,9 | <0,014 | 22 | 34 | 1 | 0,03 | <0,1 | 9 | 2.086 |
| 8563 | 21/06/2013 | 11:00 - 17:00 | Alimentación | 1,5 | <0,014 | 12 | 6,8 | <1 | <0,03 | <0,1 | 25,2 | 2.250 |
| | | 11:10 - 17:05 | Descarga | <1 | <0,014 | 4,5 | 6,8 | 1 | <0,03 | <0,1 | 31,4 | 1.496 |
| 8582 | 26/06/2013 | 10:55 - 16:55 | Alimentación | 1,2 | <0,014 | 790 | 9200 | <1 | <0,03 | <0,1 | 12 | 2.750 |
| | | 11:05 - 17:05 | Descarga | 1,1 | <0,014 | 350 | 350 | <1 | <0,03 | <0,1 | 12,4 | 1.975 |
| 8598 | 04/07/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 3,5 | 0,015 | 33 | 49 | <1 | <0,03 | <0,1 | 19 | 2308 |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 1 | <0,014 | 33 | 220 | <1 | <0,03 | <0,1 | 18,6 | 2250 |
| Monitoreo 2º semana de julio, se nos informa en terreno que la Unidad 1 se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| 8624 | 17/07/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 11,2 | <0,014 | 920 | 1.600 | <1 | <0,03 | <0,1 | 16 | 2.575 |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | <1 | <0,014 | 130 | 350 | <1 | <0,03 | <0,1 | 14 | 3.408 |
| 8647 | 24/07/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 1,2 | 0,014 | 5400 (Nº5) | 5.400 | <1 | <0,03 | <0,1 | 28 | 2.779 |
| | | 10:00 - 16:00 | Descarga | <1 | <0,014 | 9200 (Nº5) | 9.200 | <1 | <0,03 | <0,1 | 24 | 2.642 |
| 8670 | 31/07/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 9,1 | <0,014 | 2.400 | 3.500 | <1 | <0,03 | <0,1 | 18 | 2.528 |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 6,3 | <0,014 | 1.700 | 1.700 | <1 | <0,03 | <0,1 | 11 | 2.314 |
| 8684 | 06/08/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | <1 | <0,014 | 790 | 1.300 | <1 | <0,03 | <0,1 | 13,8 | 2.767 |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | <1 | <0,014 | 130 | 130 | <1 | <0,03 | <0,1 | 23 | 2.261 |
| 8699 | 13/08/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 3,4 | <0,014 | 33 | 49 | <1 | <0,03 | <0,1 | 30,7 | 2.833 |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 9,6 | <0,014 | 130 | 240 | <1 | <0,03 | <0,1 | 54,7 | 2.942 |
| 8710 | 21/08/2013 | 11:00 - 17:00 | Alimentación | 2 | <0,014 | 49 | 240 | <1 | <0,03 | <0,1 | 10 | 2.767 |
| | | 11:05 - 17:05 | Descarga | 2,2 | <0,014 | 79 | 920 | <1 | <0,03 | <0,1 | 8,7 | 2.150 |
| 8722 | 28/08/2013 | 10:00 - 16:00 | Alimentación | 6,2 | <0,014 | 21 | 70 | <1 | <0,03 | <0,1 | 22 | 2.773 |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 2,8 | <0,014 | 12 | 26 | <1 | <0,03 | <0,1 | 16 | 2.421 |
| 8743 | 05/09/2013 | 10:00 - 16:00 | Alimentación | 2,2 | <0,014 | 130 | 230 | <1 | <0,03 | <0,1 | 38 | 2.263 |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 1 | <0,014 | 330 | 490 | <1 | <0,03 | <0,1 | 33,6 | 2.108 |
| Monitoreo 2º semana de septiembre, se nos informa en terreno que la Unidad 1 se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| 8760 | 16/09/2013 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 3,3 | <0,014 | 170 | 220 | 1 | <0,03 | <0,1 | 13,8 | 2.565 |
| | | 10:35 – 16:35 | Descarga | 5,8 | <0,014 | 27 | 920 | <1 | <0,03 | <0,1 | 13,8 | 2.791 |
| 8779 | 27/09/2013 | 10:40 – 16:40 | Alimentación | 6,8 | <0,014 | <1,8 | <1,8 | <1 | <0,03 | <0,1 | 32 | 2.496 |
| | | 10:45 - 16:45 | Descarga | 16,1 | <0,014 | <1,8 | <1,8 | <1 | <0,03 | <0,1 | 28 | 2.912 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas – Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga).

Nº5: Muestreo de coliformes fecales excedido, en la descarga, se realiza remuestreo correspondiente al informe N°8687, el cual arroja resultados de 330 NMP/100ml en la entrada y 220 NMP/100ml, en la descarga, el cual genera el informe N° 8647-a.

Tabla N°6. ANEXO 1.1: Caracterización química y bacteriológica de residuos industriales líquidos (riles) central térmica Bocamina, mes de octubre del 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Aceites y grasas (mg/l) | Cobre (mg/l) | Coliformes fecales (NMP/100ml) | Coliformes totales (NMP/100ml) | Hidrocarburos Totales (mg/l) | Hierro (mg/l) | Sólidos sedimentables (ml/l) | Sólidos suspendidos (mg/l) | Sulfato (mg/l) |
|------------|------------|---------------|----------------|-------------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------|
| 8793 | 04/10/2013 | 10:25 - 16:25 | Alimentación | 6,8 | <0,014 | 49 | 130 | <1 | <0,03 | <0,1 | 28,3 | 2.517 |
| | | 10:30 - 16:30 | Descarga | 2 | 0,072 | 130 | 130 | <1 | 0,05 | <0,1 | 23,6 | 2579 |
| 8802 | 08/10/2013 | 10:00 - 16:00 | Alimentación | <1,0 | <0,014 | 140 | 220 | <1 | <0,03 | <0,1 | 23,3 | 2.675 |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | <1,0 | 0,036 | 110 | 540 | <1 | 0,14 | <0,1 | 24,3 | 3.121 |
| 8826 | 17/10/2013 | 11:00 - 17:00 | Alimentación | 2,7 | <0,014 | 79 | 79 | <1 | <0,03 | <0,1 | 24,5 | 2.617 |
| | | 11:05 - 17:05 | Descarga | <1,0 | 0,039 | 79 | 110 | <1 | <0,03 | <0,1 | 20 | 2.983 |
| 8837 | 23/10/2013 | 10:10 - 16:10 | Alimentación | 2,7 | <0,014 | 11 | 33 | <1 | <0,03 | <0,1 | 22,3 | 2.538 |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 1,7 | 0,023 | 70 | 70 | <1 | 0,07 | <0,1 | 18,6 | 2.275 |
| 8868 | 29/10/2013 | 10:25 - 16:25 | Alimentación | 4 | <0,014 | 49 | 49 | <1 | <0,03 | <0,1 | 23,8 | 2.404 |
| | | 10:30 - 16:30 | Descarga | 2,6 | <0,014 | 130 | 220 | <1 | 0,05 | <0,1 | 31 | 1.916 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas – Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga).

Tabla N°7. ANEXO1.1: Caracterización de Análisis in Situ (temperatura, pH y cloro libre del ril), periodo meses de junio a octubre 2012.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Datos mediciones de temperaturas puntuales Temperatura (C°) | | | | | | Promedio | Diferencial temperatura (°C) | Cloro Residual (mg/l) | pH | |
|------------|------------|---------------|----------------|---|------|------|------|----------|----------|----------|------------------------------|-----------------------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 7524 | 07/06/2012 | 11:00 – 17:00 | Alimentación | 12,7 | 13,5 | 13,9 | 13,4 | | | 13,4 | 5,9 | 0,14 | 7,81 | |
| | | 11:05 – 17:05 | Descarga | 18,9 | 19,5 | 19,3 | 19,2 | | | 19,2 | | 0,2 | 7,65 | |
| 7579 | 26/06/2012 | 07:30 – 09:30 | Alimentación | 11,5 | 11,5 | 11,5 | *** | | | 11,5 | 8,2 | 0,22 | 7,4 | |
| | | 07:35 – 09:35 | Descarga | 19,9 | 19,4 | 19,7 | *** | | | 19,7 | | 0,24 | 7,53 | |
| 7622 | 09/07/2012 | 11:50 – 14:50 | Alimentación | 14,2 | 14,9 | 14,6 | 14,7 | 14,2 (*) | 14,9 (*) | 15 (*) | 14,6 | 5,4 | 0,14 | 7,46 |
| | | 12:00 – 15:00 | Descarga | 19,2 | 19,3 | 20,9 | 20,6 | 20,9 (*) | 20,6 (*) | 20,2 (*) | 20,0 | | 0,2 | 7,66 |
| 7648 | 19/07/2012 | 11:10 – 17:10 | Alimentación | 12,1 | 12,3 | 12,7 | 12,6 | | | 12,4 | 6,7 | 0,14 | 7,58 | |
| | | 11:15 – 17:15 | Descarga | 19,0 | 18,9 | 19,6 | 18,9 | | | 19,1 | | 0,16 | 7,55 | |
| 7664 | 25/07/2012 | 11:30 – 17:30 | Alimentación | 12,3 | 12,0 | 12,2 | 12,1 | | | 12,2 | 6,6 | 0,18 | 7,43 | |
| | | 11:40 – 17:40 | Descarga | 18,5 | 18,3 | 19,3 | 18,9 | | | 18,8 | | 0,2 | 7,42 | |
| 7686 | 31/07/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 11,1 | 11,7 | 11,3 | 12,0 | | | 11,5 | 6,6 | 0,18 | 7,25 | |
| | | 10:10 – 16:10 | Descarga | 18,1 | 18,7 | 17,7 | 17,8 | | | 18,1 | | 0,21 | 7,3 | |
| 7719 | 09/08/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 12,0 | 12,1 | 12,3 | 12,0 | | | 12,1 | 6,6 | 0,18 | 7,6 | |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 18,3 | 18,3 | 20,3 | 17,9 | | | 18,7 | | 0,2 | 7,58 | |
| 7736 | 17/08/2012 | 09:55 – 15:55 | Alimentación | 11,7 | 13,1 | 13,3 | 13,9 | | | 13,0 | 5,3 | 0,2 | 7,98 | |
| | | 10:00 – 16:00 | Descarga | 17,7 | 18,0 | 19,3 | 18,1 | | | 18,3 | | 0,21 | 7,95 | |
| 7747 | 22/08/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 14,3 | 13,9 | 14,7 | 11,9 | | | 13,7 | 4,7 | 0,16 | 7,93 | |
| | | 10:02 – 16:03 | Descarga | 18,8 | 17,7 | 18,1 | 19,0 | | | 18,4 | | 0,13 | 8,02 | |
| 7774 | 29/08/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 11,3 | 11,2 | 11,0 | 11,0 | | | 11,1 | 8,8 | 0,13 | 7,58 | |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 19,0 | 21,3 | 19,3 | 20,2 | | | 20,0 | | 0,18 | 8,2 | |
| 7794 | 05/09/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 11,9 | 11,6 | 14,1 | 12,3 | | | 12,5 | 6,3 | 0,14 | 7,85 | |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 18,8 | 18,1 | 19,3 | 18,7 | | | 18,7 | | 0,11 | 7,82 | |
| 7830 | 12/09/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 13,5 | 13,3 | 13,4 | 13,5 | | | 13,4 | 5,3 | 0,21 | 7,9 | |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 17,3 | 18,8 | 19,6 | 19,0 | | | 18,7 | | 0,17 | 7,64 | |
| 7839 | 20/09/2012 | 10:05 – 16:05 | Alimentación | 12,2 | 12,6 | 12,4 | 12,2 | | | 12,4 | 7,3 | 0,28 | 8,08 | |
| | | 10:10 – 16:10 | Descarga | 19,9 | 20,1 | 18,6 | 19,9 | | | 19,6 | | 0,17 | 7,88 | |
| 7857 | 26/09/2012 | 09:40 – 15:40 | Alimentación | 13,4 | 13,5 | 12,7 | 12,9 | | | 13,1 | 6,3 | 0,18 | 7,05 | |
| | | 09:45 – 15:45 | Descarga | 19,0 | 19,2 | 19,6 | 19,9 | | | 19,4 | | 0,18 | 7,22 | |
| 7875 | 05/10/2012 | 10:25 – 16:25 | Alimentación | 12,6 | 12,7 | 13,8 | 13,6 | | | 13,2 | 6,1 | 0,1 | 8,24 | |
| | | 10:30 – 16:30 | Descarga | 19,8 | 19,0 | 19,3 | 19,1 | | | 19,3 | | 0,09 | 8,11 | |
| 7881 | 09/10/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 12,2 | 12,6 | 12,4 | 12,7 | | | 12,5 | 6,5 | 0,15 | 7,82 | |
| | | 10:10 – 16:10 | Descarga | 19,3 | 18,7 | 18,9 | 18,9 | | | 19,0 | | 0,01 | 7,76 | |
| 7896 | 17/10/2012 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 11,1 | 12,0 | 11,7 | 11,9 | | | 11,7 | 6,0 | 0,07 | 7,37 | |
| | | 10:35 – 16:35 | Descarga | 17,5 | 17,9 | 17,6 | 17,5 | | | 17,6 | | 0,01 | 7,3 | |
| 7907 | 23/10/2012 | 10:30 a 16:30 | Alimentación | 13,3 | 12,9 | 13,2 | 13,3 | | | 13,2 | 7,2 | 0,12 | 7,55 | |
| | | 10:40 a 16:40 | Descarga | 20,3 | 20,5 | 20,4 | 20,2 | | | 20,4 | | 0,16 | 7,85 | |
| 7933-a | 30/10/2012 | 09:59 – 16:03 | Alimentación | 13,6 | 13,6 | 12,5 | 13,0 | | | 13,2 | 5,2 | 0,04 | 6,98 | |
| | | 10:00 – 16:00 | Descarga | 18,4 | 18,2 | 18,1 | 18,6 | | | 18,3 | | 0,02 | 7 | |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas – Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga).

(*): Muestréos extra.

Tabla N°8. ANEXO1.1: Caracterización de Análisis in Situ (temperatura, pH y cloro libre del ril), periodo meses de noviembre 2012 a febrero 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Datos mediciones de temperaturas puntuales Temperatura (°C) | | | | Promedio | Diferencial temperatura (°C) | Cloro Residual (mg/l) | | | | pH | | | |
|------------|------------|---------------|----------------|---|------|------|------|----------|------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7947 | 07/11/2012 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 12,1 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 6,7 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 7,20 | 7,40 | 7,50 | 7,60 |
| | | 10:35 – 16:35 | Descarga | 18,4 | 18,5 | 19,0 | 19,0 | 18,7 | | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 7,30 | 7,50 | 7,50 | 7,70 |
| 7957 | 13/11/2012 | 10:20 – 16:20 | Alimentación | 14,1 | 14,6 | 13,3 | 14,0 | 14,0 | 7,8 | 0,25 | 0,19 | 0,05 | 0,1 | 7,20 | 7,30 | 7,20 | 7,20 |
| | | 10:25 – 16:25 | Descarga | 22,0 | 21,5 | 21,7 | 22,0 | 21,8 | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 6,70 | 7,00 | 7,20 | 6,90 |
| 7975 | 21/11/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 12,5 | 13,1 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 6,5 | 0,04 | 0,06 | 0,1 | 0,03 | 7,30 | 7,30 | 7,30 | 7,40 |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 19,0 | 19,8 | 19,0 | 19,3 | 19,3 | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 7,20 | 7,20 | 7,30 | 7,20 |
| 7993 | 27/11/2012 | 10:50 – 16:50 | Alimentación | 13,1 | 13,2 | 13,6 | 13,4 | 13,3 | 8,6 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 7,50 | 7,50 | 7,30 | 7,40 |
| | | 10:55 – 16:55 | Descarga | 21,5 | 22,0 | 22,0 | 22,0 | 21,9 | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 7,50 | 7,50 | 7,30 | 7,40 |
| 8025 | 05/12/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 17,0 | 16,5 | 15,3 | 15,8 | 16,2 | 6,3 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 7,80 | 7,60 | 7,60 | 7,40 |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 24,2 | 22,0 | 21,7 | 22,0 | 22,5 | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 7,70 | 7,50 | 7,50 | 7,50 |
| 8048 | 11/12/2012 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 14,9 | 13,7 | 14,5 | 14,0 | 14,3 | -1,4 | <0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,02 | 7,40 | 7,30 | 7,30 | 7,30 |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 12,8 | 13,0 | 12,9 | 12,9 | 12,9 | | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 7,50 | 7,50 | 7,40 | 7,40 |
| 8071 | 18/12/2012 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 15,0 | 14,9 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 7,2 | 0,08 | 0,08 | 0,05 | 0,05 | 7,60 | 7,70 | 7,70 | 7,60 |
| | | 10:32 – 16:32 | Descarga | 22,3 | 22,4 | 22,0 | 22,1 | 22,2 | | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 7,60 | 7,50 | 7,50 | 7,50 |
| 8081 | 26/12/2012 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 15,2 | 15,3 | 15,2 | 15,0 | 15,2 | 7,3 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,1 | 7,80 | 7,70 | 7,80 | 7,80 |
| | | 10:33 – 16:33 | Descarga | 22,5 | 22,2 | 22,6 | 22,4 | 22,4 | | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 7,50 | 7,50 | 7,30 | 7,30 |
| 8093 | 02/01/2013 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 13,4 | 17,1 | 23,0 | 23,0 | 19,1 | 4,2 | 0,1 | 0,22 | 0,16 | 0,07 | 7,40 | 7,80 | 7,60 | 7,60 |
| | | 10:35 – 16:35 | Descarga | 21,6 | 24,3 | 24,1 | 23,4 | 23,4 | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,17 | 7,30 | 7,60 | 7,60 | 7,60 |
| 8110 | 08/01/2013 | 09:30 – 15:30 | Alimentación | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,4 | 12,3 | 7,4 | 1,6 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 7,40 | 7,40 | 7,50 | 7,40 |
| | | 09:35 – 15:35 | Descarga | 19,8 | 20,1 | 20,0 | 19,1 | 19,8 | | 0,07 | 0,18 | 0,2 | 0,16 | 7,30 | 7,50 | 7,40 | 7,40 |
| 8135 | 16/01/2013 | 11:30 – 17:30 | Alimentación | 13,8 | 14,1 | 14,8 | 13,8 | 14,1 | 4,7 | 0,01 | 0 | 0,06 | 0,48 | 7,50 | 7,80 | 7,60 | 7,90 |
| | | 11:35 – 17:35 | Descarga | 14,7 | 20,7 | 20,1 | 19,7 | 18,8 | | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,49 | 7,40 | 7,50 | 7,50 | 7,70 |
| 8155 | 23/01/2013 | 09:40 – 15:40 | Alimentación | 16,4 | 16,0 | 16,4 | 16,8 | 16,4 | 7,6 | 0,1 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 7,80 | 7,30 | 7,90 | 7,60 |
| | | 09:50 – 15:50 | Descarga | 23,3 | 23,9 | 24,0 | 24,6 | 24,0 | | 0,55 | 0,16 | 0,02 | 0,4 | 7,70 | 7,90 | 8,30 | 8,60 |
| 8169 | 29/01/2013 | 10:25 – 16:25 | Alimentación | 15,4 | 16,0 | 15,9 | 16,0 | 15,8 | 5,6 | 0,1 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 7,80 | 7,60 | 7,70 | 7,60 |
| | | 10:15 – 16:15 | Descarga | 21,6 | 21,5 | 21,0 | 21,5 | 21,4 | | 0,02 | 0,02 | 0,12 | 0,13 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| 8182 | 07/02/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 15,6 | 15,8 | 15,9 | 15,9 | 15,8 | 9,7 | 0,08 | 0,04 | <0,02 | <0,02 | 7,50 | 7,80 | 7,60 | 7,40 |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 25,4 | 25,6 | 25,8 | 25,2 | 25,5 | | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 7,10 | 7,30 | 7,50 | 7,20 |
| 8198 | 13/02/2013 | 09:05 – 15:05 | Alimentación | 15,4 | 16,2 | 16 | 16,1 | 15,9 | 6,4 | 0,04 | 0,02 | <0,02 | 0,06 | 7,90 | 7,30 | 7,20 | 7,60 |
| | | 09:10 – 15:10 | Descarga | 22,8 | 22 | 22 | 22,3 | 22,3 | | 0,10 | <0,02 | <0,02 | 0,19 | 7,60 | 7,40 | 7,20 | 7,60 |
| 8226 | 21/02/2013 | 08:45 – 14:45 | Alimentación | 14,1 | 14,7 | 14,4 | 13,8 | 14,3 | 6,7 | 0,04 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 7,10 | 7,00 | 7,10 | 7,10 |
| | | 08:55 – 14:55 | Descarga | 20,8 | 21,1 | 20,9 | 21 | 21,0 | | 0,17 | 0,03 | 0,16 | 0,1 | 7,10 | 7,20 | 7,00 | 7,00 |
| 8242 | 27/02/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 12,3 | 13,1 | 12,9 | 13,2 | 12,9 | 6,7 | 0,32 | 0,22 | 0,15 | 0,18 | 8,20 | 8,30 | 8,20 | 8,20 |
| | | 10:05 – 16:05 | Descarga | 19,5 | 19,9 | 19,3 | 19,5 | 19,6 | | 0,4 | 0,2 | 0,05 | 0,08 | 7,90 | 7,80 | 7,80 | 7,70 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas – Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga)
 A partir del mes de noviembre 2012, se deja de informar valor promedio y se comienzan a informar los valores puntuales de los parámetros de Cloro libre residual y pH.

Tabla N°9. ANEXO1.1: Caracterización de Análisis in Situ (temperatura, pH y cloro libre del ril), periodo meses de marzo a junio 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Datos mediciones de temperaturas puntuales Temperatura (C°) | | | | Promedio | Diferencial temperatura (°C) | Cloro Residual (mg/l) | | | | pH | | | |
|------------|------------|---------------|----------------|---|------|------|------|----------|------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8258 | 06/03/2013 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 12,5 | 12,7 | 12,6 | 13,5 | 12,8 | 5,6 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 7,50 | 8,10 | 8,30 | 8,20 |
| | | 10:20 – 16:20 | Descarga | 20,0 | 20,0 | 16,9 | 16,9 | 18,5 | | 0,20 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 7,50 | 7,70 | 7,70 | 7,70 |
| 8272 | 13/03/2013 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 13,7 | 13,5 | 13,2 | 12,7 | 13,3 | 8,2 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,69 | 7,50 | 7,90 | 7,90 | 8,20 |
| | | 10:20 – 16:20 | Descarga | 21,5 | 21,0 | 22,0 | 21,2 | 21,4 | | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,19 | 7,40 | 7,90 | 7,60 | 8,10 |
| 8303 | 20/03/2013 | 09:10 – 15:10 | Alimentación | 12,4 | 12,8 | 13,2 | 13,0 | 12,9 | 3,2 | 0,17 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 7,60 | 8,40 | 7,60 | 7,40 |
| | | 09:15 – 15:15 | Descarga | 12,4 | 20,0 | 15,8 | 15,8 | 16,0 | | 0,94 | 0,06 | 0,14 | 0,18 | 7,60 | 7,90 | 8,20 | 8,00 |
| 8323 | 25/03/2013 | 10:10 – 16:10 | Alimentación | 13,0 | 12,9 | 13,5 | 13,6 | 13,3 | 6,8 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,09 | 7,50 | 7,90 | 8,00 | 8,30 |
| | | 10:15 – 16:15 | Descarga | 16,8 | 20,8 | 21,8 | 20,9 | 20,1 | | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,07 | 7,70 | 7,60 | 7,60 | 7,60 |
| 8357 | 03/04/2013 | 08:55 – 14:55 | Alimentación | 13,7 | 13,8 | 14,6 | 14,5 | 14,2 | 5,7 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,08 | 6,80 | 7,50 | 7,50 | 7,40 |
| | | 08:50 – 14:50 | Descarga | 20,5 | 18,6 | 20,2 | 20,0 | 19,8 | | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 0,06 | 7,20 | 7,40 | 7,40 | 7,30 |
| 8378 | 10/04/2013 | 09:40 – 15:40 | Alimentación | 13,5 | 14,0 | 17,2 | 17,5 | 15,6 | 1,5 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,08 | 7,60 | 7,30 | 7,50 | 7,60 |
| | | 09:45 – 15:45 | Descarga | 15,5 | 15,4 | 18,9 | 18,2 | 17,0 | | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,04 | 7,60 | 7,60 | 7,90 | 7,70 |
| 8414 | 18/04/2013 | 08:50 – 14:50 | Alimentación | 13,8 | 13,9 | 14,4 | 15,6 | 14,4 | 6,5 | 0,09 | 0,06 | 0,03 | 0,12 | 7,50 | 7,40 | 7,50 | 7,40 |
| | | 08:55 – 14:55 | Descarga | 22,2 | 20,0 | 21,4 | 20,1 | 20,9 | | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 7,30 | 7,30 | 7,10 | 7,20 |
| 8420 | 23/04/2013 | 09:40 – 15:40 | Alimentación | 13,5 | 13,2 | 13,4 | 13,6 | 13,4 | 8,0 | 0,03 | 0,10 | 0,10 | 0,03 | 7,50 | 7,20 | 7,30 | 7,40 |
| | | 09:45 – 15:45 | Descarga | 21,3 | 21,4 | 21,3 | 21,6 | 21,4 | | 0,03 | 0,11 | 0,00 | 0,03 | 7,50 | 7,60 | 7,20 | 7,40 |
| 8446 | 02/05/2013 | 09:40 – 15:40 | Alimentación | 13,7 | 14,0 | 14,2 | 14,0 | 14,0 | 5,4 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 |
| | | 09:45 – 15:45 | Descarga | 19,4 | 19,6 | 19,4 | 19,2 | 19,4 | | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 7,60 | 7,40 | 7,20 | 7,30 |
| 8462 | 08/05/2013 | 09:15 – 15:15 | Alimentación | 13,6 | 13,9 | 14,2 | 14,2 | 14,0 | 6,7 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 7,70 | 7,70 | 8,00 | 7,90 |
| | | 09:20 – 15:20 | Descarga | 20,5 | 20,6 | 20,7 | 20,9 | 20,7 | | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 7,6 | 7,6 | 7,7 | 7,6 |
| 8486 | 16/05/2013 | 10:05 – 16:05 | Alimentación | 13,1 | 12,8 | 13,4 | 14,0 | 13,3 | 6,2 | 0,10 | 0,00 | 0,04 | 0,06 | 6,10 | 7,40 | 7,30 | 7,80 |
| | | 10:10 – 16:10 | Descarga | 20,1 | 19,2 | 19,2 | 19,4 | 19,5 | | 0,07 | 0,11 | 0,04 | 0,10 | 6,20 | 7,50 | 7,60 | 7,70 |
| 8502 | 23/05/2013 | 09:35 – 15:35 | Alimentación | 14,5 | 13,9 | 14,2 | 14,3 | 14,2 | 5,8 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 7,50 | 7,60 | 7,50 | 7,40 |
| | | 09:40 – 15:40 | Descarga | 19,5 | 19,3 | 20,3 | 20,9 | 20,0 | | 0,00 | 0,01 | 0,07 | 0,09 | 7,40 | 7,40 | 7,40 | 7,40 |
| 8518 | 29/05/2013 | 09:35 – 15:35 | Alimentación | 13,4 | 13,0 | 13,3 | 14,4 | 13,5 | 4,7 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 7,60 | 7,60 | 7,90 | 8,10 |
| | | 09:40 – 15:40 | Descarga | 18,6 | 19,0 | 17,6 | 17,7 | 18,2 | | 0,13 | 0,10 | 0,02 | 0,02 | 7,60 | 7,60 | 7,50 | 7,70 |
| 8532 | 06/06/2013 | 09:30 – 15:30 | Alimentación | 11,7 | 11,9 | 12,4 | 12,2 | 12,1 | 5,8 | 0,16 | 0,14 | 0,08 | 0,02 | 8,00 | 7,90 | 8,10 | 7,90 |
| | | 09:40 – 15:40 | Descarga | 17,6 | 18,4 | 17,9 | 17,6 | 17,9 | | 0,32 | 0,42 | 0,20 | | 7,7 | 7,9 | 8,0 | 7,7 |
| 8542 | 12/06/2013 | 10:10 – 16:10 | Alimentación | 12,1 | 12,7 | 12,9 | 13,9 | 12,9 | 6,4 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 8,00 | 7,90 | 7,80 | 7,90 |
| | | 10:20 – 16:20 | Descarga | 18,1 | 19,2 | 19,8 | 20,2 | 19,3 | | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 7,6 | 7,6 | 7,9 | 8,0 |
| 8563 | 21/06/2013 | 11:00 – 17:00 | Alimentación | 10,6 | 11,9 | 12,3 | 12,4 | 11,8 | 6,4 | 0,27 | 0,12 | 0,05 | 0,00 | 7,70 | 7,80 | 7,70 | 7,70 |
| | | 11:10 – 17:05 | Descarga | 17,4 | 18,5 | 18,2 | 18,6 | 18,2 | | 0,91 | 0,21 | 0,10 | 0,02 | 7,7 | 7,7 | 7,8 | 7,7 |
| 8582 | 26/06/2013 | 10:55 – 16:55 | Alimentación | 11,5 | 11,7 | 11,3 | 11,9 | 11,6 | 6,3 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 7,9 | 7,6 | 7,9 | 7,7 |
| | | 11:05 – 17:05 | Descarga | 17,9 | 17,5 | 18,2 | 18 | 17,9 | | 0,23 | 0,07 | 0,01 | 0,00 | 7,7 | 7,7 | 7,9 | 7,8 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas – Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga).

Tabla N°10. ANEXO1.1: Caracterización de Análisis in Situ (temperatura, pH y cloro libre del ril), meses de julio a septiembre 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Datos mediciones de temperaturas puntuales Temperatura (C°) | | | | | Promedio | Diferencial temperatura (°C) | Cloro Residual (mg/l) | | | | pH | | | |
|--|------------|---------------|----------------|---|------|------|------|------|----------|------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8598 | 04/07/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 11,4 | 11,9 | 12,8 | 12,7 | 12,2 | 7,1 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 7,90 | 7,90 | 7,80 | 7,80 | |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 17,1 | 20,1 | 20,0 | 20,0 | 19,3 | | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 7,80 | 7,80 | 7,60 | 7,10 | |
| Monitoreo 2º semana de julio, Unidad 1 se encontró en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8624 | 17/07/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 12,3 | 12,5 | 12,6 | 12,4 | 12,5 | 6,8 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 8,3 | 8,0 | 7,9 | 7,9 | |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 19,1 | 18,9 | 19,3 | 19,5 | 19,2 | | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 7,8 | 7,9 | 7,7 | 7,7 | |
| 8647 | 24/07/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 11,1 | 11,0 | 11,5 | 12,6 | 11,6 | 6,6 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 6,8 | 6,8 | 6,9 | 7,0 | |
| | | 10:00 - 16:00 | Descarga | 17,6 | 17,7 | 18,3 | 18,9 | 18,1 | | 0,26 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 6,8 | 6,8 | 6,9 | 7,0 | |
| 8670 | 31/07/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 11,2 | 11,9 | 11,5 | 11,2 | 11,5 | 6,7 | 0,16 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 6,9 | 7,0 | 7,0 | 6,9 | |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 17,6 | 18,1 | 18,3 | 18,7 | 18,2 | | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 6,9 | 7,0 | 7,0 | 6,9 | |
| 8684 | 06/08/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 12,2 | 11,7 | 12,1 | 11,9 | 12,0 | 5,4 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 7,9 | 8,2 | 8,0 | 8,0 | |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 17,4 | 17,3 | 17,5 | 17,2 | 17,4 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 7,7 | 7,8 | 7,8 | 7,9 | |
| 8699 | 13/08/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 11,9 | 12,2 | 12,6 | 13,6 | 12,6 | 5,2 | 0,18 | 0,13 | 0,04 | 0,00 | 7,9 | 7,9 | 7,9 | 8,3 | |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 17,4 | 17,6 | 17,9 | 18,0 | 17,7 | | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 7,8 | 7,9 | 7,7 | 7,9 | |
| 8710 | 21/08/2013 | 11:00 – 17:00 | Alimentación | 11,9 | 12,1 | 12,3 | 12,4 | 12,2 | 5,3 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 8,20 | 8,30 | 8,50 | 8,30 | |
| | | 11:05 - 17:05 | Descarga | 17,6 | 17,6 | 17,4 | 17,2 | 17,5 | | 0,06 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 8,10 | 8,20 | 8,40 | 8,30 | |
| 8722 | 28/08/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 12,1 | 12,7 | 12,5 | 13,0 | 12,6 | 5,1 | 0,20 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 8,00 | 7,90 | 8,00 | 7,80 | |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 17,9 | 17,6 | 17,4 | 17,8 | 17,7 | | 0,12 | 0,00 | 0,03 | 0,07 | 7,90 | 7,80 | 7,80 | 7,70 | |
| 8743 | 05/09/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 11,8 | 12,1 | 12,4 | 12,9 | 12,3 | 4,6 | 0,37 | 0,10 | 0,12 | 0,05 | 8,20 | 8,20 | 8,10 | 8,30 | |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 16,3 | 16,8 | 17,1 | 17,2 | 16,9 | | 0,19 | 0,15 | 0,12 | 0,04 | 8,10 | 8,00 | 8,00 | 8,10 | |
| Monitoreo 2º semana de septiembre, Unidad 1 se encontró en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8760 | 16/09/2013 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 13,0 | 14,0 | 14,1 | 12,6 | 13,4 | 5,3 | 0,15 | 0,09 | 0,02 | 0,02 | 8,30 | 8,30 | 8,30 | 8,10 | |
| | | 10:35 - 16:35 | Descarga | 17,9 | 17,6 | 19,9 | 19,4 | 18,7 | | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,09 | 8,00 | 8,20 | 8,30 | 8,40 | |
| 8779 | 27/09/2013 | 10:40 – 16:40 | Alimentación | 12,7 | 12,8 | 14,2 | 14,4 | 13,5 | 3,8 | 0,17 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 7,30 | 7,50 | 7,90 | 7,90 | |
| | | 10:45 - 16:45 | Descarga | 16,1 | 17,2 | 18,0 | 17,9 | 17,3 | | 0,10 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 7,40 | 7,50 | 7,60 | 7,60 | |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas – Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga).

Tabla N°11. ANEXO1.1: Caracterización de Análisis in Situ (temperatura) mes de octubre del 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Datos mediciones de temperaturas puntuales Temperatura (C°) | | | | | | | | | | | | | Promedio | Diferencial temperatura (eC) | | |
|------------|------------|---------------|----------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|------------------------------|------|-----|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8793 | 04/10/2013 | 10:25 - 16:25 | Alimentación | 11,6 | 14,0 | 13,7 | 13,5 | | | | | | | | | | | | 13,2 | 7,8 |
| | | 10:30 - 16:30 | Descarga | 16,7 | 17,1 | 17,4 | 17,9 | 18,6 | 19,1 | 19,6 | 19,7 | 25,0 | 24,7 | 26,1 | 25,6 | 24,9 | | | 21,0 | |
| 8802 | 08/10/2013 | 10:00 - 16:00 | Alimentación | 12,0 | 14,3 | 13,9 | 13,3 | | | | | | | | | | | | 13,4 | 5,2 |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 17,2 | 18,2 | 18,4 | 18,5 | 18,5 | 18,8 | 19,0 | 18,9 | 19,1 | 18,7 | 18,9 | 19,0 | 18,2 | | | 18,6 | |
| 8826 | 17/10/2013 | 11:00 - 17:00 | Alimentación | 14,0 | 14,2 | 15,3 | 14,8 | | | | | | | | | | | | 14,6 | 4,9 |
| | | 11:05 - 17:05 | Descarga | 18,3 | 18,2 | 18,4 | 18,7 | 18,5 | 19,5 | 19,8 | 20,2 | 20,9 | 20,4 | 20,1 | 20,3 | 19,4 | | | 19,4 | |
| 8837 | 23/10/2013 | 10:10 - 16:10 | Alimentación | 12,4 | 13,6 | 13,9 | 14,1 | | | | | | | | | | | | 13,5 | 5,2 |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 18,0 | 18,3 | 18,6 | 18,8 | 18,8 | 19,1 | 19,4 | 19,3 | 18,8 | 18,4 | 18,7 | 18,9 | 18,6 | 18,6 | | 18,7 | |
| 8868 | 29/10/2013 | 10:25 - 16:25 | Alimentación | 13,3 | 14,2 | 14,6 | 15,2 | | | | | | | | | | | | 14,3 | 5,0 |
| | | 10:30 - 16:30 | Descarga | 18,4 | 18,8 | 19,4 | 19,7 | 20,0 | 19,3 | 19,7 | 19,6 | 19,4 | 19,5 | 19,2 | 19,5 | 19,2 | | | 19,4 | |

Tabla N°12. ANEXO1.1: Caracterización de Análisis in Situ (pH y cloro libre del ril) mes de octubre del 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | pH | | | | | | | | | | | | | Cloro Residual (mg/l) | | | | | |
|------------|------------|---------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------|--|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8793 | 04/10/2013 | 10:25 - 16:25 | Alimentación | 7,80 | 7,90 | 8,00 | 7,90 | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,03 | 0,04 | 0,03 |
| | | 10:30 - 16:30 | Descarga | 7,80 | 7,80 | 7,90 | 7,80 | 7,70 | 7,70 | 7,80 | 7,70 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | 7,70 | 7,90 | | | 0,07 | 0,02 | 0,03 | 0,06 |
| 8802 | 08/10/2013 | 10:00 - 16:00 | Alimentación | 7,90 | 7,80 | 7,80 | 7,60 | | | | | | | | | | | | 0,06 | 0,00 | 0,02 | 0,01 |
| | | 10:05 - 16:05 | Descarga | 7,70 | 7,60 | 7,60 | 7,60 | 7,70 | 7,70 | 7,60 | 7,70 | 7,70 | 7,60 | 7,70 | 7,70 | 7,70 | | | 0,07 | 0,22 | 0,20 | 0,10 |
| 8826 | 17/10/2013 | 11:00 - 17:00 | Alimentación | 8,00 | 7,90 | 8,00 | 7,80 | | | | | | | | | | | | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 |
| | | 11:05 - 17:05 | Descarga | 7,80 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | 7,90 | 7,80 | 7,80 | 7,90 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | 7,90 | 7,90 | | | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,04 |
| 8837 | 23/10/2013 | 10:10 - 16:10 | Alimentación | 7,70 | 7,70 | 7,90 | 8,00 | | | | | | | | | | | | 0,05 | 0,01 | 0,03 | 0,06 |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 7,60 | 7,60 | 7,70 | 7,70 | 7,70 | 7,60 | 7,60 | 7,70 | 7,80 | 7,70 | 7,80 | 7,90 | 7,90 | | | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| 8868 | 29/10/2013 | 10:25 - 16:25 | Alimentación | 7,70 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | | | | | | | | | | | | 0,36 | 0,01 | 0,04 | 0,02 |
| | | 10:30 - 16:30 | Descarga | 7,60 | 7,60 | 7,60 | 7,50 | 7,60 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | 7,90 | 8,00 | 7,90 | 8,00 | 7,90 | | | 0,27 | 0,03 | 0,04 | 0,03 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas - Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga).

A partir del mes de octubre se aumenta el numero de mediciones de pH y temperatura en la descarga de Bocamina I. (Canal de Descarga). Según Resolución Exenta DFZ/RPM N° 898, de la Superintendencia de Medio Ambiente.

ANEXO 1.2

**RESULTADOS MONITOREOS
BOCAMINA UNIDAD II**

**PUNTOS DE MUESTREO:
ENTRADA Y SALIDA**

Tabla N°1. ANEXO 1.2: Caracterización química y bacteriológica de residuos industriales líquidos (riles) central térmica Bocamina II, mes de diciembre 2012 a febrero 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Aceites y grasas (mg/l) | Hidrocarburos Totales (mg/l) | Sólidos suspendidos (mg/l) | Sólidos sedimentables (ml/l) | Cobre (mg/l) | Hierro (mg/l) | Sulfato (mg/l) | Coliformes fecales (NMP/100ml) | Coliformes totales (NMP/100ml) |
|------------|------------|---------------|----------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 8026 | 05/12/2012 | 10:10 – 16:10 | Descarga | 3,2 | <1 | 16,4 | <0,1 | <0,014 | 0,1 | 2.124 | 230 | 330 |
| 8049 | 11/12/2012 | 10:10 – 16:10 | Descarga | 1 | <1 | 11 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.351 | 35.000 | 35.000 |
| 8072 | 18/12/2012 | 10:35 – 16:35 | Descarga | 4,6 | <1 | 20,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.981 | 79 | 460 |
| 8082 | 26/12/2012 | 10:35 – 16:35 | Alimentación | 10,4 | <1 | 20,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.052 | 350 | 350 |
| | | 10:30 – 16:30 | Descarga | 9,8 | <1 | 10,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.124 | 6,8 | 6,8 |
| 8194 | 02/01/2013 | 10:40 – 16:40 | Alimentación | 1 | <1 | 12,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.333 | 79 | 130 |
| | | 10:48 – 16:48 | Descarga | 1 | <1 | 20 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.322 | 79 | 240 |
| 8111 | 08/01/2013 | 09:40 – 15:40 | Alimentación | 5,6 | <1 | 11,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.142 | 790 | 3.500 |
| | | 09:45 – 15:45 | Descarga | 5,8 | <1 | 14,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.298 | 70 | 330 |
| 8136 | 16/01/2013 | 11:50 – 17:50 | Alimentación | 13 | <1 | 13,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.189 | 540 | 540 |
| | | 11:40 – 17:40 | Descarga | 1,1 | <1 | 18,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.941 | 540 | 540 |
| 8156 | 23/01/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 2,1 | <1 | 11,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.569 | 460 | 460 |
| | | 09:55 – 15:55 | Descarga | 2,1 | <1 | 17,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.861 | 330 | 330 |
| 8170 | 29/01/2013 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 2 | <1 | 11,3 | <0,1 | <0,014 | 0,18 | 2.044 | 11 | 220 |
| | | 10:20 – 16:20 | Descarga | 1 | <1 | 9,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.978 | 6,8 | 6,8 |
| 8183 | 07/02/2013 | 10:15 – 16:15 | Alimentación | <1 | <1 | 11,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.037 | 790 | 1.100 |
| | | 10:10 – 16:10 | Descarga | 1,2 | <1 | 15,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.822 | 230 | 490 |
| 8199 | 13/02/2013 | 09:20 – 15:20 | Alimentación | 6 | <1 | 8,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.816 | 330 | 700 |
| | | 09:15 – 15:15 | Descarga | 4 | 1 | 15,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.712 | 79 | 330 |
| 8227 | 21/02/2013 | 08:50 – 14:50 | Alimentación | <1 | <1 | 22,8 | <0,1 | <0,014 | 0,09 | 1.590 | 79 | 2.400 |
| | | 09:00 – 15:00 | Descarga | <1 | <1 | 17,7 | <0,1 | <0,014 | 0,04 | 1.575 | 79 | 490 |
| 8243 | 27/02/2013 | 10:15 – 16:15 | Alimentación | 2,9 | <1 | 25 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.297 | 22 | 240 |
| | | 10:10 – 16:10 | Descarga | 1,2 | <1 | 31,3 | <0,1 | <0,014 | 0,08 | 1.853 | 79 | 79 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas – Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga).

Nota 1: Muestreo de coliformes fecales excedido (1.300 NMP/100ml en la descarga), por lo que aplicando punto 6.4.2 del DS 90, se realiza remuestreo (informe N° 8304-a), el cual arroja resultados de 6,8 NMP/100ml en la entrada y 920 NMP/100ml, en la descarga, el cual genera el informe N° 8273-a.

Tabla N°2. ANEXO 1.2: Caracterización química y bacteriológica de residuos industriales líquidos (riles) central térmica Bocamina II, mes de marzo a junio 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Aceites y grasas (mg/l) | Hidrocarburos Totales (mg/l) | Sólidos suspendidos (mg/l) | Sólidos sedimentables (ml/l) | Cobre (mg/l) | Hierro (mg/l) | Sulfato (mg/l) | Coliformes fecales (NMP/100ml) | Coliformes totales (NMP/100ml) |
|---|------------|---------------|----------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 8259 | 06/03/2013 | 10:40 – 16:40 | Alimentación | 4,2 | 1 | 15,7 | 0,1 | 0,014 | <0,03 | 2.245 | 79 | 350 |
| | | 10:25 – 16:25 | Descarga | 5,1 | <1 | 18,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.367 | 220 | 220 |
| 8273-a | 13/03/2013 | 10:40 – 16:40 | Alimentación | 2,6 | 1 | 11,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.195 | 6,8 (Nº1) | 6,8 |
| | | 10:25 – 16:25 | Descarga | 2,6 | <1 | 10,2 | <0,1 | 0,024 | 0,06 | 1.914 | 920 (Nº1) | 920 |
| 8304 | 20/03/2013 | 09:25 – 15:25 | Alimentación | 2 | <1 | 17,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.283 | 6,8 | 6,8 |
| | | 09:20 – 15:20 | Descarga | 4,3 | 1 | 13,7 | <0,1 | 0,025 | 0,05 | 2.267 | 920 | 920 |
| 8324 | 25/03/2013 | 09:25 – 15:25 | Alimentación | 1,4 | <1 | 7,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.233 | 790 | 2.400 |
| | | 09:20 – 15:20 | Descarga | 6,4 | <1 | 15 | <0,1 | 0,017 | 0,04 | 2.461 | 240 | 490 |
| Monitoreo 1º semana de abril, se nos informa en terreno que la Unidad 2 se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| 8381 | 10/04/2013 | 09:55 - 16:00 | Alimentación | 2,4 | <1 | 13 | <0,1 | 0,014 | 0,03 | 2.284 | 240 | 240 |
| | | 09:50 - 15:50 | Descarga | <1 | 1 | 12,5 | <0,1 | <0,014 | 0,05 | 2.106 | 540 | 540 |
| 8415 | 18/04/2013 | 09:45 - 15:45 | Alimentación | <1 | <1 | 18,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.656 | 700 | 700 |
| | | 09:40 - 15:40 | Descarga | <1 | <1 | 18,7 | <0,1 | <0,014 | 0,05 | 1.656 | 700 | 700 |
| 8421 | 23/04/2013 | 09:50 - 15:50 | Alimentación | 5 | <1 | 20,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.047 | 1600 | 1.600 |
| | | 09:55 - 15:55 | Descarga | 4,1 | <1 | 19,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.404 | 920 | 920 |
| 8447 | 02/05/2013 | 09:50 - 15:50 | Alimentación | 1,2 | <1 | 9 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.467 | 4,5 | 4,5 |
| | | 10:00 - 16:00 | Descarga | 2,4 | <1 | 16,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.550 | 7,8 | 7,8 |
| 8463 | 08/05/2013 | 09:25 - 15:25 | Alimentación | 1,8 | <1 | 21,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.539 | 9,3 | 9,3 |
| | | 09:15 - 15:15 | Descarga | 4,8 | <1 | 22,2 | <0,1 | <0,014 | 0,04 | 2.447 | 22 | 22 |
| 8487 | 16/05/2013 | 10:15 - 16:15 | Alimentación | <1 | <1 | 12,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.553 | 33 | 33 |
| | | 10:20 - 16:20 | Descarga | <1 | <1 | 17 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.391 | 2 | 4,5 |
| 8503 | 23/05/2013 | 09:45 - 15:45 | Alimentación | 7,7 | 1 | 25,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.340 | 130 | 240 |
| | | 09:50 - 15:50 | Descarga | 4 | 2 | 30,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.142 | 13 | 79 |
| 8519 | 29/05/2013 | 09:45 - 15:45 | Alimentación | 6,9 | <1 | 10,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.671 | 110 | 170 |
| | | 09:50 - 15:50 | Descarga | 11,7 | <1 | 19,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.175 | 1,8 | 2 |
| Monitoreo 1º semana de junio, se nos informa en terreno que la Unidad 2 se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| 8543 | 12/06/2013 | 10:15 - 16:15 | Alimentación | 3,2 | 1 | 14,8 | <0,1 | <0,014 | 0,19 | 2.325 | 6,8 | 6,8 |
| | | 10:25 - 16:25 | Descarga | <1 | 1 | 12,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.333 | <1,8 | <1,8 |
| 8564 | 21/06/2013 | 11:05 - 17:05 | Alimentación | <1 | <1 | 19,6 | <0,1 | 0,097 | <0,03 | 2.308 | <1,8 | 2 |
| | | 11:15 - 17:15 | Descarga | <1 | <1 | 24 | <0,1 | 1,556 (Nº2) | <0,03 | 1.621 | <1,8 | 2 |
| 8583 | 26/06/2013 | 11:00 - 17:00 | Alimentación | 1 | <1 | 6,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.667 | 6,8 | 6,8 |
| | | 11:10 - 17:10 | Descarga | 2 | <1 | 5,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.833 | 7,8 | 11 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas - Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga).

Nota 1: Muestreo de coliformes fecales excedido (1.300 NMP/100ml en la descarga), por lo que aplicando punto 6.4.2 del DS 90, se realiza remuestreo (informe N° 8304-a), el cual arroja resultados de 6,8 NMP/100ml en la entrada y 920 NMP/100ml, en la descarga, el cual genera el informe N° 8273-a.

Nota 2: Muestreo de cobre excedido, en la descarga (1,556 mg/l), por lo que aplicando punto 6.4.2 del DS 90, se realiza remuestreo (informe N° 8599-a), el que arroja un resultado de <0,014 mg/l, lo cual genera el informe final N° 8464-a.

Tabla N°3. ANEXO 1.2: Caracterización química y bacteriológica de residuos industriales líquidos (riles) central térmica Bocamina II, meses de julio a octubre 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Aceites y grasas (mg/l) | Hidrocarburos Totales (mg/l) | Sólidos suspendidos (mg/l) | Sólidos sedimentables (ml/l) | Cobre (mg/l) | Hierro (mg/l) | Sulfato (mg/l) | Coliformes fecales (NMP/100ml) | Coliformes totales (NMP/100ml) |
|--|------------|---------------|----------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 8599 | 04/07/2013 | 10:10 – 16:10 | Alimentación | 1 | <1 | 14,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2233 | <1,8 | <1,8 |
| | | 10:20 – 16:20 | Descarga | 1,8 | <1 | 18,8 | <0,1 | <0,014 | 0,08 | 2875 | <1,8 | <1,8 |
| Monitoreo 2º semana de julio, Unidad 2 se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| 8625 | 17/07/2013 | 10:10 – 16:10 | Alimentación | 7,4 | <1 | 14,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.567 | 8 | 13 |
| | | 10:15 – 16:15 | Descarga | 8,6 | <1 | 15,2 | <0,1 | <0,014 | 0,04 | 2.750 | 8 | 8 |
| 8648 | 24/07/2013 | 10:05 – 16:05 | Alimentación | 1,1 | <1 | 21,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.552 | 33 | 33 |
| | | 10:10 – 16:10 | Descarga | 2,2 | <1 | 24,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.533 | 17 | 17 |
| 8671 | 31/07/2013 | 10:10 – 16:10 | Alimentación | 7,3 | <1 | 23,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.531 | 1.300 | 3.500 |
| | | 10:15 – 16:15 | Descarga | 8 | <1 | 18,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.350 | 79 | 230 |
| 8685 | 06/08/2013 | 10:10 – 16:10 | Alimentación | 1 | <1 | 18,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.621 | 240 | 240 |
| | | 10:15 – 16:15 | Descarga | <1 | <1 | 27,0 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.992 | 350 | 350 |
| 8700 | 13/08/2013 | 10:20 – 16:20 | Alimentación | 4,6 | <1 | 25,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.596 | 17 | 70 |
| | | 10:15 – 16:15 | Descarga | 2,4 | <1 | 25,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.325 | 11 | 11 |
| 8711 | 21/08/2013 | 11:10 – 17:10 | Alimentación | 1,8 | <1 | 11,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.585 | 79 | 240 |
| | | 11:15 – 17:15 | Descarga | 1,3 | <1 | 34,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.622 | 1,8 | 1,8 |
| 8723 | 28/08/2013 | 10:10 – 16:10 | Alimentación | 1,5 | <1 | 15,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.521 | 46 | 170 |
| | | 11:15 – 17:15 | Descarga | 1 | <1 | 17,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.533 | 2 | 4,5 |
| 8744 | 05/09/2013 | 10:10 – 16:10 | Alimentación | 2,4 | <1 | 20 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.437 | 49 | 330 |
| | | 10:15 – 16:15 | Descarga | 5,4 | <1 | 15,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.112 | <1,8 | 14 |
| 8757 | 12/09/2013 | 10:00 - 16:00 | Alimentación | 3,1 | <1 | 6,9 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.642 | 220 | 540 |
| | | 10:10 – 16:10 | Descarga | 3,3 | <1 | 18,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.654 | <1,8 | <1,8 |
| 8761 | 16/09/2013 | 10:45 - 16:45 | Alimentación | 4,8 | <1 | 12,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.742 | 1.600 | 1.600 |
| | | 10:40 - 16:40 | Descarga | 2,4 | <1 | 8,8 | <0,1 | 0,028 | <0,03 | 2.763 | 2 | 2 |
| 8780 | 27/09/2013 | 10:50 - 16:50 | Alimentación | 4,6 | <1 | 37 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.412 | 540 | 920 |
| | | 10:55 - 16:55 | Descarga | 2,6 | <1 | 29 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.863 | <1,8 | <1,8 |
| 8794 | 04/10/2013 | 10:35 - 16:35 | Alimentación | 7,7 | <1 | 26,9 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.550 | 49 | 170 |
| | | 10:40 - 16:40 | Descarga | <1,0 | <1 | 22,6 | <0,1 | 0,064 | <0,03 | 3.017 | 13 | 33 |
| 8803 | 08/10/2013 | 10:10 – 16:10 | Alimentación | <1,0 | <1 | 23 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 3.017 | <1,8 | <1,8 |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 8,5 | <1 | 17,3 | <0,1 | 0,059 | 0,1 | 2.558 | <1,8 | 7,8 |
| 8827 | 17/10/2013 | 11:10 – 17:10 | Alimentación | 1 | <1 | 17,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.258 | 17 | 33 |
| | | 11:15 – 17:15 | Descarga | <1,0 | <1 | 17,2 | <0,1 | 0,045 | <0,03 | 2.300 | <1,8 | <1,8 |
| 8838 | 23/10/2013 | 10:25 – 16:25 | Alimentación | 4,2 | <1 | 18 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.473 | <1,8 | <1,8 |
| | | 10:20 – 16:20 | Descarga | 3,2 | <1 | 22,3 | <0,1 | 0,043 | 0,17 | 2.525 | 4,5 | 4,5 |
| 8869 | 29/10/2013 | 10:40 - 16:40 | Alimentación | 1,6 | <1 | 30,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.521 | <1,8 | <1,8 |
| | | 10:35 - 16:35 | Descarga | 2,6 | <1 | 31,6 | <0,1 | 0,024 | 0,03 | 1.892 | 2 | 4,5 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas - Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga).

Tabla N°4. ANEXO1.2: Caracterización de Análisis in Situ (temperatura, pH y cloro libre del ril), meses de diciembre 2012 a abril 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Datos mediciones de temperaturas puntuales | | | | Promedio | Diferencial temperatura (°C) | Cloro Residual (mg/l) | | | | pH | | | |
|--|------------|---------------|----------------|--|-------|-------|-------|----------|------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| | | | | Temperatura (C°) | | | | | | | | | | | | | |
| 8026 | 05/12/2012 | 10:10 – 16:10 | Descarga | 16,7 | 15,9 | 15,9 | 16,5 | 16,3 | | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,03 | 7,80 | 7,60 | 7,60 | 7,50 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8049 | 11/12/2012 | 10:10 – 16:10 | Descarga | 20,1 | 19,7 | 19,8 | 20,0 | 19,9 | | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 7,50 | 7,30 | 7,40 | 7,40 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8072 | 18/12/2012 | 10:35 – 16:35 | Descarga | 22,1 | 22,1 | 22,3 | 22,3 | 22,2 | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,40 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8082 | 26/12/2012 | 10:35 – 16:35 | Alimentación | 22,1 | 22,0 | 22,2 | 20,1 | 21,6 | 5,25 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,15 | 7,00 | 7,60 | 7,30 | 7,50 |
| | | 10:30 – 16:30 | Descarga | 16,9 | 16,3 | 16,2 | 16,0 | 16,4 | | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 7,80 | 7,80 | 7,20 | 7,00 |
| 8194 | 02/01/2013 | 10:40 – 16:40 | Alimentación | 14,3 | 18,0 | 15,9 | 15,9 | 16,0 | 5,48 | 0,02 | 0,1 | 0,08 | 0,06 | 7,60 | 7,70 | 7,70 | 7,60 |
| | | 10:48 – 16:48 | Descarga | 20,2 | 22,3 | 21,6 | 21,9 | 21,5 | | 0,02 | 0,11 | 0,08 | 0,02 | 7,40 | 7,90 | 7,70 | 7,60 |
| 8111 | 08/01/2013 | 09:40 – 15:40 | Alimentación | 12,7 | 13,0 | 12,6 | 13,0 | 12,8 | 1,43 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 7,50 | 7,50 | 7,40 | 7,40 |
| | | 09:45 – 15:45 | Descarga | 14,8 | 13,9 | 13,6 | 14,7 | 14,3 | | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 7,40 | 7,40 | 7,40 | 7,40 |
| 8136 | 16/01/2013 | 11:50 – 17:50 | Alimentación | 13,6 | 14,1 | 13,4 | 13,4 | 13,6 | 2,18 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,60 |
| | | 11:40 – 17:40 | Descarga | 20,8 | 14,4 | 14,0 | 14,0 | 15,8 | | 0,06 | 0,09 | 0,08 | 0,04 | 7,60 | 7,60 | 7,60 | 7,70 |
| 8156 | 23/01/2013 | 10:00 – 16:00 | Alimentación | 16,6 | 16,4 | 16,4 | 16,9 | 16,6 | 7,03 | 0,08 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 7,80 | 7,90 | 7,8 | 7,8 |
| | | 09:55 – 15:55 | Descarga | 23,1 | 23,8 | 23,6 | 23,9 | 23,6 | | 0,12 | 0,1 | 0,09 | 0,05 | 7,80 | 8,00 | 8,30 | 8,00 |
| 8170 | 29/01/2013 | 10:30 – 16:30 | Alimentación | 15,0 | 15,0 | 15,4 | 15,2 | 15,2 | 7,15 | 0,09 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 7,60 | 7,30 | 7,60 | 7,20 |
| | | 10:20 – 16:20 | Descarga | 22,1 | 22,7 | 22,1 | 22,3 | 22,3 | | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 7,60 | 7,50 | 7,60 | 7,50 |
| 8183 | 07/02/2013 | 10:15 – 16:15 | Alimentación | 15,5 | 15,6 | 15,9 | 15,5 | 15,6 | 0,92 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 7,50 | 7,60 | 7,60 | 7,50 |
| | | 10:10 – 16:10 | Descarga | 16,4 | 16,5 | 16,9 | 16,4 | 16,6 | | <0,02 | <0,02 | 0,07 | 0,09 | 7,50 | 7,50 | 7,60 | 7,30 |
| 8199 | 13/02/2013 | 09:20 – 15:20 | Alimentación | 15,8 | 15,6 | 15,2 | 16,0 | 15,7 | 5,85 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 7,90 | 7,30 | 7,30 | 7,70 |
| | | 09:15 – 15:15 | Descarga | 22 | 22 | 22 | 20 | 21,5 | | 0,05 | 0,02 | <0,02 | <0,02 | 7,50 | 7,30 | 7,60 | 7,40 |
| 8227 | 21/02/2013 | 08:50 – 14:50 | Alimentación | 13,1 | 13,4 | 13,5 | 14,0 | 13,5 | 1,95 | 0,03 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 7,00 | 7,10 | 7,00 | 7,00 |
| | | 09:00 – 15:00 | Descarga | 15,3 | 15,9 | 15,1 | 15,5 | 15,5 | | 0,17 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 7,10 | 7,10 | 7,10 | 7,00 |
| 8243 | 27/02/2013 | 10:15 – 16:15 | Alimentación | 12,1 | 12,3 | 12,6 | 12,4 | 12,4 | 6,83 | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 7,70 | 7,50 | 7,70 | 7,60 |
| | | 10:10 – 16:10 | Descarga | 18,9 | 19,5 | 19,1 | 19,2 | 19,2 | | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 7,70 | 7,60 | 7,80 | 7,80 |
| 8259 | 06/03/2013 | 10:40 – 16:40 | Alimentación | 12,40 | 12,50 | 13,00 | 13,30 | 12,8 | 2,53 | 0,07 | 0,10 | 0,17 | 0,22 | 7,4 | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| | | 10:25 – 16:25 | Descarga | 18,3 | 15,5 | 13,9 | 13,6 | 15,3 | | 0,02 | 0,03 | 0,19 | 0,17 | 7,70 | 7,50 | 7,50 | 7,50 |
| 8273-a | 13/03/2013 | 10:40 – 16:40 | Alimentación | 11,80 | 12,60 | 12,20 | 12,30 | 12,2 | 4,78 | 0,00 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 7,4 | 8,4 | 7,9 | 7,9 |
| | | 10:25 – 16:25 | Descarga | 16,0 | 16,0 | 17,2 | 18,8 | 17,0 | | 0,04 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 7,80 | 7,80 | 7,90 | 8,00 |
| 8304 | 20/03/2013 | 09:25 – 15:25 | Alimentación | 12,30 | 12,90 | 12,30 | 12,20 | 12,4 | 1,93 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,02 | 7,5 | 7,7 | 7,5 | 7,6 |
| | | 09:20 – 15:20 | Descarga | 15,2 | 15,3 | 13,3 | 13,6 | 14,4 | | 0,37 | 0,07 | 0,00 | 0,03 | 8,20 | 7,70 | 7,60 | 7,40 |
| 8324 | 25/03/2013 | 09:25 – 15:25 | Alimentación | 12,50 | 13,00 | 13,50 | 13,00 | 13,0 | 1,85 | 0,08 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 7,4 | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| | | 09:20 – 15:20 | Descarga | 16,3 | 15,7 | 13,5 | 13,9 | 14,9 | | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 0,05 | 7,70 | 7,60 | 7,50 | 7,40 |
| Monitoreo 1º semana de abril, se nos informa en terreno que la Unidad 2 se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8381 | 10/04/2013 | 09:55 – 16:00 | Alimentación | 13,70 | 13,90 | 13,40 | 13,60 | 13,7 | 4,85 | 0,07 | 0,09 | 0,04 | 0,02 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 |
| | | 09:50 – 15:50 | Descarga | 15,6 | 17,9 | 20,5 | 20,0 | 18,5 | | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,10 | 7,60 | 7,60 | 7,50 | 7,60 |
| 8415 | 18/04/2013 | 09:45 – 15:45 | Alimentación | 14,00 | 14,90 | 14,10 | 15,10 | 14,5 | 5,78 | 0,07 | 0,04 | 0,00 | 0,07 | 7,5 | 7,4 | 7,5 | 7,5 |
| | | 09:40 – 15:40 | Descarga | 20,3 | 20,0 | 19,8 | 21,1 | 20,3 | | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 7,30 | 7,30 | 7,30 | 7,40 |
| 8421 | 23/04/2013 | 09:50 – 15:50 | Alimentación | 13,50 | 13,60 | 13,40 | 14,10 | 13,7 | 7,65 | 0,05 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| | | 09:55 – 15:55 | Descarga | 20,0 | 21,4 | 22,2 | 21,6 | 21,3 | | 0,07 | 0,11 | 0,04 | 0,00 | 7,70 | 7,60 | 7,90 | 7,80 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas – Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga).

Tabla N°5. ANEXO1.2: Caracterización de Análisis in Situ (temperatura, pH y cloro libre del ril), meses de mayo a septiembre 2013.

| N° Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Datos mediciones de temperaturas puntuales | | | | | Promedio | Diferencial temperatura (°C) | Cloro Residual (mg/l) | | | | pH | | | |
|--|------------|---------------|----------------|--|-------|-------|-------|------|----------|------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | | | Temperatura (C°) | | | | | | | | | | | | | | |
| 8447 | 02/05/2013 | 09:50 - 15:50 | Alimentación | 13,50 | 14,00 | 14,20 | 14,10 | 14,0 | 6,28 | 0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 7,5 | 7,6 | 7,6 | 7,3 | |
| | | 10:00 - 16:00 | Descarga | 20,2 | 20,4 | 20,2 | 20,1 | 20,2 | | 0,04 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 7,70 | 7,50 | 7,50 | 7,60 | |
| 8463 | 08/05/2013 | 09:25 - 15:25 | Alimentación | 13,80 | 14,40 | 14,20 | 14,60 | 14,3 | 6,48 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,06 | 7,7 | 7,7 | 7,7 | 7,7 | |
| | | 09:15 - 15:15 | Descarga | 20,1 | 20,5 | 21,1 | 21,2 | 20,7 | | 0,06 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 7,60 | 7,60 | 7,60 | 7,60 | |
| 8487 | 16/05/2013 | 10:15 - 16:15 | Alimentación | 12,8 | 13,1 | 13,0 | 13,3 | 13,1 | 6,65 | 0,03 | 0,04 | 0,14 | 0,00 | 6,10 | 7,20 | 7,30 | 7,40 | |
| | | 10:20 - 16:20 | Descarga | 19,8 | 19,6 | 19,6 | 19,8 | 19,7 | | 0,06 | 0,08 | 0,06 | 0,04 | 6,5 | 7,40 | 7,40 | 7,80 | |
| 8503 | 23/05/2013 | 09:45 - 15:45 | Alimentación | 13,2 | 13,5 | 13,0 | 13,0 | 13,2 | 6,40 | 0,10 | 0,13 | 0,15 | 0,12 | 7,50 | 7,60 | 7,50 | 7,50 | |
| | | 09:50 - 15:50 | Descarga | 19,0 | 19,2 | 20,1 | 20,0 | 19,6 | | 0,13 | 0,12 | 0,10 | 0,04 | 7,6 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | |
| 8519 | 29/05/2013 | 09:45 - 15:45 | Alimentación | 13,6 | 13,8 | 13,6 | 14,4 | 13,9 | 4,78 | 0,10 | 0,16 | 0,15 | 0,23 | 7,60 | 7,50 | 7,60 | 7,80 | |
| | | 09:50 - 15:50 | Descarga | 19,1 | 18,4 | 18,6 | 18,4 | 18,6 | | 0,08 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 7,6 | 7,60 | 7,50 | 7,80 | |
| Monitoreo 1º semana de abril, se nos informa en terreno que la Unidad 2 se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8543 | 12/06/2013 | 10:15 - 16:15 | Alimentación | 13,2 | 12,9 | 13,1 | 13,1 | 13,1 | 5,83 | 0,00 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 7,90 | 7,70 | 7,90 | 7,90 | |
| | | 10:25 - 16:25 | Descarga | 17,5 | 19,2 | 18,9 | 20,0 | 18,9 | | 0,00 | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 7,7 | 7,80 | 7,90 | 7,80 | |
| 8564-a | 21/06/2013 | 11:05 - 17:05 | Alimentación | 11,9 | 12,3 | 12,1 | 12,5 | 12,2 | 5,15 | 0,17 | 0,15 | 0,18 | 0,20 | 7,60 | 7,50 | 7,40 | 7,60 | |
| | | 11:15 - 17:15 | Descarga | 16,9 | 17,3 | 17,4 | 17,8 | 17,4 | | 0,06 | 0,15 | 0,34 | 0,50 | 7,6 | 7,60 | 7,50 | 7,70 | |
| 8583 | 26/06/2013 | 11:00 - 17:00 | Alimentación | 11,2 | 11,6 | 11,9 | 11,7 | 11,6 | 6,05 | 0,27 | 0,25 | 0,22 | 0,19 | 7,90 | 7,80 | 7,70 | 7,80 | |
| | | 11:10 - 17:10 | Descarga | 17,8 | 17,4 | 17,9 | 17,5 | 17,7 | | 0,10 | 0,13 | 0,09 | 0,12 | 7,8 | 7,70 | 7,80 | 7,80 | |
| 8599 | 04/07/2013 | 10:10 - 16:10 | Alimentación | 11,8 | 12,1 | 12,8 | 12,7 | 12,4 | 6,23 | 0,19 | 0,20 | 0,12 | 0,16 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | |
| | | 10:20 - 16:20 | Descarga | 18,2 | 18,7 | 18,8 | 18,6 | 18,6 | | 0,11 | 0,09 | 0,05 | 0,02 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | |
| Monitoreo 2º semana de julio, se nos informa en terreno que la Unidad 2 se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8625 | 17/07/2013 | 10:10 - 16:10 | Alimentación | 12,5 | 12,5 | 12,7 | 12,6 | 12,6 | 4,13 | 0,25 | 0,09 | 0,12 | 0,15 | 8,10 | 7,90 | 7,80 | 7,90 | |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 16,4 | 16,6 | 16,8 | 17,0 | 16,7 | | 0,14 | 0,08 | 0,14 | 0,10 | 7,90 | 7,90 | 7,70 | 7,80 | |
| 8648 | 24/07/2013 | 10:05 - 16:05 | Alimentación | 11,6 | 11,4 | 11,7 | 12,4 | 11,8 | 4,35 | 0,26 | 0,25 | 0,20 | 0,20 | 6,90 | 6,80 | 6,90 | 7,00 | |
| | | 10:10 - 16:10 | Descarga | 14,9 | 15,8 | 17,0 | 16,8 | 16,1 | | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,15 | 6,80 | 6,80 | 6,90 | 6,90 | |
| 8671 | 31/07/2013 | 10:10 - 16:10 | Alimentación | 11,2 | 13,1 | 12,9 | 12,3 | 12,4 | 5,33 | 0,32 | 0,30 | 0,34 | 0,28 | 6,90 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 17,3 | 18,3 | 18,0 | 17,2 | 17,7 | | 0,23 | 0,18 | 0,21 | 0,20 | 6,90 | 7,00 | 7,10 | 7,00 | |
| 8685 | 06/08/2013 | 10:10 - 16:10 | Alimentación | 12,3 | 12,4 | 12,1 | 12,4 | 12,3 | 5,28 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | 8,10 | 8,00 | 8,10 | 7,90 | |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 16,9 | 18,0 | 17,5 | 17,9 | 17,6 | | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | 8,00 | |
| 8700 | 13/08/2013 | 10:20 - 16:20 | Alimentación | 10,7 | 11,4 | 11,9 | 13,3 | 11,8 | 5,60 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,01 | 7,90 | 7,90 | 8,00 | 8,10 | |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 16,9 | 17,0 | 17,1 | 18,7 | 17,4 | | 0,10 | 0,09 | 0,13 | 0,15 | 7,80 | 7,90 | 7,80 | 7,90 | |
| 8711 | 21/08/2013 | 11:10 - 17:10 | Alimentación | 12,0 | 12,0 | 12,7 | 12,9 | 12,4 | 5,18 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 8,20 | 8,10 | 8,40 | 8,50 | |
| | | 11:15 - 17:15 | Descarga | 17,9 | 17,6 | 17,4 | 17,4 | 17,6 | | 0,09 | 0,12 | 0,02 | 0,01 | 8,00 | 8,00 | 8,30 | 8,40 | |
| 8723 | 28/08/2013 | 10:10 - 16:10 | Alimentación | 12,0 | 13,0 | 12,9 | 13,1 | 12,8 | 5,20 | 0,04 | 0,06 | 0,01 | 0,00 | 8,00 | 8,10 | 8,00 | 8,00 | |
| | | 11:15 - 17:15 | Descarga | 18,6 | 17,3 | 18,2 | 17,7 | 18,0 | | 0,11 | 0,03 | 0,07 | 0,05 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | 7,90 | |
| 8744 | 05/09/2013 | 10:10 - 16:10 | Alimentación | 13,1 | 12,9 | 12,4 | 12,6 | 12,8 | 3,73 | 0,03 | 0,06 | 0,08 | 0,11 | 8,40 | 8,40 | 8,40 | 8,50 | |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 16,0 | 16,5 | 16,7 | 16,7 | 16,5 | | 0,16 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 8,30 | 8,30 | 8,10 | 8,20 | |
| 8757 | 12/09/2013 | 10:00 - 16:00 | Alimentación | 12,5 | 12,2 | 15,7 | 14,7 | 13,8 | 4,43 | 0,06 | 0,03 | 0,09 | 0,07 | 7,90 | 7,90 | 7,90 | 7,90 | |
| | | 10:10 - 16:10 | Descarga | 15,0 | 15,7 | 22,0 | 20,1 | 18,2 | | 0,14 | 0,18 | 0,22 | 0,15 | 7,70 | 7,80 | 8,10 | 8,00 | |
| 8761 | 16/09/2013 | 10:45 - 16:45 | Alimentación | 12,6 | 12,3 | 12,6 | 12,4 | 12,5 | 6,60 | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,03 | 8,40 | 8,40 | 8,40 | 8,50 | |
| | | 10:40 - 16:40 | Descarga | 19,4 | 19,6 | 18,3 | 19,0 | 19,1 | | 0,20 | 0,16 | 0,21 | 0,24 | 8,30 | 8,30 | 8,30 | 8,30 | |
| 8780 | 27/09/2013 | 10:50 - 16:50 | Alimentación | 13,0 | 13,1 | 13,7 | 13,5 | 13,3 | 4,93 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,08 | 7,70 | 7,70 | 7,70 | 7,80 | |
| | | 10:55 - 16:55 | Descarga | 17,4 | 18,3 | 18,7 | 18,6 | 18,3 | | 0,10 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 7,50 | 7,50 | 7,70 | 7,60 | |

Tabla N°6. ANEXO1.2: Caracterización de Análisis in Situ (temperatura, pH y cloro libre del ril), mes de octubre 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Datos mediciones de temperaturas puntuales | | | | Promedio | Diferencial temperatura (°C) | Cloro Residual (mg/l) | | | | pH | | | |
|------------|------------|---------------|----------------|--|------|------|------|----------|------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | Temperatura (C°) | | | | | | | | | | | | | |
| 8794 | 04/10/2013 | 10:35 - 16:35 | Alimentación | 13,4 | 13,2 | 13,3 | 14,1 | 13,5 | 5,80 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 7,80 | 7,90 | 8,00 | 8,00 |
| | | 10:40 - 16:40 | Descarga | 18,1 | 18,4 | 20,2 | 20,5 | 19,3 | | 0,10 | 0,12 | 0,08 | 0,10 | 7,60 | 7,70 | 7,80 | 7,70 |
| 8803 | 08/10/2013 | 10:10 - 16:10 | Alimentación | 13,1 | 13,1 | 13,3 | 13,9 | 13,4 | 4,85 | 0,27 | 0,39 | 0,37 | 0,23 | 7,40 | 7,80 | 7,60 | 7,80 |
| | | 10:15 - 16:15 | Descarga | 17,7 | 18,1 | 18,6 | 18,4 | 18,2 | | 0,14 | 0,17 | 0,20 | 0,17 | 7,70 | 7,70 | 7,70 | 7,60 |
| 8827 | 17/10/2013 | 11:10 - 17:10 | Alimentación | 13,3 | 13,5 | 14,4 | 14,6 | 14,0 | 5,28 | 0,07 | 0,12 | 0,37 | 0,44 | 8,00 | 8,00 | 8,10 | 7,90 |
| | | 11:15 - 17:15 | Descarga | 19,1 | 18,9 | 19,3 | 19,6 | 19,2 | | 0,15 | 0,10 | 0,04 | 0,19 | 7,80 | 7,80 | 7,90 | 8,00 |
| 8838 | 23/10/2013 | 10:25 - 16:25 | Alimentación | 13,2 | 13,8 | 14,2 | 14,5 | 13,9 | 4,78 | 0,42 | 0,44 | 0,45 | 0,35 | 7,80 | 7,80 | 7,90 | 8,00 |
| | | 10:20 - 16:20 | Descarga | 18,2 | 18,3 | 19,0 | 19,3 | 18,7 | | 0,50 | 0,19 | 0,21 | 0,09 | 7,70 | 7,70 | 7,80 | 7,90 |
| 8869 | 29/10/2013 | 10:40 - 16:40 | Alimentación | 13,5 | 14,2 | 14,8 | 15,1 | 14,4 | 4,15 | 0,34 | 0,33 | 0,28 | 0,24 | 7,70 | 7,70 | 7,90 | 8,00 |
| | | 10:35 - 16:35 | Descarga | 17,2 | 18,1 | 19,6 | 19,3 | 18,6 | | 0,22 | 0,19 | 0,21 | 0,14 | 7,70 | 7,80 | 8,00 | 8,00 |

Nota: Punto Muestreo: Entrada (corresponde a Casa Bombas - Agua Captación); Salida (corresponde a Canal de Descarga).

ANEXO 1.3

**RESULTADOS MONITOREOS
BOCAMINA UNIDAD II**

**PUNTO DE MUESTREO:
PLANTA DE TRATAMIENTO**

Tabla N°1. ANEXO 1.3: Caracterización química y bacteriológica de residuos industriales líquidos (riles) Planta de Tratamiento, Central térmica Bocamina II, mes de enero a julio del 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Aceites y grasas (mg/l) | Hidrocarburos Totales (mg/l) | Sólidos suspendidos (mg/l) | Sólidos sedimentables (ml/l) | Cobre (mg/l) | Hierro (mg/l) | Sulfato (mg/l) | Coliformes fecales (NMP/100ml) | Coliformes totales (NMP/100ml) |
|---|------------|---------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 8136 | 16/01/2013 | 12:10 – 18:10 | Planta Tratamiento | 2,5 | <1 | 10,4 | <0,1 | <0,014 | 0,03 | 1.803 | <1,8 | <1,8 |
| 8157 | 23/01/2013 | 10:05 – 16:05 | Planta Tratamiento | 3,8 | <1 | 10 | <0,1 | <0,014 | 0,19 | 2.072 | <1,8 | <1,8 |
| 8170 | 29/01/2013 | 10:00 – 16:10 | Planta Tratamiento | 5,5 | <1 | 8,7 | <0,1 | <0,014 | 0,09 | 2.028 | <1,8 | <1,8 |
| 8184 | 07/02/2013 | 10:20 – 16:20 | Planta Tratamiento | 1,7 | <1 | 16,2 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.850 | 23 | 280 |
| 8200 | 13/02/2013 | 09:00 – 15:00 | Planta Tratamiento | 5,3 | <1 | 18,6 | <0,1 | <0,014 | 0,16 | 1.932 | <1,8 | <1,8 |
| 8228 | 21/02/2013 | 09:10 – 15:10 | Planta Tratamiento | 3,9 | <1 | 14,9 | <0,1 | <0,014 | 0,09 | 1.428 | <1,8 | 17 |
| 8244 | 27/02/2013 | 09:50 – 15:50 | Planta Tratamiento | 2,6 | <1 | 13,3 | <0,1 | <0,014 | 0,04 | 1.955 | <1,8 | <1,8 |
| 8260 | 06/03/2013 | 10:00 – 16:00 | Planta Tratamiento | 5,3 | 1 | 10,7 | 0,1 | <0,014 | 0,03 | 2.184 | <1,8 | <1,8 |
| 8274 | 13/03/2013 | 09:00 – 16:00 | Planta Tratamiento | 3,2 | 1 | 18,2 | <0,1 | <0,014 | 0,05 | 2.181 | <1,8 | <1,8 |
| 8305 | 20/03/2013 | 09:00 – 15:00 | Planta Tratamiento | 1,8 | <1 | 45,5 | <0,1 | <0,014 | 1,13 | 2.279 | <1,8 | <1,8 |
| 8325 | 25/03/2013 | 09:00 – 15:00 | Planta Tratamiento | 1,1 | <1 | 14,3 | 0,1 | <0,014 | 0,04 | 2.389 | <1,8 | 22 |
| Monitoreo 1º semana de abril, se nos informa en terreno que la Unidad 2 se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 2º semana de abril, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| 8417 | 19/04/2013 | 10:10 - 16:10 | Planta Tratamiento | 1 | <1 | 13,5 | <0,1 | <0,014 | 0,23 | 104 | <1,8 | 94.000 |
| 8422 | 23/04/2013 | 09:30 - 15:30 | Planta Tratamiento | <1 | <1 | 3,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 517 | 13 | 13 |
| 8451 | 03/05/2013 | 10:00 - 16:00 | Planta Tratamiento | 2,9 | <1 | 23,7 (Nº1) | <0,1 | <0,014 | 0,04 | 2.553 | <1,8 | <1,8 |
| 8464 | 08/05/2013 | 09:05 - 15:05 | Planta Tratamiento | 7,5 | <1 | 14,4 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.433 | <1,8 | <1,8 |
| 8488 | 16/05/2013 | 10:00 - 16:00 | Planta Tratamiento | <1 | <1 | 26,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 4.400 | <1,8 | <1,8 |
| 8504 | 23/05/2013 | 09:30 - 15:30 | Planta Tratamiento | 5,5 | <1 | 16,8 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.917 | <1,8 | <1,8 |
| 8520 | 29/05/2013 | 09:30 - 15:30 | Planta Tratamiento | <1 | <1 | 57,3 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 3.192 | <1,8 | <1,8 |
| Monitoreo 1º semana de junio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 2º semana de junio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 3º semana de junio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 4º semana de junio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 1º semana de julio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 2º semana de julio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | |
| 8626 | 17/07/2013 | 11:00 - 17:00 | Planta Tratamiento | 5,4 | <1 | 62,0 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 1.017 | 7,8 | 13 |
| 8649 | 24/07/2013 | 10:30 - 16:30 | Planta Tratamiento | 3,1 | <1 | 95,5 | <0,1 | 0,014 | <0,03 | 2821 | <1,8 | 2,0 |
| 8672 | 31/07/2013 | 10:25 - 16:25 | Planta Tratamiento | 3,3 | <1 | 18,2 | <0,1 | <0,014 | 0,22 | 4416 | <1,8 | <1,8 |

Nota : Punto Muestreo: Salida de la Planta de Tratamiento.

Nº1 : Muestreo de sólidos suspendidos excedido (128 mg/l), por lo que aplicando punto 6.4.2 del DS 90, se realiza remuestreo (informe N° 8451-b), el cual arroja resultados de 23,7 (mg/l).

Tabla N°2. ANEXO 1.3: Caracterización química y bacteriológica de residuos industriales líquidos (riles) Planta de Tratamiento, Central térmica Bocamina II, mes de agosto a octubre del 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Aceites y grasas (mg/l) | Hidrocarburos Totales (mg/l) | Sólidos suspendidos (mg/l) | Sólidos sedimentables (ml/l) | Cobre (mg/l) | Hierro (mg/l) | Sulfato (mg/l) | Coliformes fecales (NMP/100ml) | Coliformes totales (NMP/100ml) |
|------------|------------|---------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 8686 | 06/08/2013 | 10:25 - 16:25 | Planta Tratamiento | 1,3 | <1 | 52,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.958 | 49 | 350 |
| 8701 | 13/08/2013 | 10:25 - 16:25 | Planta Tratamiento | 4 | <1 | 60 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.621 | <1,8 | 1,8 |
| 8715 | 23/08/2013 | 10:30 - 14:00 | Planta Tratamiento | 1 | <1 | 13,5 | <0,1 | <0,014 | 0,06 | 2.954 | <1,8 | 2 |
| 8724 | 28/08/2013 | 10:25 - 16:25 | Planta Tratamiento | 1,5 | <1 | 10,6 | <0,1 | <0,014 | 0,09 | 2.012 | 2 | 170 |
| 8745 | 05/09/2013 | 10:25 - 16:25 | Planta Tratamiento | <1,0 | <1 | 1842 N°2 | <0,1 | 0,014 | <0,03 | 2.233 | <1,8 | 130 |
| 8758 | 12/09/2013 | 10:20 - 16:20 | Planta Tratamiento | 3,4 | <1 | 57,5 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.654 | 4,5 | 1.100 |
| 8762 | 16/09/2013 | 10:50 - 16:50 | Planta Tratamiento | 3,4 | <1 | 25,2 | <0,1 | 0,03 | <0,03 | 1.014 | 33 | 350 |
| 8781 | 27/09/2013 | 11:05 - 17:05 | Planta Tratamiento | 3 | <1 | 50 | <0,1 | <0,014 | 0,03 | 4.258 | <1,8 | 920 |
| 8795 | 04/10/2013 | 10:50 - 16:50 | Planta Tratamiento | 3 | <1 | 50 | <0,1 | <0,014 | 0,03 | 4.258 | <1,8 | 920 |
| 8809 | 11/10/2013 | 10:00 - 16:00 | Planta Tratamiento | 6,4 | <1 | 20,7 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 2.392 | <1,8 | <1,8 |
| 8828 | 17/10/2013 | 11:25 - 17:25 | Planta Tratamiento | 1,1 | <1 | 31,3 | <0,1 | 0,085 | <0,03 | 2.106 | <1,8 | 13 |
| 8839 | 23/10/2013 | 10:35 - 16:35 | Planta Tratamiento | 2 | <1 | 16 | <0,1 | 0,206 | 0,05 | 355 | 21 | 110 |
| 8870 | 29/10/2013 | 10:50 - 16:50 | Planta Tratamiento | 2,4 | <1 | 11,6 | <0,1 | <0,014 | <0,03 | 466 | 2 | 2 |

Nota : Punto Muestreo: Salida de la Planta de Tratamiento.

N°2 : Muestreo de cobre excedido, en la descarga (1.842 mg/l), por lo que aplicando punto 6.4.2 del DS 90, se realiza remuestreo (informe N° 8758-b), el que arroja un resultado de 24,3 mg/l, lo cual genera el informe final N° 8745-b.

Tabla N°3. ANEXO1.3: Caracterización de Análisis in Situ (temperatura, pH y cloro libre del ril), mes de enero a julio del 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Datos mediciones de temperaturas puntuales | | | | Promedio | Cloro Residual (mg/l) | | | | pH | | | |
|--|------------|---------------|--------------------|--|------|------|------|----------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | Temperatura (C°) | | | | | | | | | | | | |
| 8136 | 16/01/2013 | 12:10 – 18:10 | Planta Tratamiento | 13,6 | 14,1 | 13,4 | 13,4 | 13,6 | ** | ** | ** | ** | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,60 |
| 8157 | 23/01/2013 | 10:05 – 16:05 | Planta Tratamiento | 16,6 | 16,4 | 16,4 | 16,9 | 16,6 | 0,12 | 0,10 | 0,09 | 0,05 | 7,80 | 7,90 | 7,80 | 7,80 |
| 8170 | 29/01/2013 | 10:00 – 16:10 | Planta Tratamiento | 15,0 | 15,0 | 15,4 | 15,2 | 15,2 | ** | ** | ** | ** | 7,60 | 7,30 | 7,60 | 7,20 |
| 8184 | 07/02/2013 | 10:20 – 16:20 | Planta Tratamiento | 23,9 | 25,5 | 25,1 | 25,6 | 25,0 | ** | ** | ** | ** | 8,90 | 8,90 | 8,80 | 8,70 |
| 8200 | 13/02/2013 | 09:00 – 15:00 | Planta Tratamiento | 22,2 | 24,4 | 24,4 | 24,6 | 23,9 | ** | ** | ** | ** | 8,40 | 8,40 | 8,40 | 8,40 |
| 8228 | 21/02/2013 | 09:10 – 15:10 | Planta Tratamiento | 22,1 | 22,2 | 22,2 | 21,8 | 22,1 | ** | ** | ** | ** | 8,30 | 8,20 | 8,20 | 8,20 |
| 8244 | 27/02/2013 | 09:50 – 15:50 | Planta Tratamiento | 20,1 | 23,6 | 22,7 | 21,9 | 22,1 | ** | ** | ** | ** | 8,50 | 8,80 | 8,60 | 8,70 |
| 8260 | 06/03/2013 | 10:00 – 16:00 | Planta Tratamiento | 20,6 | 20,9 | 20,5 | 20,1 | 20,5 | ** | ** | ** | ** | 8,50 | 8,50 | 8,50 | 8,50 |
| 8274 | 13/03/2013 | 09:00 – 16:00 | Planta Tratamiento | 21,6 | 21,0 | 22,8 | 24,5 | 22,5 | ** | ** | ** | ** | 8,10 | 8,10 | 8,20 | 8,50 |
| 8305 | 20/03/2013 | 09:00 – 15:00 | Planta Tratamiento | 20,8 | 21,1 | 20,2 | 20,2 | 20,6 | ** | ** | ** | ** | 8,50 | 8,30 | 8,30 | 8,30 |
| 8325 | 25/03/2013 | 09:00 – 15:00 | Planta Tratamiento | 16,5 | 16,3 | 15,5 | 15,6 | 16,0 | ** | ** | ** | ** | 8,30 | 8,30 | 8,30 | 8,20 |
| Monitoreo 1º semana de abril, se nos informa en terreno que la Unidad 2 se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 2º semana de abril, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8417 | 19/04/2013 | 10:10 - 16:10 | Planta Tratamiento | 21,7 | 21,7 | 21,4 | 21,2 | 21,5 | ** | ** | ** | ** | 8,40 | 8,00 | 8,10 | 8,20 |
| 8422 | 23/04/2013 | 09:30 - 15:30 | Planta Tratamiento | 21,5 | 21,3 | 21,4 | 21,2 | 21,4 | ** | ** | ** | ** | 8,50 | 8,30 | 8,50 | 8,70 |
| 8451 | 03/05/2013 | 10:00 - 16:00 | Planta Tratamiento | 20,2 | 20,1 | 20,2 | 20,1 | 20,2 | ** | ** | ** | ** | 8,90 | 8,40 | 8,70 | 8,20 |
| 8464 | 08/05/2013 | 11:05 - 15:05 | Planta Tratamiento | 17,3 | 18,1 | 18,3 | 18,5 | 18,1 | ** | ** | ** | ** | 8,40 | 8,20 | 8,30 | 8,40 |
| 8488 | 16/05/2013 | 10:00 - 16:00 | Planta Tratamiento | 17,3 | 17,1 | 18,3 | 18,2 | 17,7 | ** | ** | ** | ** | 8,30 | 8,80 | 8,90 | 8,60 |
| 8504 | 23/05/2013 | 09:30 - 15:30 | Planta Tratamiento | 18,2 | 19,0 | 19,4 | 19,3 | 19,0 | ** | ** | ** | ** | 8,30 | 8,30 | 8,30 | 8,20 |
| 8520 | 29/05/2013 | 09:30 - 15:30 | Planta Tratamiento | 17,2 | 17,8 | 18,0 | 17,8 | 17,7 | ** | ** | ** | ** | 8,50 | 8,50 | 8,50 | 8,60 |
| Monitoreo 1º semana de junio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 2º semana de junio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 3º semana de junio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 4º semana de junio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 1º semana de julio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 2º semana de julio, se nos informa en terreno que la planta de tratamiento se encuentra en mantenimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8626 | 17/07/2013 | 11:00 - 17:00 | Planta Tratamiento | 20,4 | 20,1 | 20,6 | 20,3 | 20,4 | ** | ** | ** | ** | 8,20 | 8,30 | 8,00 | 8,40 |
| 8649 | 24/07/2013 | 11:00 - 17:00 | Planta Tratamiento | 17,6 | 17,1 | 17,4 | 17,1 | 17,3 | ** | ** | ** | ** | 7,20 | 7,10 | 7,10 | 7,60 |
| 8672 | 31/07/2013 | 10:25 - 16:25 | Planta Tratamiento | 15,8 | 17,0 | 16,7 | 17,2 | 16,7 | ** | ** | ** | ** | 7,20 | 7,20 | 7,20 | 7,20 |

Nota : Punto Muestreo: Salida de la Planta de Tratamiento.

(**) : Interferencia en la lectura de la muestra. Alta turbidez.

Tabla N°4. ANEXO1.3: Caracterización de Análisis in Situ (temperatura, pH y cloro libre del ril), mes de agosto a octubre del 2013.

| Nº Informe | Fecha | Hora Muestreo | Punto Muestreo | Datos mediciones de temperaturas puntuales | | | | Promedio | Cloro Residual (mg/l) | | | | pH | | | |
|------------|------------|---------------|--------------------|--|------|------|------|----------|-----------------------|----|----|----|------|------|------|------|
| | | | | Temperatura (C°) | | | | | | | | | | | | |
| 8686 | 06/08/2013 | 10:25 - 16:25 | Planta Tratamiento | 14,1 | 14,5 | 15,2 | 14,9 | 14,7 | ** | ** | ** | ** | 8,60 | 8,50 | 8,30 | 8,50 |
| 8701 | 13/08/2013 | 10:25 - 16:25 | Planta Tratamiento | 14,5 | 14,6 | 14,5 | 16,3 | 15,0 | ** | ** | ** | ** | 8,50 | 8,60 | 8,50 | 8,60 |
| 8715 | 23/08/2013 | 10:30 - 14:00 | Planta Tratamiento | 11,4 | 11,6 | 12,4 | 13,5 | 12,2 | ** | ** | ** | ** | 8,40 | 8,50 | 8,60 | 7,50 |
| 8724 | 28/08/2013 | 10:25 - 16:25 | Planta Tratamiento | 22,2 | 20,5 | 21,2 | 21,4 | 21,3 | ** | ** | ** | ** | 8,50 | 8,80 | 8,70 | 8,70 |
| 8745 | 05/09/2013 | 10:25 - 16:25 | Planta Tratamiento | 20,4 | 20,6 | 20,8 | 18,4 | 20,1 | ** | ** | ** | ** | 8,80 | 8,70 | 8,70 | 8,70 |
| 8758 | 12/09/2013 | 10:20 - 16:20 | Planta Tratamiento | 15,9 | 20,6 | 20,1 | 21,2 | 19,5 | ** | ** | ** | ** | 8,10 | 8,40 | 8,30 | 8,30 |
| 8762 | 16/09/2013 | 10:50 - 16:50 | Planta Tratamiento | 17,9 | 17,6 | 17,8 | 17,1 | 17,6 | ** | ** | ** | ** | 8,70 | 8,60 | 8,70 | 8,90 |
| 8781 | 27/09/2013 | 11:05 - 17:05 | Planta Tratamiento | 16,9 | 18,1 | 18,4 | 18,7 | 18,0 | ** | ** | ** | ** | 8,40 | 8,10 | 8,30 | 8,30 |
| 8795 | 04/10/2013 | 10:50 - 16:50 | Planta Tratamiento | 20,1 | 20,2 | 20,3 | 20,7 | 20,3 | ** | ** | ** | ** | 8,20 | 7,90 | 8,00 | 8,00 |
| 8809 | 11/10/2013 | 10:00 - 16:00 | Planta Tratamiento | 18,2 | 20,0 | 20,5 | 20,2 | 19,7 | ** | ** | ** | ** | 8,30 | 7,00 | 7,10 | 7,00 |
| 8828 | 17/10/2013 | 11:25 - 17:25 | Planta Tratamiento | 20,3 | 19,8 | 23,1 | 22,6 | 21,5 | ** | ** | ** | ** | 7,90 | 7,90 | 7,90 | 7,90 |
| 8839 | 23/10/2013 | 10:35 - 16:35 | Planta Tratamiento | 20,1 | 20,9 | 21,8 | 22,7 | 21,4 | ** | ** | ** | ** | 7,70 | 7,70 | 8,00 | 8,10 |
| 8870 | 29/10/2013 | 10:50 - 16:50 | Planta Tratamiento | 20,4 | 22,5 | 24,1 | 23,5 | 22,6 | ** | ** | ** | ** | 8,00 | 8,20 | 8,00 | 8,00 |

Nota : Punto Muestreo: Salida de la Planta de Tratamiento.
 (**): Interferencia en la lectura de la muestra. Alta turbidez.

ANEXO 1.4
CERTIFICADOS DE LABORATORIO
BOCAMINA UNIDAD I



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO
INFORME RESULTADOS N° 8793

| | |
|-------------------------|--|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | MARIO ENERO |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL TÉRMICA BOCAMINA UNIDAD 1 |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 04/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 22/10/13 |
| TIPO MUESTRA | AGUA DE MAR - AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 2 |
| FECHA MUESTREO | 04/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:25 - 16:25 (Agua Captación) / 10:30 - 16:30 (Canal de Descarga) |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestras 22431 - 22432 | | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga Ri a CAM dentro ZPL |
|--|--|--|-----------------------------|----------------------------|---|
| | Casa Bombas - Agua Captación | Canal de Descarga | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 6,8 | 2,0 | 08/10/13 | 17:00 | 20 |
| Cobre,(mg/L) | <0,014 | 0,072 | 16/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | 49 | 130 | 04/10/13 | 14:30 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | 130 | 130 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | <1 | 15/10/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | 0,05 | 11-14/10/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | <0,1 | 04/10/13 | 18:00 | 5 |
| Sólidos Suspendedos Totales, (mg/L) | 28,3 | 23,6 | 04/10/13 | 18:10 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 2.517 | 2.579 | 10-11/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | 0,00 - 0,03 0,04 - 0,03 | 0,07 - 0,02 0,03 - 0,06 | 04/10/13 | En terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 7,80 - 7,90 8,00 - 7,90 | 7,80 - 7,80 - 7,90 7,80 - 7,70 - 7,70 7,80 - 7,70 - 7,80 7,80 - 7,80 - 7,70 7,90 | | | 6,0 - 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 11,6 - 14,0 13,7 - 13,5 | 16,7 - 17,1 - 17,4 17,9 - 18,6 - 19,1 19,6 - 19,7 - 25,0 24,7 - 26,1 - 25,6 24,9 | | | 30 |

Informe 8793 página 1 de 2

AV. COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FON0 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl

LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.



METODOLOGÍAS UTILIZADAS

Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos Totales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10,Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

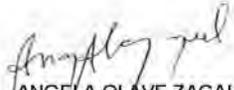
OBSERVACIONES

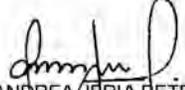
Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).

Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.

Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL. Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

IIP-LAB-0006 (2)

Informe 8793 página 2 de 2

AV. COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO
INFORME RESULTADOS N° 8802

| | |
|-------------------------|--|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | MARIO ENERO |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL TÉRMICA BOCAMINA UNIDAD 1 |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 08/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 07/11/13 |
| TIPO MUESTRA | AGUA DE MAR - AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 2 |
| FECHA MUESTREO | 08/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:00 – 16:00 (Agua Captación) / 10:05 – 16:05 (Canal de Descarga) |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestras 22451 - 22452 | | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga Ri a CAM dentro ZPL |
|--|--|--|-----------------------------|----------------------------|---|
| | Casa Bombas - Agua Captación | Canal de Descarga | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | <1,0 | <1,0 | 10/10/13 | 17:00 | 20 |
| Cobre,(mg/L) | <0,014 | 0,036 | 16/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | 140 | 110 | 09/10/13 | 12:00 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | 220 | 540 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | <1 | 18/10/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | 0,14 | 14-16/10/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | <0,1 | 08/10/13 | 18:15 | 5 |
| Sólidos Suspendedos Totales, (mg/L) | 23,3 | 24,3 | 08/10/13 | 19:00 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 2.675 | 3.121 | 14/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | 0,06 – 0,00 0,02 – 0,01 | 0,07 – 0,22 0,20 – 0,10 | 08/10/13 | En terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 7,90 – 7,80 7,80 – 7,60 | 7,70 – 7,60 – 7,60 7,60 – 7,70 – 7,70 7,60 – 7,70 – 7,70 7,60 – 7,70 – 7,70 7,70 | | | 6,0 – 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 12,0 – 14,3 13,9 – 13,3 | 17,2 – 18,2 – 18,4 18,5 – 18,5 – 18,8 19,0 – 18,9 – 19,1 18,7 – 18,9 – 19,0 18,2 | | | 30 |

Informe 8802 página 1 de 2

LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.



METODOLOGÍAS UTILIZADAS

Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos Totales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10,Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

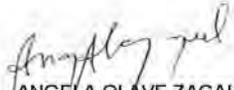
OBSERVACIONES

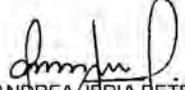
Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).

Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.

Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL. Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

IIP-LAB-0006 (2)

Informe 8802 página 2 de 2

AV. COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO
INFORME RESULTADOS N° 8826

| | |
|-------------------------|--|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | MARIO ENERO |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL TÉRMICA BOCAMINA UNIDAD 1 |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 18/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 18/11/13 |
| TIPO MUESTRA | AGUA DE MAR - AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 2 |
| FECHA MUESTREO | 17/10/13 |
| HORA MUESTREO | 11:00 - 17:00 (Agua Captación) / 11:05 - 17:05 (Canal de Descarga) |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestras 22554 - 22555 | | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga Ri a CAM dentro ZPL |
|---|--|--|-----------------------|----------------------|---|
| | Casa Bombas - Agua Captación | Canal de Descarga | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 2,7 | <1,0 | 22/10/13 | 12:00 | 20 |
| Cobre,(mg/L) | <0,014 | 0,039 | 23-30/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | 79 | 79 | 18/10/13 | 12:00 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | 79 | 110 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | <1 | 28/10/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | <0,03 | 22-23/10/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | <0,1 | 18/10/13 | 09:30 | 5 |
| Sólidos Suspendedos Totales, (mg/L) | 24,5 | 20,0 | 18/10/13 | 10:00 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 2.617 | 2.983 | 22-23/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | 0,04 - 0,02 0,04 - 0,03 | 0,01 - 0,01 0,03 - 0,04 | 17/10/13 | En terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 8,00 - 7,90 8,00 - 7,80 | 7,80 - 7,80 - 7,80 7,80 - 7,90 - 7,80 7,80 - 7,90 - 7,80 7,80 - 7,80 - 7,90 7,90 | | | 6,0 - 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 14,0 - 14,2 15,3 - 14,8 | 18,3 - 18,2 - 18,4 18,7 - 18,5 - 19,5 19,8 - 20,2 - 20,9 20,4 - 20,1 - 20,3 19,4 | | | 30 |

Informe 8826 página 1 de 2



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

METODOLOGÍAS UTILIZADAS

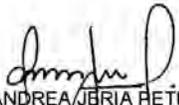
Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos Totales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10 Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

OBSERVACIONES

Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).
Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.
Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

IIP-LAB-0006 (2)

Informe 8826 página 2 de 2

AV. COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO
INFORME RESULTADOS N° 8837

| | |
|-------------------------|--|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | MARIO ENERO |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL TÉRMICA BOCAMINA UNIDAD 1 |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 24/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 20/11/13 |
| TIPO MUESTRA | AGUA DE MAR - AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 2 |
| FECHA MUESTREO | 23/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:10 - 16:10 (Agua Captación) / 10:15 - 16:15 (Canal de Descarga) |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestras 22587 - 22588 | | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga RI a CAM dentro ZPL |
|--|--|--|-----------------------------|----------------------------|---|
| | Casa Bombas - Agua Captación | Canal de Descarga | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 2,7 | 1,7 | 04/11/13 | 11:00 | 20 |
| Cobre,(mg/L) | <0,014 | 0,023 | 29-30/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | 11 | 70 | 23/10/13 | 18:30 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | 33 | 70 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | <1 | 04/11/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | 0,07 | 05-11/11/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | <0,1 | 24/10/13 | 09:00 | 5 |
| Sólidos Suspendedos Totales, (mg/L) | 22,3 | 18,6 | 24/10/13 | 09:00 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 2.538 | 2.275 | 28/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | 0,05 - 0,01 0,03 - 0,06 | 0,00 - 0,02 0,01 - 0,00 | 23/10/13 | En terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 7,70 - 7,70 7,90 - 8,00 | 7,60 - 7,60 - 7,70 7,70 - 7,70 - 7,60 7,60 - 7,70 - 7,80 7,70 - 7,80 - 7,90 7,90 | | | 6,0 - 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 12,4 - 13,6 13,9 - 14,1 | 18,0 - 18,3 - 18,6 18,8 - 19,1 - 19,4 19,3 - 18,8 - 18,4 18,7 - 18,9 - 18,6 18,6 | | | 30 |

Informe 8837 página 1 de 2



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

METODOLOGÍAS UTILIZADAS

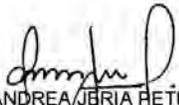
Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997, Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997, Hidrocarburos Totales NCh 2313/7 Of1997, Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995, Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995, Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997, Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10 Of2005), Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

OBSERVACIONES

Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).
Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.
Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

IIP-LAB-0005 (2)

Informe 8837 página 2 de 2

AV. COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO
INFORME RESULTADOS N° 8868

| | |
|-------------------------|--|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | MARIO ENERO |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL TÉRMICA BOCAMINA UNIDAD 1 |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 30/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 03/12/13 |
| TIPO MUESTRA | AGUA DE MAR - AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 2 |
| FECHA MUESTREO | 29/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:25 - 16:25 (Agua Captación) / 10:30 - 16:30 (Canal de Descarga) |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestras 22729 - 22730 | | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga Ri a CAM dentro ZPL |
|---|--|--|-----------------------|----------------------|---|
| | Casa Bombas - Agua Captación | Canal de Descarga | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 4,0 | 2,6 | 07/11/13 | 12:30 | 20 |
| Cobre, (mg/L) | <0,014 | <0,014 | 11-29/11/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | 49 | 130 | 30/10/13 | 12:00 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | 49 | 220 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | <1 | 13/11/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | 0,05 | 11-12/11/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | <0,1 | 30/10/13 | 09:00 | 5 |
| Sólidos Suspendedos Totales, (mg/L) | 39,6 | 31,0 | 30/10/13 | 09:15 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 2.404 | 1.916 | 05/11/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | 0,36 - 0,01 0,04 - 0,02 | 0,27 - 0,03 0,04 - 0,03 | 29/10/13 | En terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 7,70 - 7,80 7,80 - 7,80 | 7,60 - 7,60 - 7,60 7,50 - 7,60 - 7,80 7,80 - 7,80 - 7,90 8,00 - 7,90 - 8,00 7,90 | | | 6,0 - 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 13,3 - 14,2 14,6 - 15,2 | 18,4 - 18,8 - 19,4 19,7 - 20,0 - 19,3 19,7 - 19,6 - 19,4 19,5 - 19,2 - 19,5 19,2 | | | 30 |

Informe 8868 página 1 de 2



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

METODOLOGÍAS UTILIZADAS

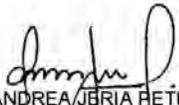
Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos Totales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10 Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

OBSERVACIONES

Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).
Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.
Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

IIP-LAB-0005 (2)

Informe 8868 página 2 de 2

AV. COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl

ANEXO 1.5

CERTIFICADOS DE LABORATORIO
BOCAMINA UNIDAD II

PUNTOS DE MUESTREO:
ENTRADA Y SALIDA



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO INFORME RESULTADOS N° 8794

| | |
|-------------------------|--|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | DAVID POBLETE |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL TÉRMICA BOCAMINA UNIDAD 2 |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 04/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 22/10/13 |
| TIPO MUESTRA | AGUA DE MAR - AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 2 |
| FECHA MUESTREO | 04/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:35 – 16:35 (Agua de Captación) – 10:40 – 16:40 (Agua de Descarga) |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestras 22433 - 22434 | | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga RI a CAM dentro ZPL |
|---|--|----------------------------|-----------------------|----------------------|---|
| | Agua de Captación | Canal de Descarga | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 7,7 | <1,0 | 08/10/13 | 17:00 | 20 |
| Cobre,(mg/L) | <0,014 | 0,064 | 16-18/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | 49 | 13 | 04/10/13 | 14:30 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | 170 | 33 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | <1 | 16/10/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | <0,03 | 10/10/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | <0,1 | 04/10/13 | 18:00 | 5 |
| Sólidos Suspendidos Totales, (mg/L) | 29,6 | 22,6 | 04/10/13 | 18:10 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 2.550 | 3.017 | 10-11/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | 0,03 – 0,04 0,04 – 0,02 | 0,10 – 0,12 0,08 – 0,10 | 04/10/13 | En terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 7,80 – 7,90 8,00 – 8,00 | 7,60 – 7,70 7,80 – 7,70 | | | 6,0 – 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 13,4 – 13,2 13,3 – 14,1 | 18,1 – 18,4 20,2 – 20,5 | | | 30 |

Informe 8794 página 1 de 2



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

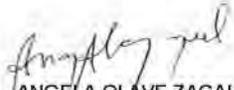
METODOLOGÍAS UTILIZADAS

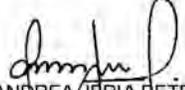
Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos T13totales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10.Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

OBSERVACIONES

Resultados válidos sólo para la(s) muestr(a) analizad(a).
Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.
Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

IIP-LAB-0006 (2)

Informe 8794 página 2 de 2

AV COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO INFORME RESULTADOS N° 8803

| | |
|-------------------------|--|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | DAVID POBLETE |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL TÉRMICA BOCAMINA UNIDAD 2 |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 08/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 07/11/13 |
| TIPO MUESTRA | AGUA DE MAR - AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 2 |
| FECHA MUESTREO | 08/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:10 – 16:10 (Agua de Captación) – 10:15 – 16:15 (Agua de Descarga) |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestras 22453 - 22454 | | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga RI a CAM dentro ZPL |
|--|--|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---|
| | Agua de Captación | Canal de Descarga | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | <1,0 | 8,5 | 10-18/10/13 | 16:00 | 20 |
| Cobre,(mg/L) | <0,014 | 0,059 | 16/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | <1,8 | <1,8 | 09/10/13 | 12:00 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | <1,8 | 7,8 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | <1 | 18/10/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | 0,10 | 14-16/10/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | <0,1 | 08/10/13 | 18:15 | 5 |
| Sólidos Suspendidos Totales, (mg/L) | 23,0 | 17,3 | 08/10/13 | 19:00 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 3,017 | 2,558 | 14/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | 0,27 – 0,39 0,37 – 0,23 | 0,14 – 0,17 0,20 – 0,17 | 08/10/13 | En terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 7,40 – 7,80 7,60 – 7,80 | 7,70 – 7,70 7,70 – 7,60 | | | 6,0 – 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 13,1 – 13,1 13,3 – 13,9 | 17,7 – 18,1 18,6 – 18,4 | | | 30 |

Informe 8803 página 1 de 2



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

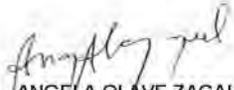
METODOLOGÍAS UTILIZADAS

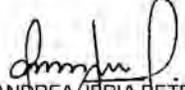
Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos T13tales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10.Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

OBSERVACIONES

Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).
Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.
Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

IIP-LAB-0006 (2)

Informe 8803 página 2 de 2

AV COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO INFORME RESULTADOS N° 8827

| | |
|-------------------------|--|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | DAVID POBLETE |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL TÉRMICA BOCAMINA UNIDAD 2 |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 18/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 18/11/13 |
| TIPO MUESTRA | AGUA DE MAR - AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 2 |
| FECHA MUESTREO | 17/10/13 |
| HORA MUESTREO | 11:10 – 17:10 (Agua de Captación) – 11:15 – 17:15 (Agua de Descarga) |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestras 22556 - 22557 | | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga RI a CAM dentro ZPL |
|---|--|----------------------------|-----------------------|----------------------|---|
| | Agua de Captación | Canal de Descarga | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 1,0 | <1,0 | 22/10/13 | 12:00 | 20 |
| Cobre,(mg/L) | <0,014 | 0,045 | 23-30/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | 17 | <1,8 | 18/10/13 | 12:00 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | 33 | <1,8 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | <1 | 28/10/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | <0,03 | 22-23/10/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | <0,1 | 18/10/13 | 09:30 | 5 |
| Sólidos Suspendidos Totales, (mg/L) | 17,2 | 17,2 | 18/10/13 | 10:00 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 2.258 | 2.300 | 22/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | 0,07 – 0,12 0,37 – 0,44 | 0,15 – 0,10 0,04 – 0,19 | 17/10/13 | En terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 8,00 – 8,00 8,10 – 7,90 | 7,80 – 7,80 7,90 – 8,00 | | | 6,0 – 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 13,3 – 13,5 14,4 – 14,6 | 19,1 – 18,9 19,3 – 19,6 | | | 30 |

Informe 8827 página 1 de 2



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

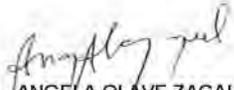
METODOLOGÍAS UTILIZADAS

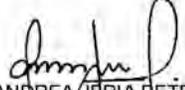
Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos T13totales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10.Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

OBSERVACIONES

Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).
Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.
Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

IIP-LAB-0006 (2)

Informe 8827 página 2 de 2

AV COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO INFORME RESULTADOS N° 8838

| | |
|-------------------------|--|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | DAVID POBLETE |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL TÉRMICA BOCAMINA UNIDAD 2 |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 24/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 20/11/13 |
| TIPO MUESTRA | AGUA DE MAR - AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 2 |
| FECHA MUESTREO | 23/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:20 – 16:20 (Agua de Captación) – 10:25 – 16:25 (Agua de Descarga) |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestras 22589 - 22590 | | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga RI a CAM dentro ZPL |
|--|--|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---|
| | Agua de Captación | Canal de Descarga | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 4,2 | 3,2 | 04/11/13 | 11:00 | 20 |
| Cobre, (mg/L) | <0,014 | 0,043 | 29-30/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | <1,8 | 4,5 | 23/10/13 | 18:30 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | <1,8 | 4,5 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | <1 | 04/11/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | 0,17 | 05-11/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | <0,1 | 24/10/13 | 09:00 | 5 |
| Sólidos Suspendidos Totales, (mg/L) | 18,0 | 22,3 | 24/10/13 | 09:00 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 2,473 | 2,525 | 28/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | 0,42 – 0,44 0,45 – 0,35 | 0,50 – 0,19 0,21 – 0,09 | 23/10/13 | En terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 7,80 – 7,80 7,90 – 8,00 | 7,70 – 7,70 7,80 – 7,90 | | | 6,0 – 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 13,2 – 13,8 14,2 – 14,5 | 18,2 – 18,3 19,0 – 19,3 | | | 30 |

Informe 8838 página 1 de 2



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

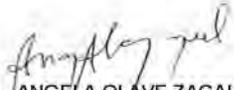
METODOLOGÍAS UTILIZADAS

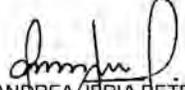
Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos T13tales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10.Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

OBSERVACIONES

Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).
Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.
Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

IIP-LAB-0006 (2)

Informe 8838 página 2 de 2

AV COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO INFORME RESULTADOS N° 8869

| | |
|-------------------------|--|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | DAVID POBLETE |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL TÉRMICA BOCAMINA UNIDAD 2 |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 30/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 03/12/13 |
| TIPO MUESTRA | AGUA DE MAR - AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 2 |
| FECHA MUESTREO | 29/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:35 – 16:35 (Agua de Captación) – 10:40 – 16:40 (Agua de Descarga) |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestras 22731 - 22732 | | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga RI a CAM dentro ZPL |
|---|--|----------------------------|-----------------------|----------------------|---|
| | Agua de Captación | Canal de Descarga | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 1,6 | 2,6 | 07/11/13 | 12:30 | 20 |
| Cobre, (mg/L) | <0,014 | 0,024 | 11-29/11/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | <1,8 | 2,0 | 30/10/13 | 12:00 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | <1,8 | 4,5 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | <1 | 13/11/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | 0,03 | 11/11/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | <0,1 | 30/10/13 | 09:00 | 5 |
| Sólidos Suspendidos Totales, (mg/L) | 30,3 | 31,6 | 30/10/13 | 09:15 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 2.521 | 1.892 | 05/11/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | 0,34 – 0,33 0,28 – 0,24 | 0,22 – 0,19 0,21 – 0,14 | 29/10/13 | En terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 7,70 – 7,70 7,90 – 8,00 | 7,70 – 7,80 8,00 – 8,00 | | | 6,0 – 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 13,5 – 14,2 14,8 – 15,1 | 17,2 – 18,1 19,6 – 19,3 | | | 30 |

Informe 8869 página 1 de 2



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

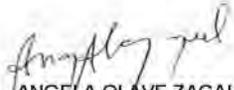
METODOLOGÍAS UTILIZADAS

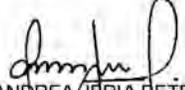
Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos T13tales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10.Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

OBSERVACIONES

Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).
Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.
Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

IIP-LAB-0006 (2)

Informe 8869 página 2 de 2

AV COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl

ANEXO 1.6

CERTIFICADOS DE LABORATORIO
BOCAMINA UNIDAD II

PUNTOS DE MUESTREO:
PLANTA DE TRATAMIENTO



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO INFORME RESULTADOS N° 8795

| | |
|-------------------------|---|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | DAVID POBLETE |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL BOCAMINA II |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 04/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 22/10/13 |

| | |
|----------------|---------------|
| TIPO MUESTRA | AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 1 |
| FECHA MUESTREO | 04/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:50 – 16:50 |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestra 22435 | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga RI a CAM dentro ZPL |
|---|------------------------------|-----------------------|----------------------|---|
| | Planta Tratamiento | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 1,2 | 10/10/13 | 17:00 | 20 |
| Cobre, (mg/L) | <0,014 | 11/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | 79 | 04/10/13 | 14:30 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | 79 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | 16/10/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | 0,04 | 10/10/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | 04/10/13 | 18:00 | 5 |
| Sólidos Suspendedos Totales, (mg/L) | 59,3 | 04/10/13 | 18:10 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 4,054 | 11/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | -- | 04/10/13 | En Terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 8,20 – 7,90 | | | 6,0 – 9,0 |
| | 8,00 – 8,00 | | | |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 20,1 – 20,2 | 30 | | |
| | 20,3 – 20,7 | | | |

Informe 8795 página 1 de 2

LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.



METODOLOGÍAS UTILIZADAS

Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos Totales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10,Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

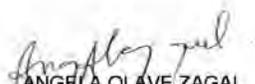
OBSERVACIONES

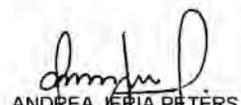
Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).

Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.

Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL. Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JÉRICA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA.

IIP-LAB-0005 (2)

Informe 8795 página 2 de 2

AV COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO INFORME RESULTADOS N° 8809

| | |
|-------------------------|---|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | DAVID POBLETE |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL BOCAMINA II |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 11/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 07/11/13 |

| | |
|----------------|---------------|
| TIPO MUESTRA | AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 1 |
| FECHA MUESTREO | 11/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:00 – 16:00 |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestra 22472 | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga RI a CAM dentro ZPL |
|---|------------------------------|-----------------------|----------------------|---|
| | Planta Tratamiento | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 6,4 | 18/10/13 | 16:00 | 20 |
| Cobre,(mg/L) | <0,014 | 21/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | <1,8 | 11/10/13 | 15:00 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | <1,8 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | 22/10/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | 21/10/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | 11/10/13 | 17:45 | 5 |
| Sólidos Suspendedos Totales, (mg/L) | 20,7 | 11/10/13 | 18:00 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 2.392 | 18/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | -- | 11/10/13 | En Terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 8,30 – 7,00 7,10 – 7,00 | | | 6,0 – 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 18,2 – 20,0 20,5 – 20,2 | | | 30 |

Informe 8809 página 1 de 2

LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.



METODOLOGÍAS UTILIZADAS

Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos Totales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10,Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

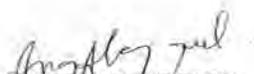
OBSERVACIONES

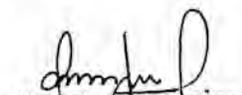
Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).

Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.

Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL. Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERÍA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA.

IIP-LAB-0005 (2)

Informe 8809 página 2 de 2

AV COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO INFORME RESULTADOS N° 8828

| | |
|-------------------------|---|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | DAVID POBLETE |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL BOCAMINA II |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 18/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 18/11/13 |
| TIPO MUESTRA | AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 1 |
| FECHA MUESTREO | 17/10/13 |
| HORA MUESTREO | 11:25 – 17:25 |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestra 22558 | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga RI a CAM dentro ZPL |
|---|------------------------------|-----------------------|----------------------|---|
| | Planta Tratamiento | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 1,1 | 22/10/13 | 12:00 | 20 |
| Cobre, (mg/L) | 0,085 | 23/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | <1,8 | 18/10/13 | 12:00 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | 13 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | 28/10/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | 23/10/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | 18/10/13 | 09:30 | 5 |
| Sólidos Suspendedos Totales, (mg/L) | 31,3 | 18/10/13 | 10:00 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 2.106 | 23/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | -- | 17/10/13 | En Terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 7,90 – 7,90 | | | 6,0 – 9,0 |
| | 7,90 – 7,90 | | | |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 20,3 – 19,8 | 30 | | |
| | 23,1 – 22,6 | | | |

Informe 8828 página 1 de 2

LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.



METODOLOGÍAS UTILIZADAS

Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos Totales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10,Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

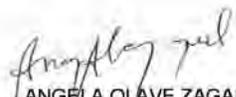
OBSERVACIONES

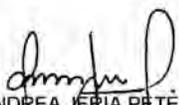
Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).

Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.

Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL. Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JÉRICA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA.

IIP-LAB-0005 (2)

Informe 8828 página 2 de 2

AV COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO INFORME RESULTADOS N° 8839

| | |
|-------------------------|---|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | DAVID POBLETE |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL BOCAMINA II |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 24/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 20/11/13 |

| | |
|----------------|---------------|
| TIPO MUESTRA | AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 1 |
| FECHA MUESTREO | 23/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:35 – 16:35 |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestra 22591 | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga RI a CAM dentro ZPL |
|---|------------------------------|-----------------------|----------------------|---|
| | Planta Tratamiento | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 2,0 | 04/11/13 | 11:00 | 20 |
| Cobre,(mg/L) | 0,206 | 29/10/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | 21 | 23/10/13 | 18:30 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | 110 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | 04/11/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | 0,05 | 11/11/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L*h) | <0,1 | 24/10/13 | 09:00 | 5 |
| Sólidos Suspendedos Totales, (mg/L) | 16,0 | 24/10/13 | 09:00 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 355 | 28/10/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | -- | 23/10/13 | En Terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 7,70 – 7,70 8,00 – 8,10 | | | 6,0 – 9,0 |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 20,1 – 20,9 21,8 – 22,7 | | | 30 |

Informe 8839 página 1 de 2

LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.



METODOLOGÍAS UTILIZADAS

Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos Totales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10,Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

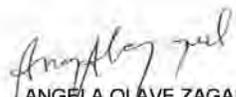
OBSERVACIONES

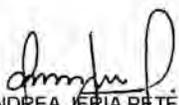
Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).

Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.

Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL. Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JÉRICA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA.

IIP-LAB-0005 (2)

Informe 8839 página 2 de 2

AV. COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl



LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.

SERVICIO DE LABORATORIO INFORME RESULTADOS N° 8870

| | |
|-------------------------|---|
| CLIENTE | ENDESA CHILE S.A. |
| ATENCIÓN | DAVID POBLETE |
| LUGAR DE MUESTREO | ENDESA CHILE S.A. - CENTRAL BOCAMINA II |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 30/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 03/12/13 |

| | |
|----------------|---------------|
| TIPO MUESTRA | AGUA RESIDUAL |
| TIPO MUESTREO | COMPUESTO |
| N° MUESTRAS | 1 |
| FECHA MUESTREO | 29/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:50 – 16:50 |

RESULTADOS

| Análisis | Identificación Muestra 22733 | Fecha Inicio Análisis | Hora Inicio Análisis | Tabla N° 4 DS 90 / LMP descarga RI a CAM dentro ZPL |
|---|------------------------------|-----------------------|----------------------|---|
| | Planta Tratamiento | | | |
| Aceites y Grasas, (mg/L) | 2,4 | 07/11/13 | 12:30 | 20 |
| Cobre, (mg/L) | <0,014 | 11/11/13 | -- | 1 |
| Coliformes Fecales, (NMP/100mL) | 2,0 | 30/10/13 | 12:00 | 1000 |
| Coliformes Totales, (NMP/100mL) | 2,0 | | | -- |
| Hidrocarburos Totales, (mg/L) | <1 | 13/11/13 | -- | 10 |
| Hierro Disuelto, (mg/L) | <0,03 | 11/11/13 | -- | 10 |
| Sólidos Sedimentables, (mL/L.h) | <0,1 | 30/10/13 | 09:00 | 5 |
| Sólidos Suspendedos Totales, (mg/L) | 11,6 | 30/10/13 | 09:15 | 100 |
| Sulfatos, (mg/L) | 466 | 05/11/13 | -- | -- |
| Cloro Libre Residual (muestras puntuales), (mg/L) | -- | 29/10/13 | En Terreno | -- |
| pH (muestras puntuales) | 8,00 – 8,20 | | | 6,0 – 9,0 |
| | 8,00 – 8,00 | | | |
| Temperatura (muestras puntuales) (°C) | 20,4 – 22,5 | 30 | | |
| | 24,1 – 23,5 | | | |

Informe 8870 página 1 de 2

LABORATORIO DE ENSAYO DE AGUAS RESIDUALES DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA OCTAVA REGIÓN S.A.



METODOLOGÍAS UTILIZADAS

Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre y Hierro Disuelto NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos Totales NCh 2313/7 Of1997. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos NCh 2313/18 Of 1997. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Muestreo manual realizado según IIP-MP-0022 (basado en NCh 411/10,Of2005). Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. pH y Temperatura parámetros medidos en terreno según IIP-INS-0050 (basado en NCh 2313/1 y 2 Of.1995, respectivamente).

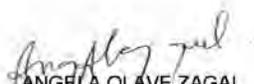
OBSERVACIONES

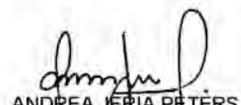
Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).

Cobre, Hierro Disuelto, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales análisis contratados a laboratorios externos.

Se incluye columna con información de la Tabla N° 4 del DS 90: LMP descarga RI a CAM dentro ZPL. Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, para observar grado de cumplimiento.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JÉRICA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA.

IIP-LAB-0005 (2)

Informe 8870 página 2 de 2

AV COLON 2780 TALCAHUANO CHILE FONDO 41 2920410 FAX 41 2920411
www.inpesca.cl inpesca@inpesca.cl

II. COLUMNA DE AGUA Y SEDIMENTOS

2.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo contiene los resultados de la caracterización físico-química de la columna de agua y sedimento Sublitoral de la Bahía de Coronel, donde evacuan los RILes la Empresa ENDESA Chile. Este monitoreo se realiza como parte del Programa de Vigilancia Ambiental que desarrolla la empresa. Los resultados para la columna de agua fueron comparados con los estándares propuestos en la Tabla N° 3 de la Sección IV “Criterios Nacionales Específicos para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Marinas” de la Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. En tanto los resultados para los sedimentos son comparados con los estándares propuestos en un estudio ejecutado por la Universidad de Playa Ancha a requerimiento de la CONAMA, con el objetivo de generar una Directriz de Calidad de Sedimentos Marinos para la generación de una norma de calidad secundaria de sedimentos marinos y lacustres. En este mismo texto, se exponen normas internacionales que también fueron utilizadas como referencia.

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

COLUMNA DE AGUA Y SEDIMENTOS

La campaña de muestreo el 8 de Octubre del 2013, realizada por el Instituto de Investigación Pesquera (INPESCA) en el área de estudio, que corresponde al sector de Bahía Coronel, adyacente a las instalaciones de la empresa Endesa Chile, es la décima primera campaña desde que entro en operación Central Bocamina II, incluyendo además a la Central Bocamina I. En la **Figura 2.1** se observa las estaciones de calidad de agua, en tanto en la **Figura 2.2** se describen las estaciones de calidad de sedimentos.

En dicha área se estableció una grilla de 10 estaciones oceanográficas para calidad de agua (9 en la bahía mas la estación control) en las que se analizaron las siguientes variables en el agua: pH, Grasas y Aceites, Cobre, Cloro residual, Hierro, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos, Coliformes fecales, Coliformes Totales, Carbono Orgánico Total y Transparencia, en tanto en calidad de sedimentos se distribuyeron 9 estaciones con distinta numeración pero igual ubicación que la calidad de agua en la bahía mas una estación control similar, en las que se analizó las siguientes variables; materia orgánica, cobre hierro y sulfatos en los sedimentos sublitorales.

En la **tabla 2.1** y **2.2** se observa las coordenadas de las 10 estaciones analizadas en la calidad de agua y sedimentos, respectivamente.

Tabla 2.1. Ubicación (coordenadas UTM) de las estaciones analizadas en la calidad de agua.

| ESTACIONES | CORDENADAS UTM | |
|-------------|----------------|---------|
| | ESTE | NORTE |
| 1 | 662984 | 5900620 |
| 2 | 663058 | 5900568 |
| 3 | 662815 | 5900678 |
| 4 | 662928 | 5900539 |
| 5 (control) | 660671 | 5902669 |
| 6 | 663089 | 5900641 |
| 7 | 662767 | 5900724 |
| 8 | 662968 | 5900311 |
| 11 | 663143 | 5899775 |
| 13 | 662117 | 5900274 |

Tabla 2.2. Ubicación (coordenadas UTM) de las estaciones analizadas en la calidad de sedimentos.

| ESTACIONES | CORDENADAS UTM | |
|-------------|----------------|---------|
| | ESTE | NORTE |
| 1 | 662984 | 5900620 |
| 2 | 663058 | 5900568 |
| 3 | 662815 | 5900678 |
| 4 | 662928 | 5900539 |
| 5 (control) | 660671 | 5902669 |
| 6 | 663089 | 5900641 |
| 7 | 662767 | 5900724 |
| 8 | 662968 | 5900311 |
| 9 | 663143 | 5899775 |
| 10 | 662117 | 5900274 |

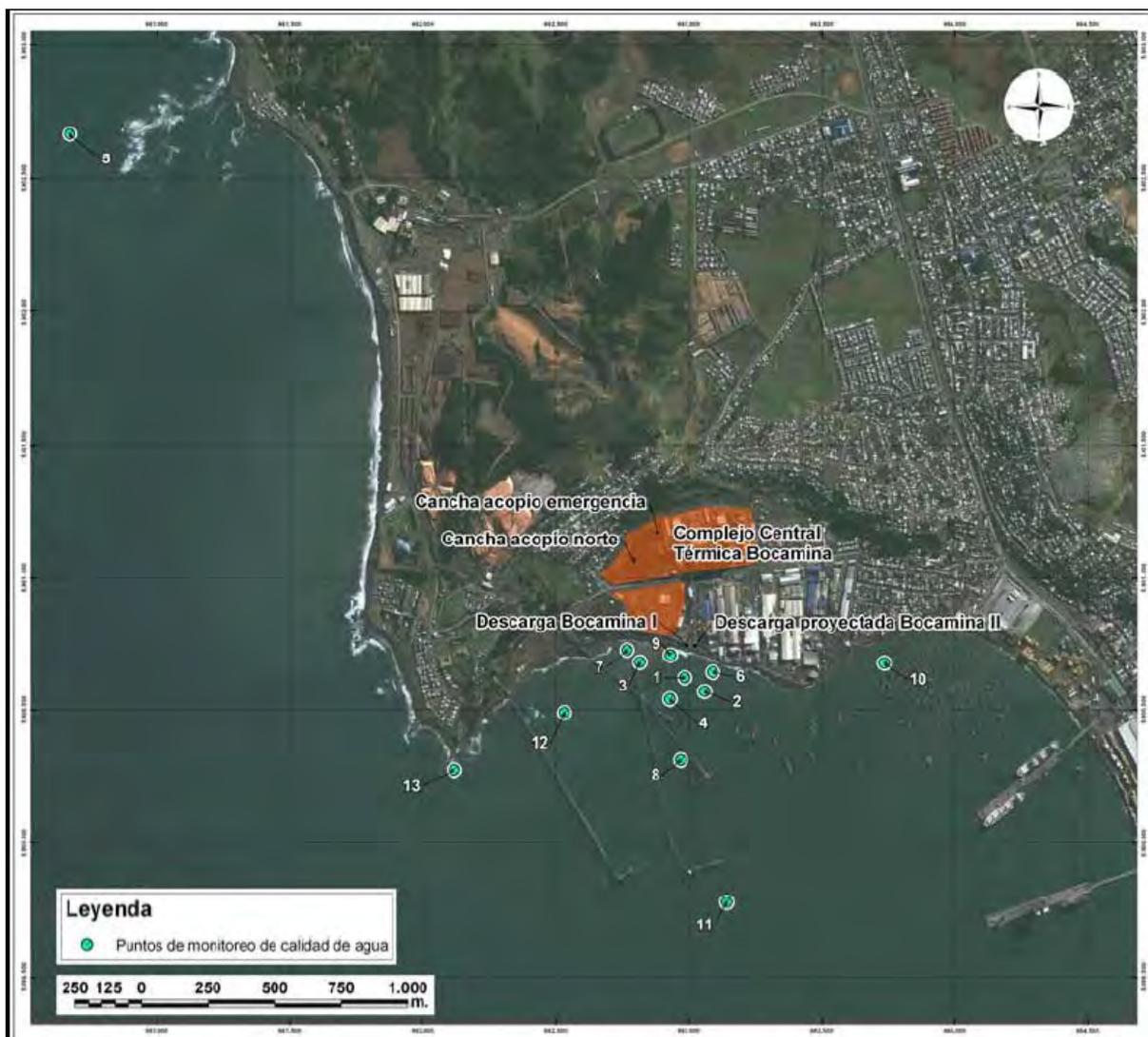


Figura 2.1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo de calidad de Agua. Bahía Coronel, Octubre 2013.

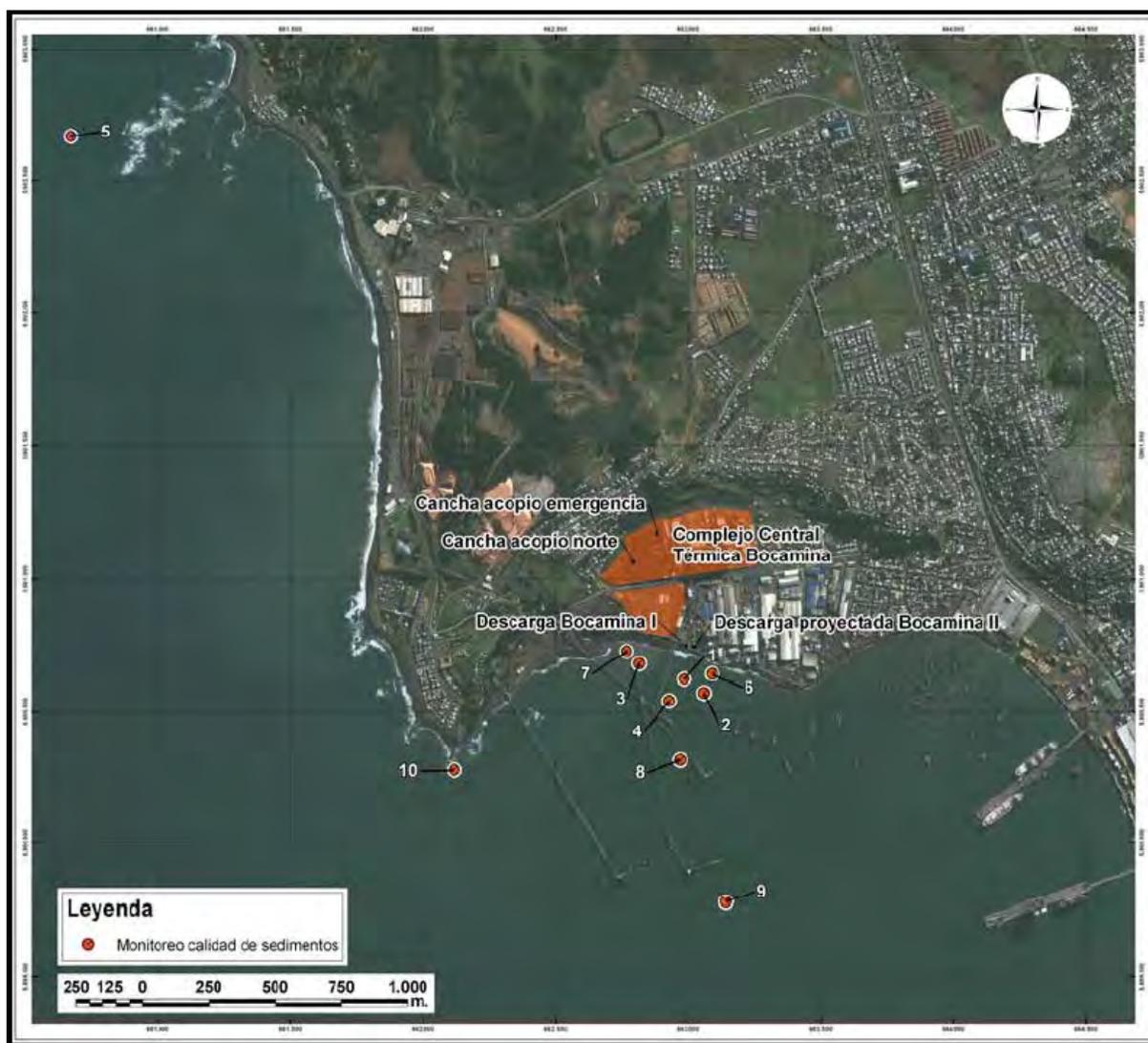


Figura 2.2. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo de calidad de Sedimentos. Bahía Coronel, Octubre 2013.

En cada estación oceanográfica se recolectaron muestras de agua de mar utilizando una botella oceanográfica tipo Van Dörn con una capacidad aproximada de 4 litros, a partir de la cual se separaron las correspondientes alícuotas para determinar las variables anteriormente señaladas. Para efectos de la toma de muestra se realizó el muestreo a nivel superficial (1 metro de profundidad), en tanto el sedimento se recolectó con una draga tipo Van Veen. La posición y la profundidad fueron determinadas mediante un GPS y un ecosonda, respectivamente.

Los métodos empleados en la determinación de las distintas variables medidas en columna de agua y sedimentos fueron los siguientes (**Tabla 2.3**).

Tabla 2.3. Parámetros medidos y métodos utilizados en su determinación.

| Parámetro (Agua) | Método Estandarizado | Límites de Detección columna de agua |
|------------------------------|--|--|
| pH | 4500 - H+ B Standard Methods | -- |
| Grasas y Aceites | NCh2313/6 Of97. | 1,0 mg/L |
| Hierro y Cobre | Nch 2313/25 Of 95 | 0,15 mg/L hierro – 0,015 mg/L cobre |
| Cloro residual | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-Cl F. | 0,02 mg/L |
| Hidrocarburos Totales | Cromatografía Gaseosa EPA 8015 B | 1 µg/L |
| Sulfatos | SM 4500 SO ₄ | 3 mg/L |
| Sólidos Sedimentables | NCh2313/4 Of95. | 0,1 mL/L*h |
| Sólidos Suspendidos | NCh 2313/3 Of95. | 1,0 mg/L |
| Coliformes Fecales | NCh2636/1 of2001 | 2 NMP/100 mL |
| Coliformes Totales | Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 ed. 2005 | 2 NMP/100 mL |
| Carbono Orgánico Total | SM 5310 C | 1 mg/L |
| Transparencia | Disco Sechii | -- |
| | | |
| Parámetro (Sedimento) | Método Estandarizado | Límites de Detección sedimentos marinos |
| Materia Orgánica (%) | Gravimétrica – Calcinación a 450° C | 1% |
| Cobre | Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 ed. 2005 | 1,4 mg/Kg |
| Hierro | Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 ed. 2005 | 1,5 mg/Kg |
| Sulfatos | Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 ed. 2005 | 0,002 g/Kg |

2.3 RESULTADOS

2.3.1. COLUMNA AGUA

Durante el monitoreo del día 8 de Octubre 2013, las condiciones climáticas eran las siguientes; Nublado, no observándose presencia de objetos flotantes, espumas, basuras y manchas. Se adjuntan los certificados de resultados del laboratorio en los **Anexos**.

a. pH

Los valores de pH de las once campañas realizadas se observan en la **Figura 2.3**, donde los valores promedio se circunscriben a la clase 1 de la "Guía para el Establecimiento de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas" de CONAMA. Para la presente campaña de Octubre 2013 este parámetro registró un valor similar de 8,4 en todas las estaciones (**Tablas 2.3, 2.4 y 2.5; y Figura 2.3:2.4**).

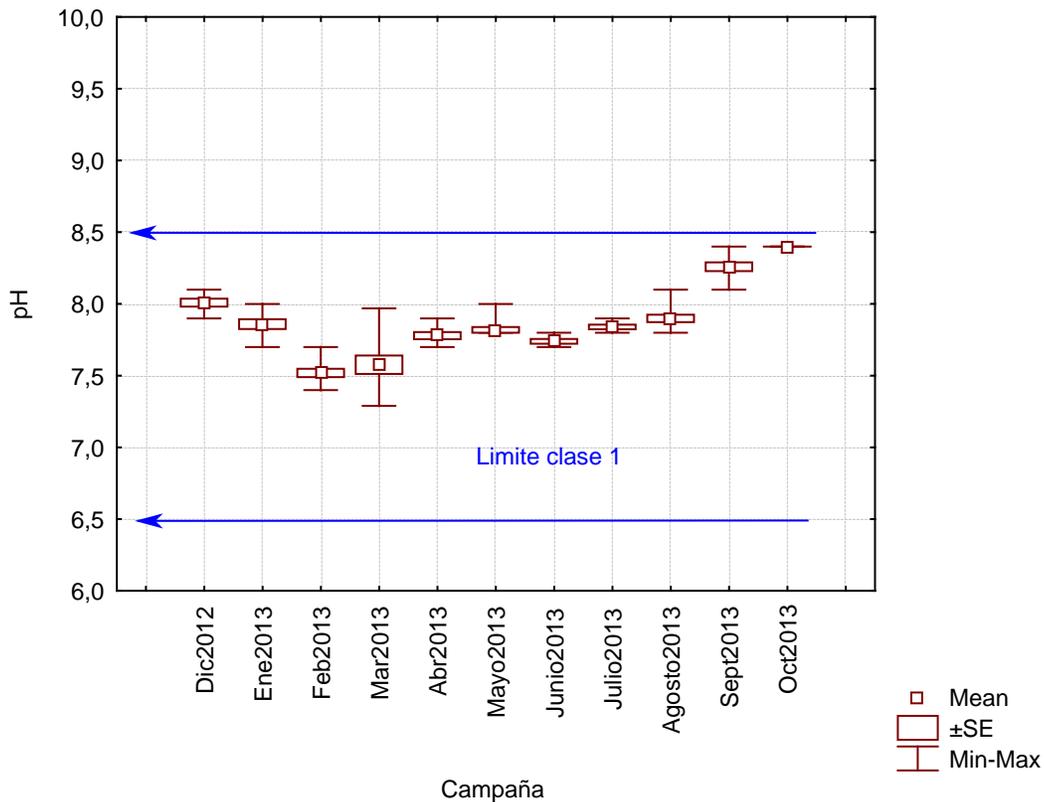


Figura 2.3. Valores de pH por Campaña.

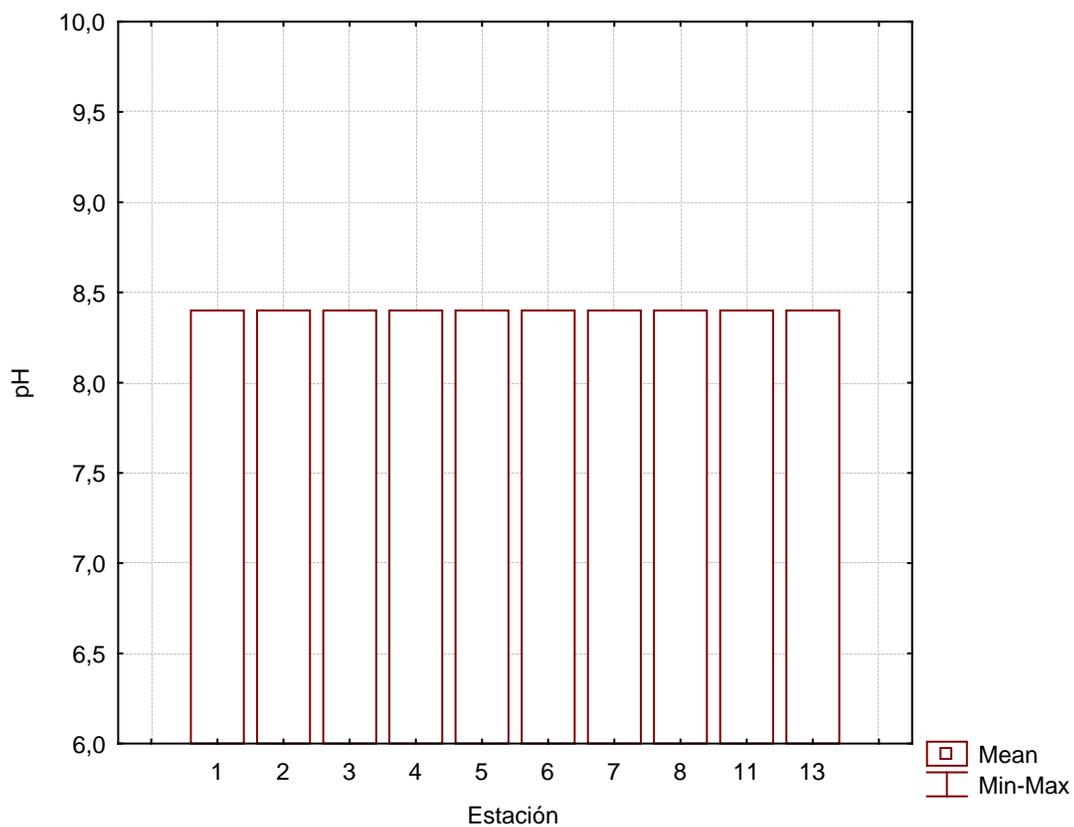


Figura 2.4. Valores de pH por Estación. Octubre 2013

b. Aceites y Grasas

En Octubre 2013, se observa un leve aumento de las concentraciones promedio de Grasas y Aceites, al ser comparada con la campaña anterior de Septiembre 2013 (**Figura 2.5**). La concentración promedio en la presente campaña fue de 2,6 mg/L, con una concentración máxima en la estación 3 de 4 mg/L y una concentración mínima de 1,4 mg/L en la estación control. Todas las estaciones estuvieron en el rango de clase 1 de Muy Buena Calidad (indica un agua adecuada para la protección y conservación de las comunidades acuáticas). (**Tabla 2.4:2.5 y Figura 2.6**).

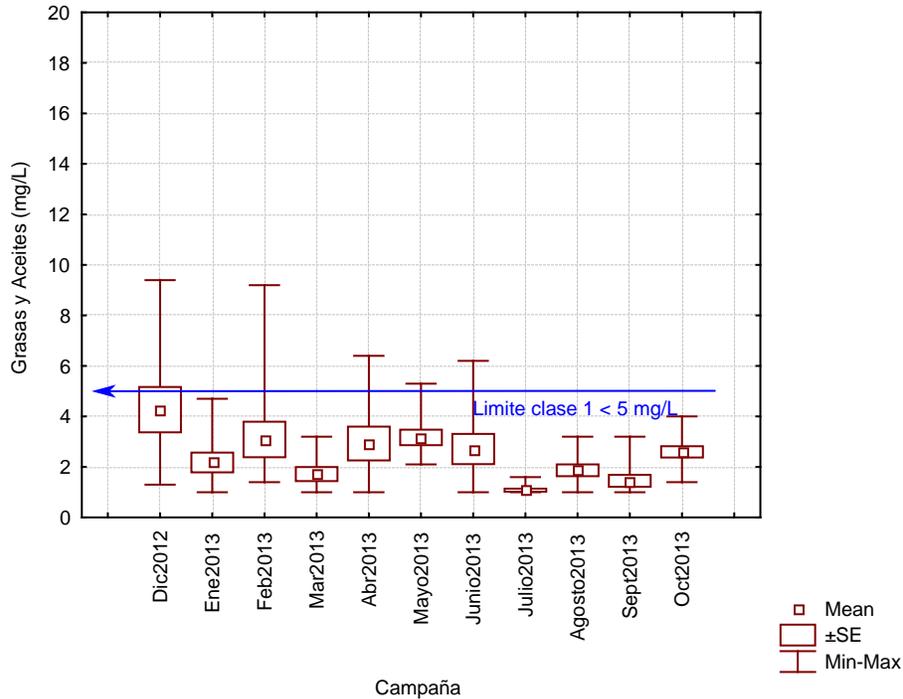


Figura 2.5. Concentración de Aceites y grasas por Campaña.

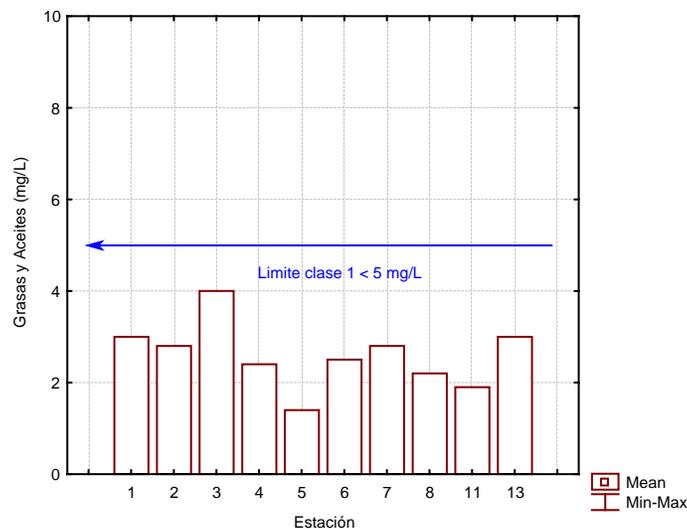


Figura 2.6. Concentración de Aceites y grasas por Estación. Octubre 2013

c. Cobre

En las campañas de Diciembre del 2012, Enero, Febrero y Marzo del 2013 se registró una concentración promedio de Cobre, bajo el límite de detección del método de $< 0,024$ mg/L, en tanto desde Abril del 2013, hasta la presente campaña, el límite de detección fue mas bajo, estando la mayoría de las concentraciones por debajo de $< 0,014$ mg/L, con excepción de la estación 6 en la campaña de Mayo y Junio del 2013 (**Tabla 2.3, Figura 2.7**).

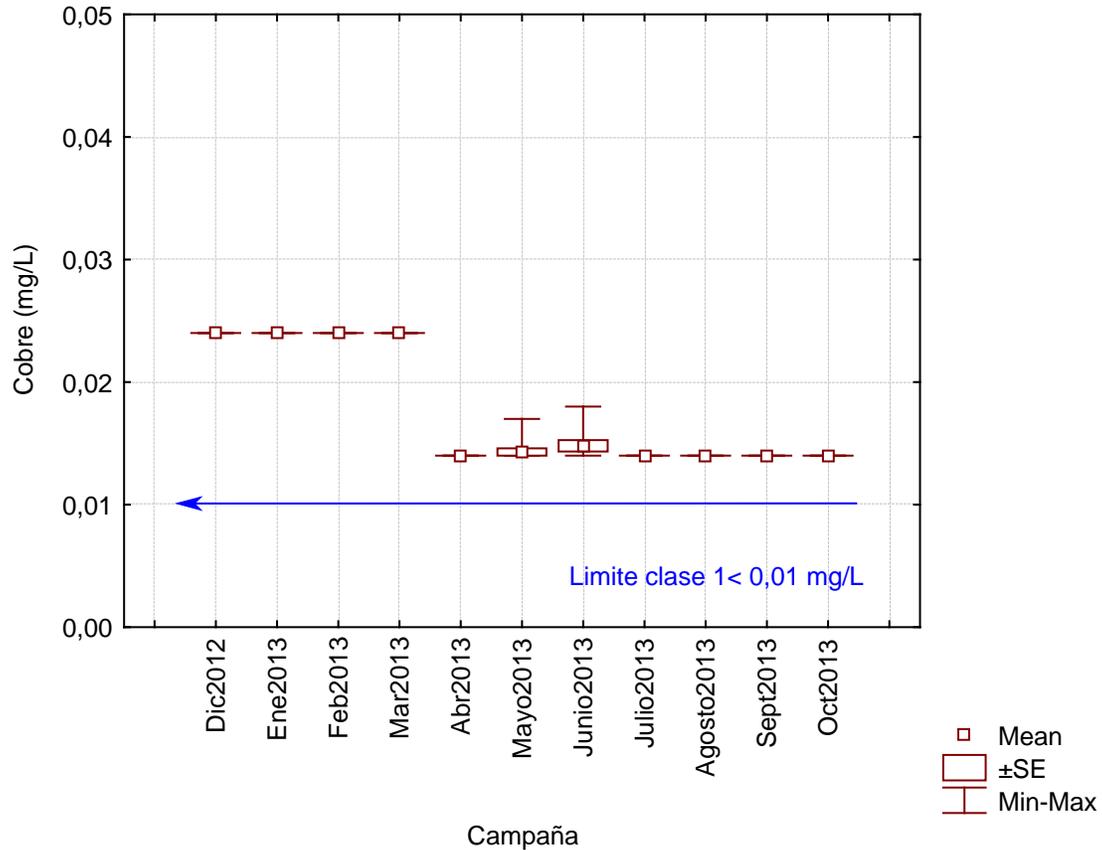


Figura 2.7. Concentración de Cobre por Campaña.

d. Coliformes Fecales

Para Octubre 2013, hubo un leve aumento de las concentraciones promedio de Coliformes Fecales, respecto a lo registrado en la campaña de Septiembre 2013 (**Figura 2.8**). La mayoría de las estaciones estuvieron por debajo la clase 2, con excepción de las estaciones 2, 5 y 6 que estuvieron dentro del rango de clase 3 (**Tabla 2.3:2.4 y Figura 2.9**).

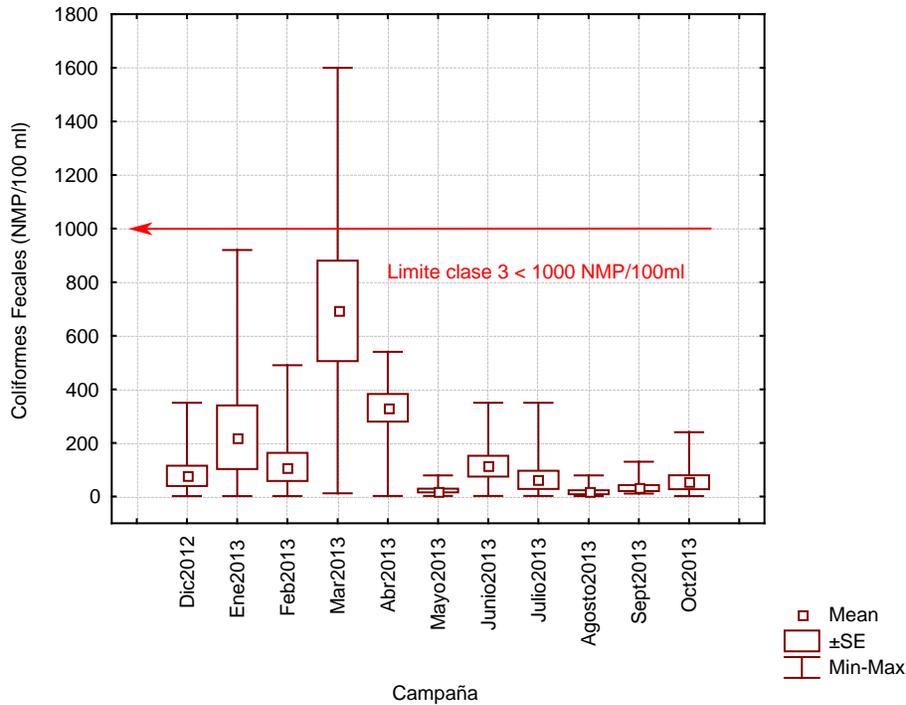


Figura 2.8. Concentración de coliformes fecales por campaña.

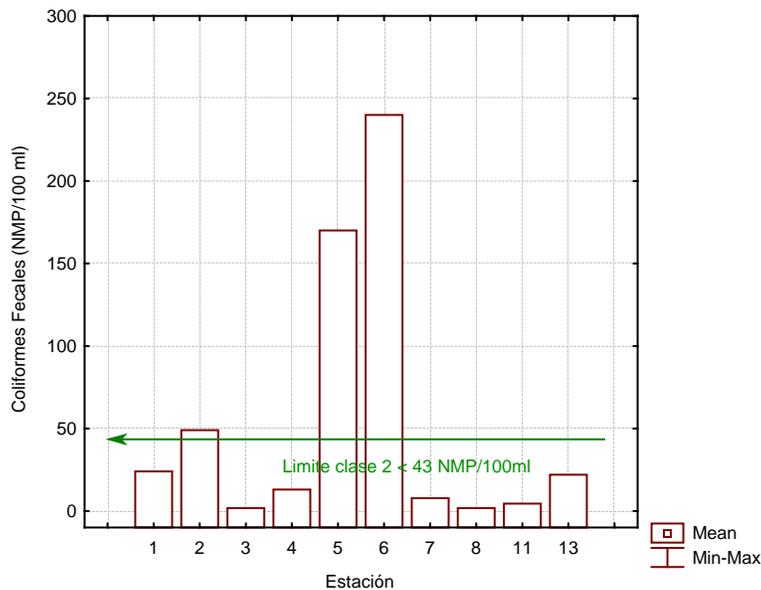


Figura 2.9. Concentración de coliformes fecales por estación. Octubre 2013.

e. Coliformes Totales

Al igual que los Coliformes Fecales, se observó la misma tendencia para la campaña de Octubre 2013 en los Coliformes Totales, hubo un leve aumento de las concentraciones promedio con respecto a lo registrado en la campaña de Septiembre 2013 (Figura 2.10). En Octubre del 2013, la mayoría de las estaciones estuvieron dentro de la categoría de clase 2, con excepción de las estaciones 2, 5 y 6 que estuvieron dentro del rango de clase 3 (Tabla 2.3:2.5 y Figura 2.11).

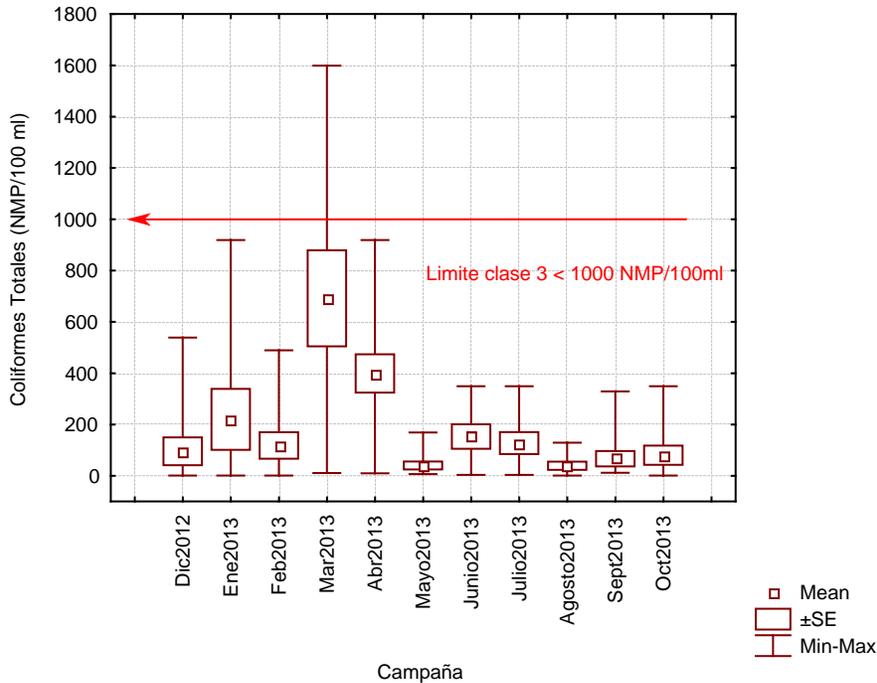


Figura 2.10. Concentración de Coliformes totales por campaña.

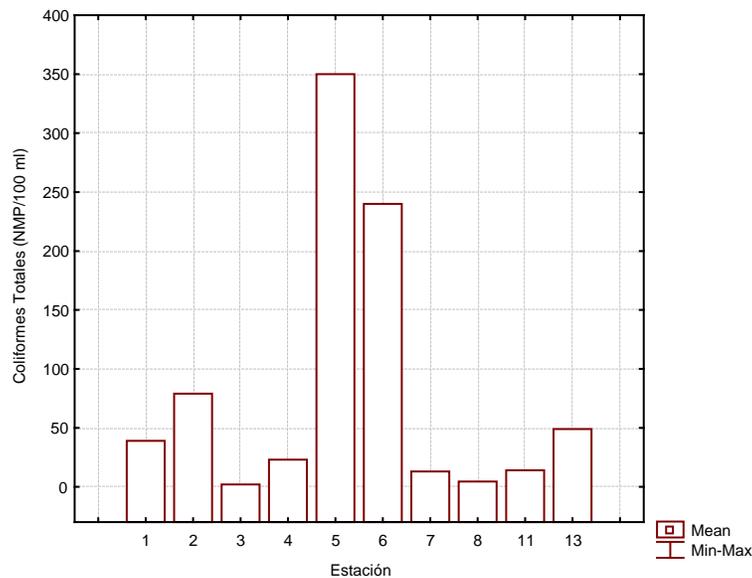


Figura 2.11. Concentración de Coliformes totales por Estación. Octubre 2013.

f. Cloro libre residual

Todos los valores de concentración de Cloro Libre Residual en la presente campaña de Octubre del 2013, al igual que las diez campañas anteriores, estuvieron bajo el límite de detección del método de < 0,02 mg/L (Tabla 2.3 y Figura 2.12).

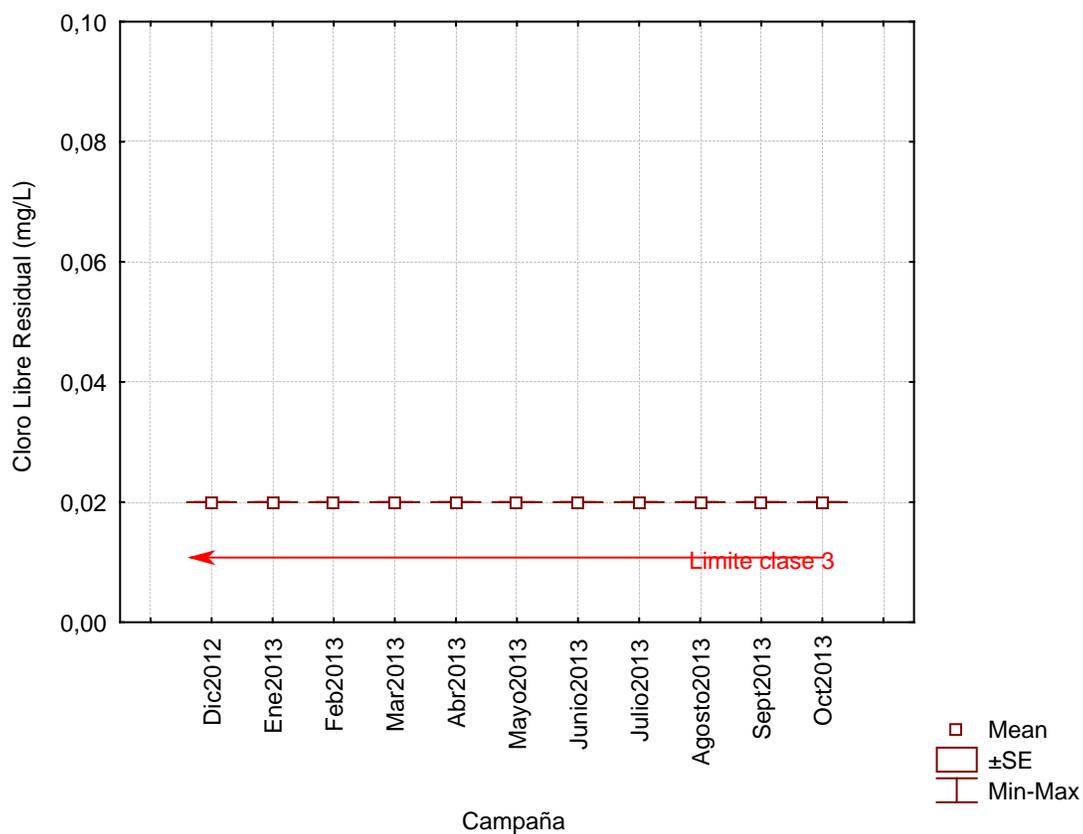


Figura 2.12. Concentración de Cloro libre residual por campaña.

g. Hierro

En Octubre 2013 todas las estaciones estuvieron bajo el límite de detección del método de <0,15 mg/L (Tabla 2.3 y Figura 2.13:2.14).

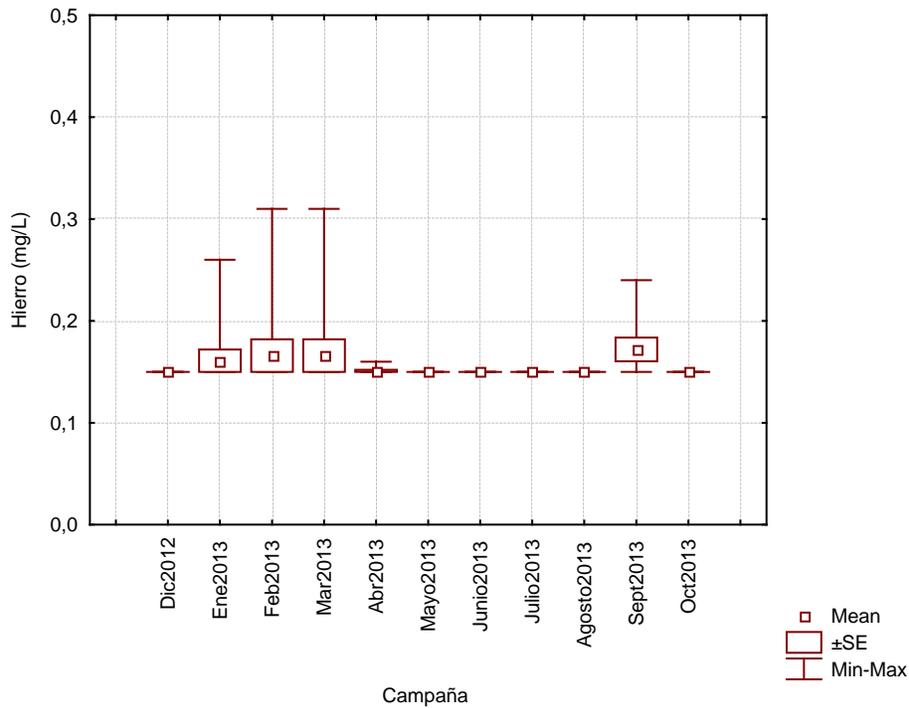


Figura 2.13. Concentración de Hierro por campaña.

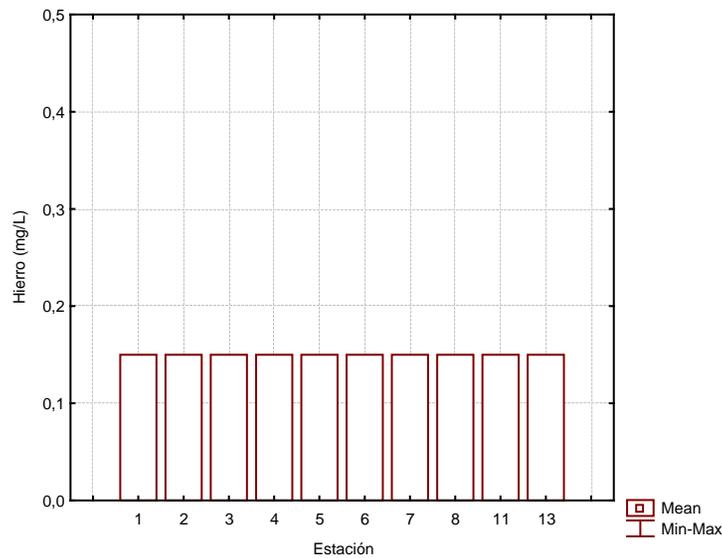


Figura 2.14. Concentración de Hierro por estación. Octubre 2013.

h. Hidrocarburos totales

En Octubre del 2013, todos los valores de concentración de Hidrocarburos Totales estuvieron por debajo del límite de detección del método de 1 ug/L, estando dentro del rango de clase 1 de la Normativa de CONAMA, al igual que lo registrado en las ultimas diez campañas (Tabla 2.3; 2.5 y Figura 2.15).

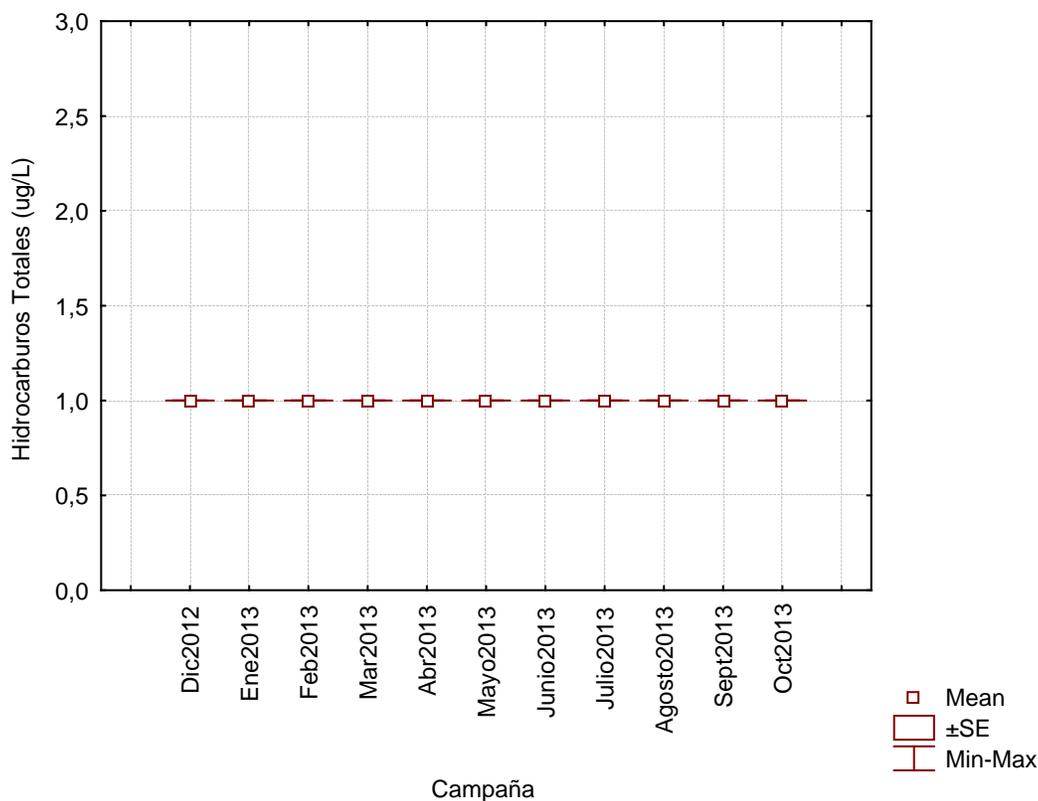


Figura 2.15. Concentración de Hidrocarburos totales por campaña.

i. Sólidos sedimentables

Al igual que las últimas diez campañas, en la presente campaña de Octubre del 2013, no se registraron concentraciones detectables de Sólidos Sedimentables en la columna de agua del área monitoreada. El límite de detección fue de $<0,1 \text{ mL/L*hr}$. (Tabla 2.3 y Figura 2.16).

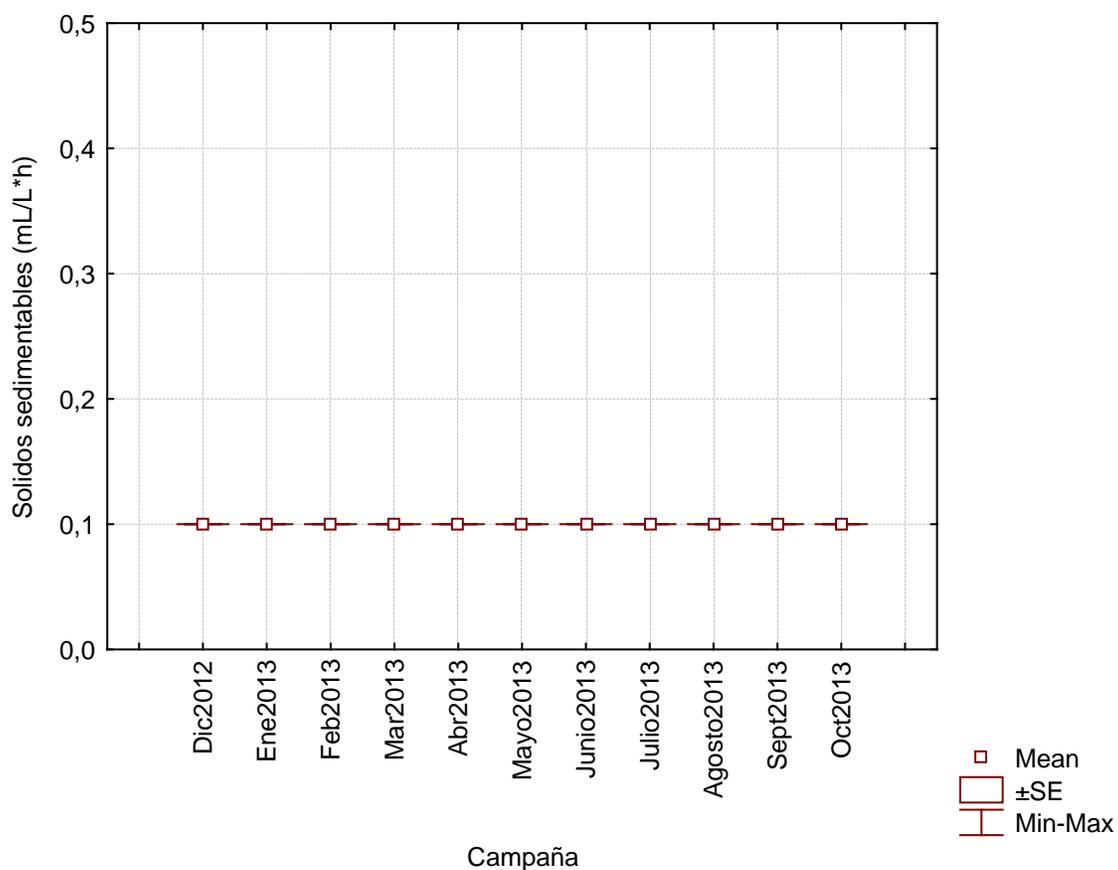


Figura 2.16. Concentración de Sólidos Sedimentables por campaña.

j. Sólidos suspendidos

En la **Figura 2.17**, se visualiza las concentraciones promedio de Sólidos Suspendidos de todas las campañas realizadas. Las concentraciones promedio para Octubre del 2013, son levemente más bajas que las registradas en la campaña de Septiembre del 2013. En la presente campaña, la estación 8 registró la concentración más alta (64 mg/L), en tanto las mas baja concentración se observó en la estación 2 (33 mg/L). Todas las estaciones estuvieron en el rango de la clase 2 (**Tabla 2.3 y Figura 2.18**).

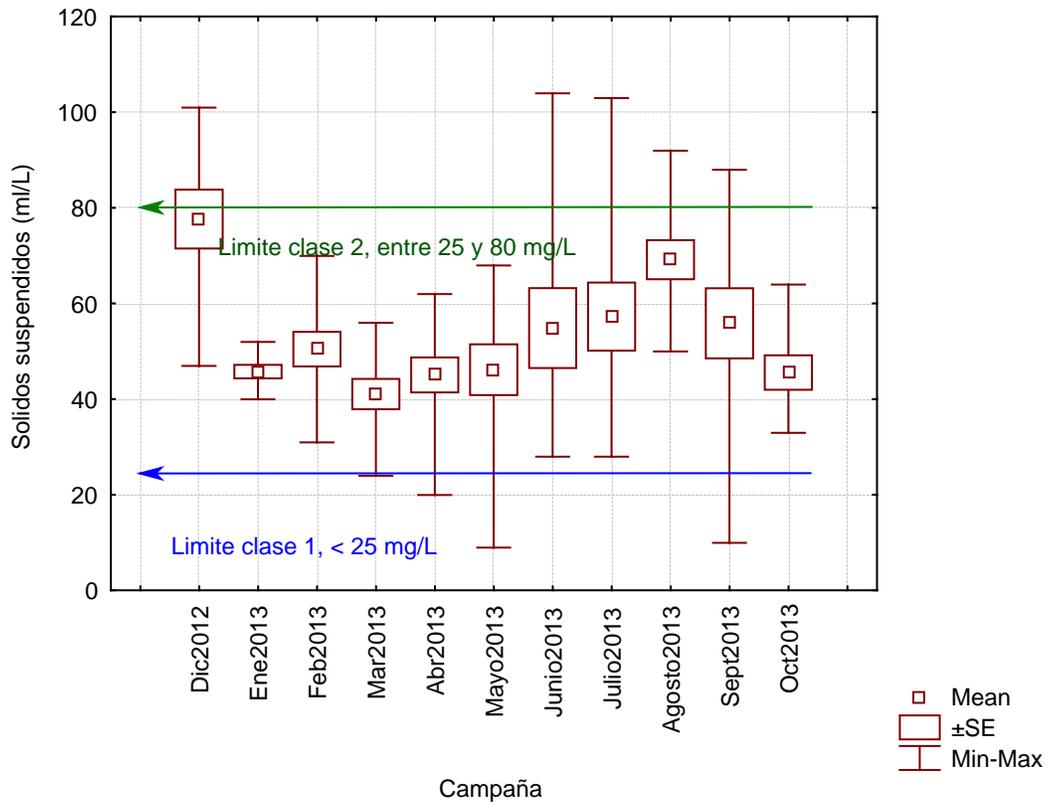


Figura 2.17. Concentración de Sólidos suspendidos por campaña.

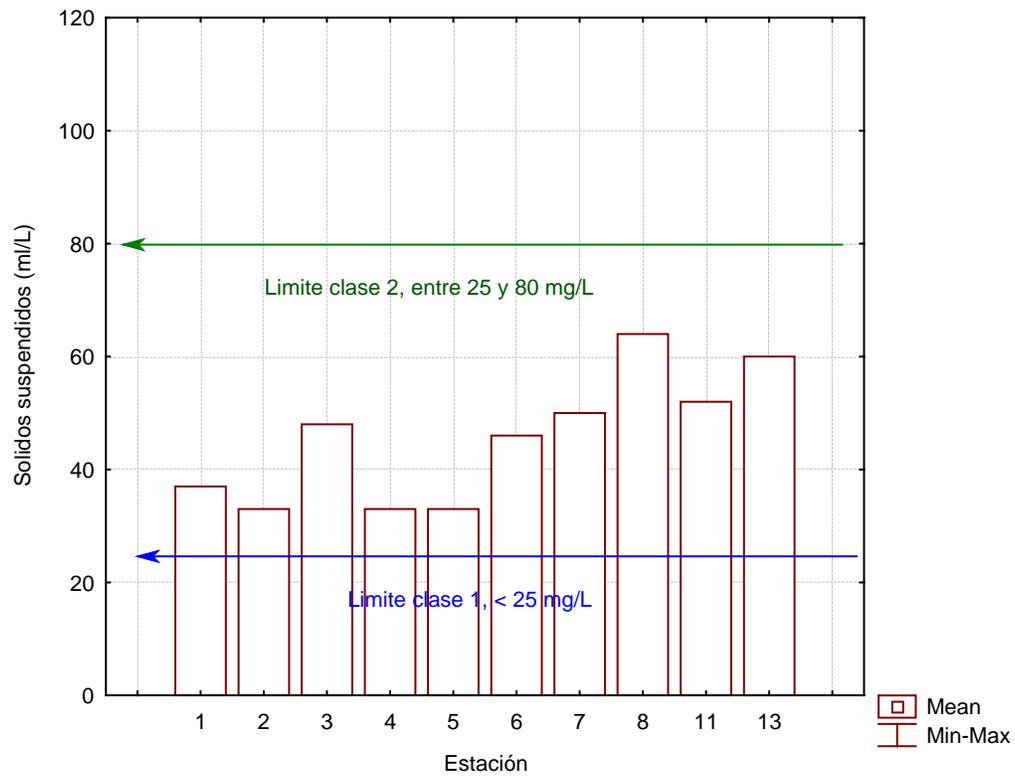


Figura 2.18. Concentración de Sólidos suspendidos por estación. Octubre 2013

k. Sulfatos

El parámetro Sulfatos, en Octubre 2013 registró concentraciones con un valor mínimo de 1567 mg/L en la estación 5, y un máximo de 2942 mg/L en la estación 13, y un promedio de la campaña de 2124 mg/L (Tablas 2.3 y 2.4). (Figura 2.20). Se observa que la presente campaña registró concentraciones mas baja en promedio que la campaña de Septiembre del 2013 (Figura 2.19).

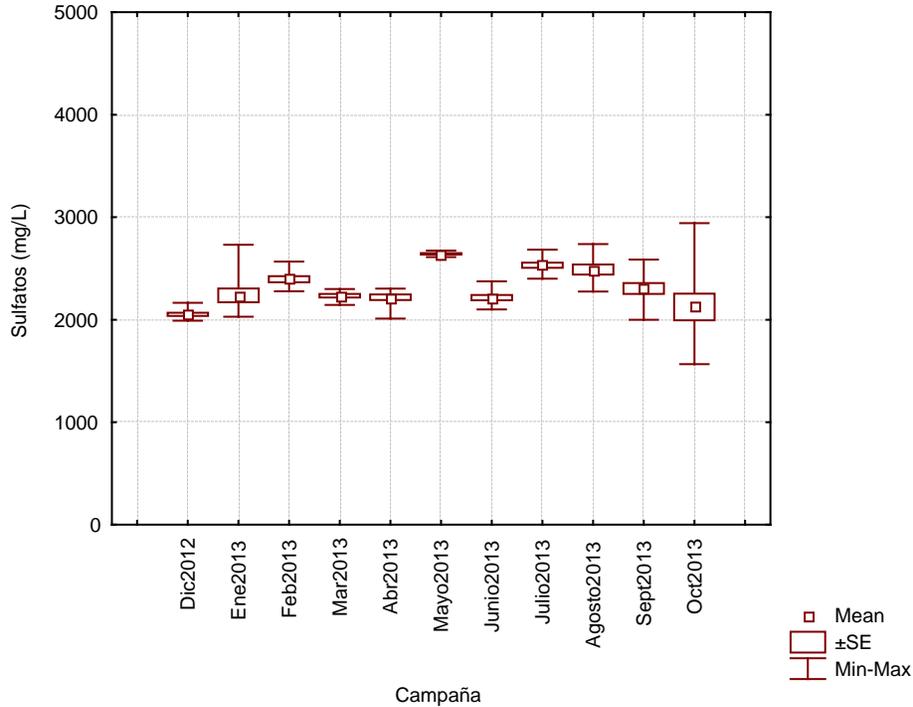


Figura 2.19. Concentración de Sulfatos por campaña.

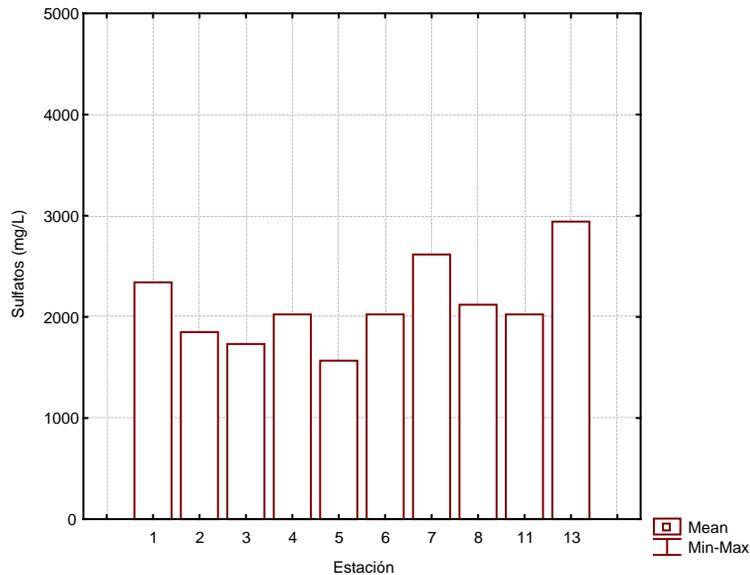


Figura 2.20. Concentración de Sulfatos por estación. Octubre 2013.

I. Carbono Orgánico Total

La **Figura 2.21**, muestra los promedios de este parámetro para las once campañas realizadas, donde se observa un leve aumento de las concentraciones para Octubre del 2013, al ser comparadas con la campaña anterior de Septiembre 2013, siendo la estación 13 la que presento la mayor concentración de 10,4 mg/L (**Tabla 2.3; Figura 2.22**).

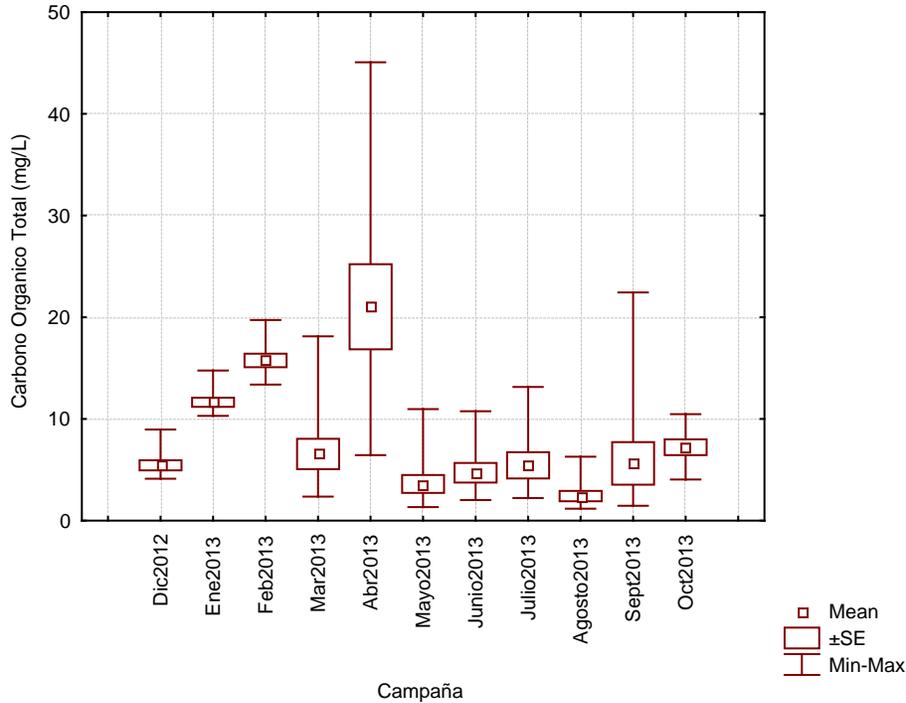


Figura 2.21. Concentración de Carbono Orgánico Total por campaña

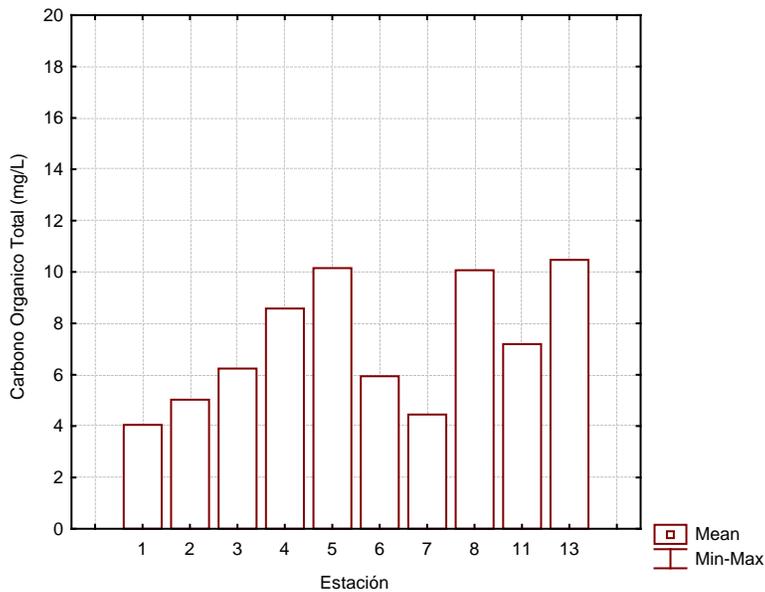


Figura 2.22. Concentración de Carbono Orgánico Total por Estación. Octubre 2013

m. Transparencia

En la **Figura 2.23** se observa las transparencias promedio para las once campañas realizadas, donde se observa una disminución de la transparencia, similar a lo observado en Marzo del 2013. En tanto, las estaciones de la bahía coronel para la presente campaña tuvieron un valor promedio de 2 metros en todas las estaciones aledañas al emisario y la estación control presento una transparencia de 3 metros, (**Figura 2.24**).

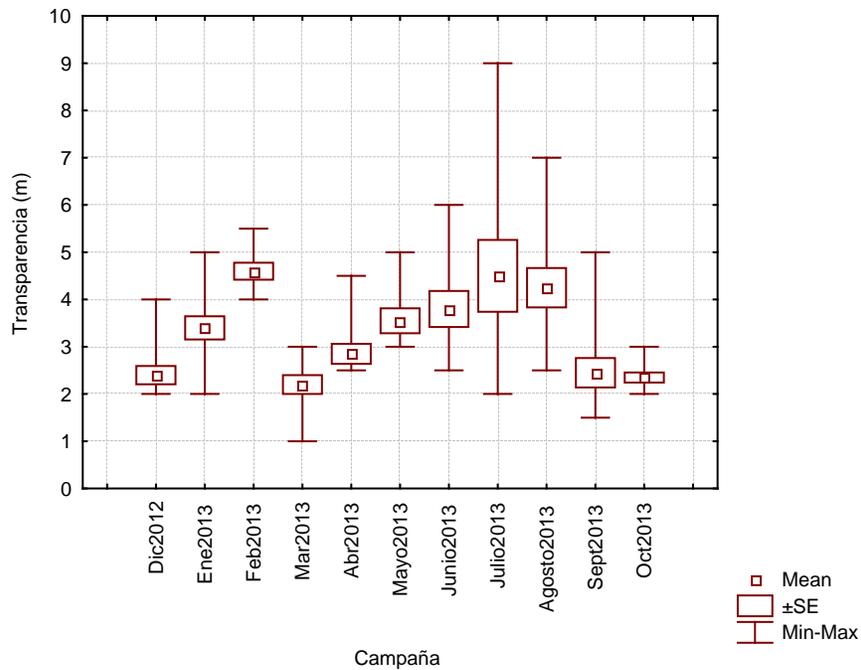


Figura 2.23. Valores de Transparencia por campaña.

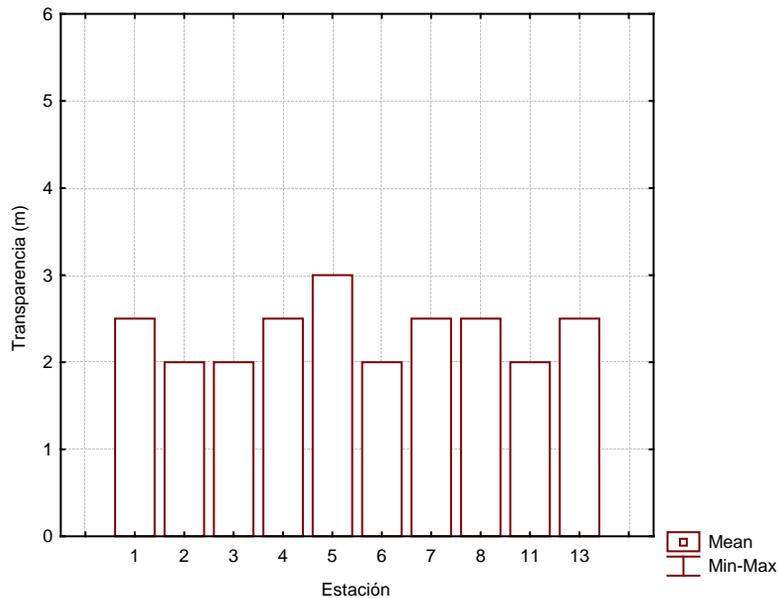


Figura 2.24. Valores de Transparencia por Estación. Octubre 2013.

2.3.2. SEDIMENTOS SUBLITORAL

a. Materia Orgánica

En la **Figura 2.25** se observa el porcentaje de Materia Orgánica de sedimentos sublitoral para las campañas de Diciembre de 2012, y de Enero a Octubre de 2013.

La campaña de Octubre de 2013 presentó un porcentaje promedio de Materia Orgánica de 8,25 % (**Tabla 2.7**), en las campañas anteriores se registraron porcentajes promedio entre 3,54 % y 9,63 % (**Figura 2.25**).

La **Figura 2.26** presenta el porcentaje de Materia Orgánica de sedimentos sublitoral por estación de la Campaña realizada en Octubre de 2013. El menor porcentaje promedio lo presentó la Estación 6 con 1,54 %, y el mayor porcentaje la Estación 3 con 20,91 % (**Tabla 2.6**).

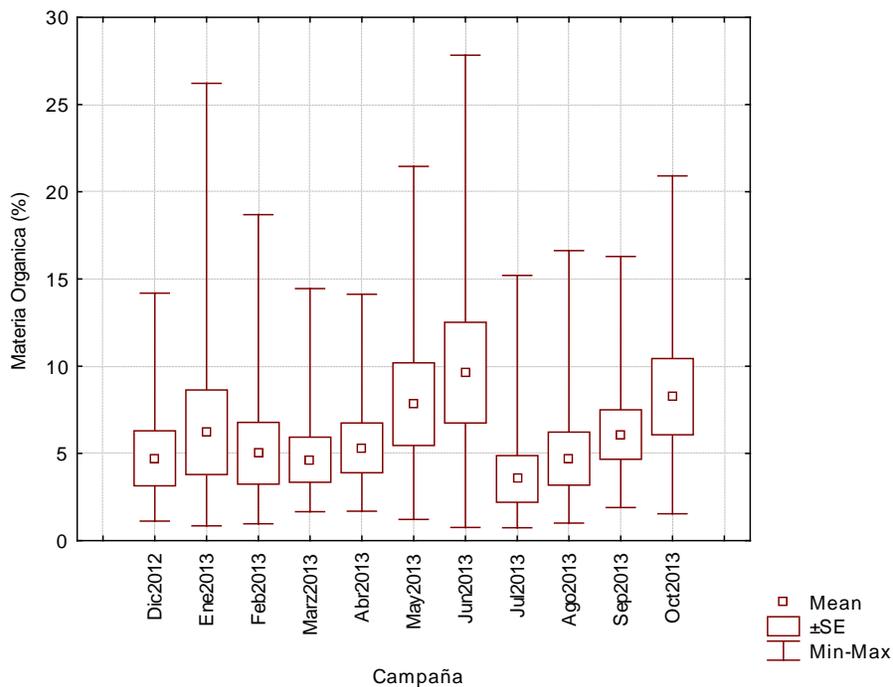


Figura 2.25. Porcentaje de Materia Orgánica en sedimentos sublitoral por campaña, Octubre 2013.

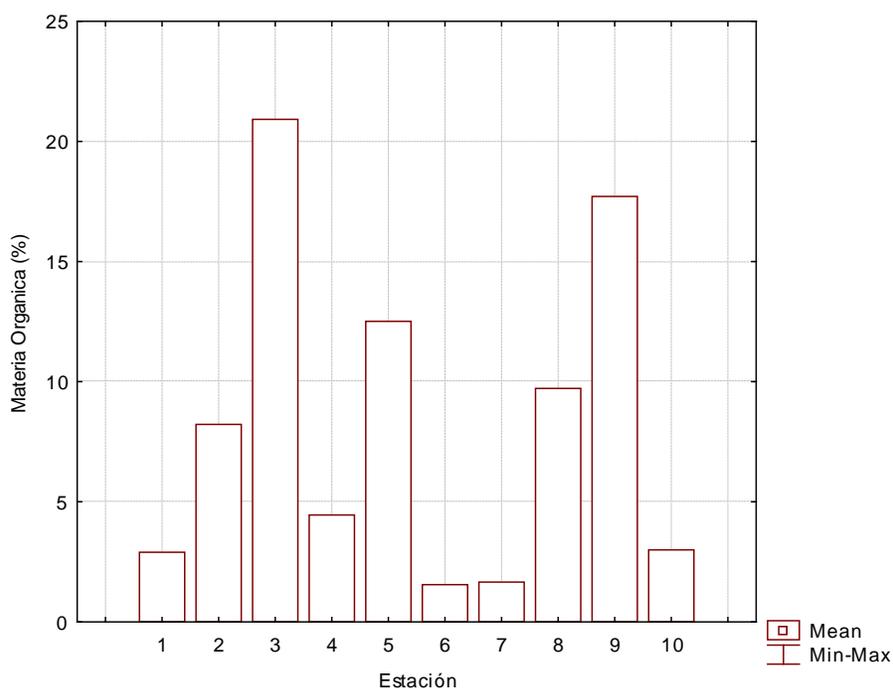


Figura 2.26. Porcentaje de Materia Orgánica en sedimentos sublitoral por estación, Octubre 2013.

b. Cobre

En la **Figura 2.27** se observa la concentración de Cobre de sedimentos sublitoral para las campañas de Diciembre de 2012, y de Enero a Octubre de 2013.

La campaña de Octubre de 2013 presentó una concentración promedio de Cobre de 30,96 mg/Kg (**Tabla 2.7**), en las campañas anteriores se registraron concentraciones entre 17,69 mg/Kg y 31,13 mg/Kg (**Figura 2.27**).

La **Figura 2.28** presenta las concentraciones de Cobre de sedimentos sublitoral para cada estación de la campaña realizada en Octubre de 2013. La Estación 7 presentó la menor concentración (17,47 mg/Kg), y la mayor concentración se registró en la Estación 5 (41,66 mg/Kg) (**Tabla 2.6**), estando por sobre el límite inferior de la directriz de calidad de sedimentos propuesta para CONAMA (22,7 mg/Kg) y sobre el límite inferior de concentración considerado adverso para los poliquetos en Estados Unidos de Norteamérica (34 mg/Kg) (**Tabla 2.7**).

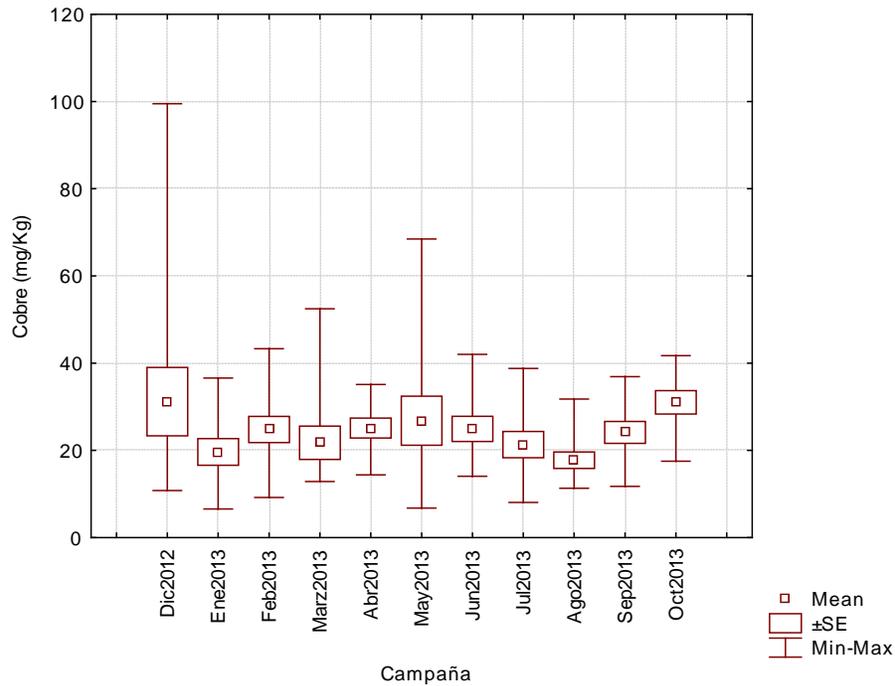


Figura 2.27. Concentración de Cobre en sedimentos sublitoral por campaña, Octubre 2013.

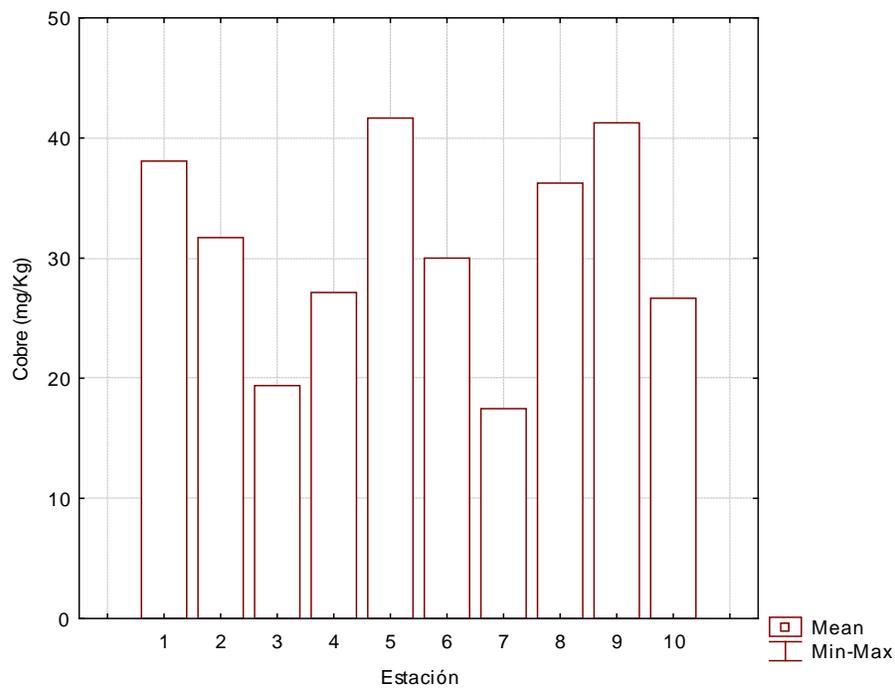


Figura 2.28. Concentración de Cobre en sedimentos sublitoral por estación, Octubre 2013.

c. Hierro

En la **Figura 2.29** se observa la concentración de Hierro de sedimentos sublitoral para las campañas de Diciembre de 2012, y de Enero a Octubre de 2013.

Este parámetro en la campaña de Octubre de 2013 presentó una concentración promedio de 25.775,11 mg/Kg (**Tabla 2.7**), en las campañas anteriores se registraron concentraciones entre 10.687,85 mg/Kg y 30.450,30 mg/Kg.

La **Figura 2.30** presenta la concentración de Hierro de sedimentos sublitoral para cada estación de la campaña realizada en Octubre de 2013. La Estación 3 presentó la menor concentración (18.090,11 mg/Kg), y la mayor concentración se registró en la Estación 1 (31.123,24 mg/Kg) (**Tabla 2.6**).

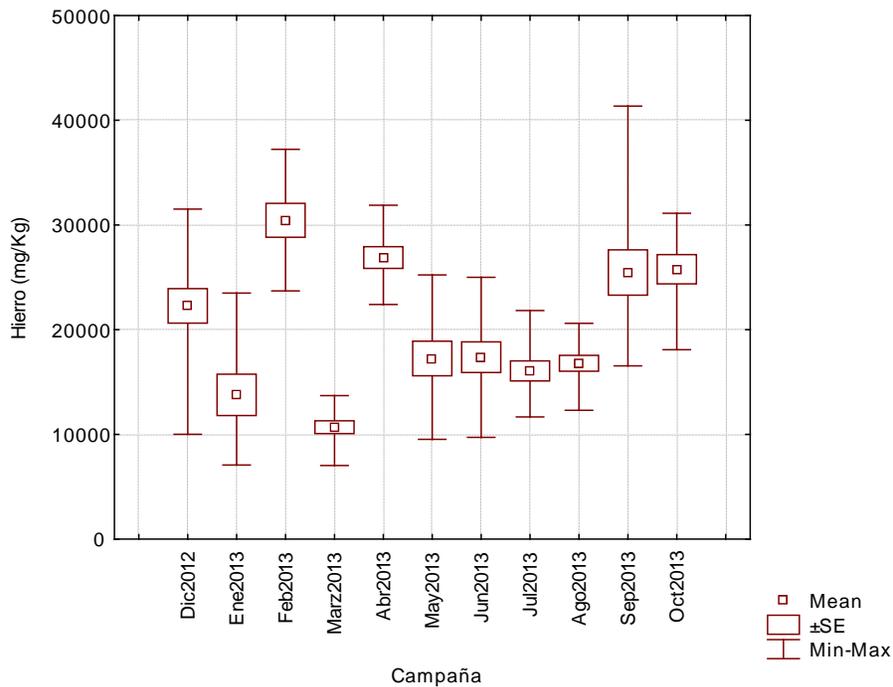


Figura 2.29. Concentración de Hierro en sedimentos sublitoral por campaña, Octubre 2013.

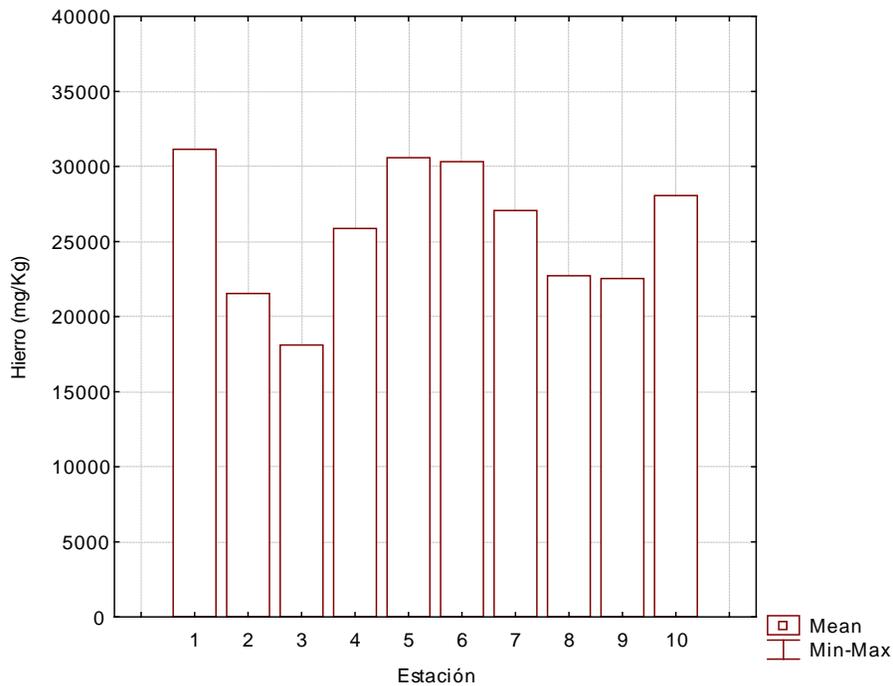


Figura 2.30. Concentración de Hierro en sedimentos sublitoral por estación, Octubre 2013.

d. Sulfatos

En la **Figura 2.31** se observa la concentración de Sulfatos de sedimentos sublitoral para las campañas de Diciembre de 2012, y de Enero a Octubre de 2013.

En la campaña de Octubre de 2013 los Sulfatos registraron una concentración promedio de 0,74 g/Kg (**Tabla 2.7**), en las campañas anteriores se registraron concentraciones entre 0,30 g/Kg y 1,18 g/Kg (**Figura 2.31**).

La **Figura 2.32** presenta la concentración de Sulfatos de sedimentos sublitoral por estación de la campaña realizada en Octubre de 2013. La Estación 7 presentó la menor concentración (0,20 g/Kg), y las Estaciones 5 y 9 las mayores concentraciones con 1,20 g/Kg (**Tabla 2.6**).

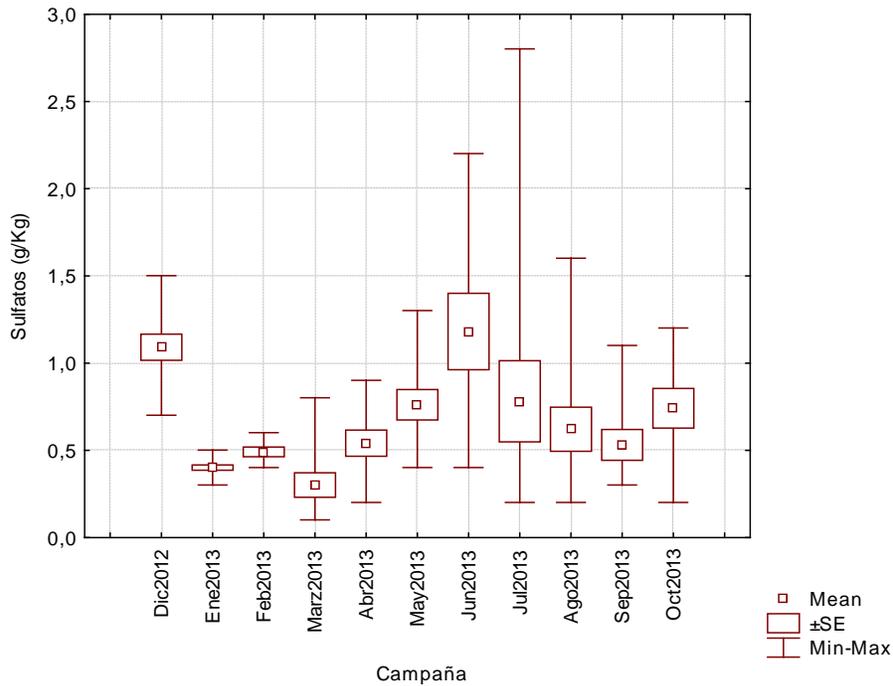


Figura 2.31. Concentración de Sulfatos en sedimentos sublitoral por campaña, Octubre 2013.

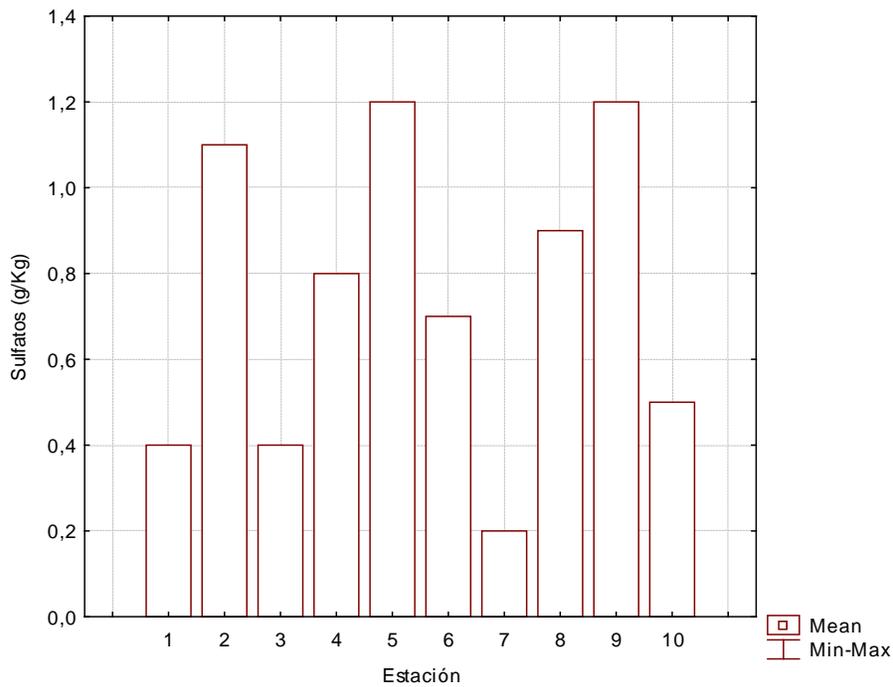


Figura 2.32. Concentración de Sulfatos en sedimentos sublitoral por estación, Octubre 2013.

2.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis de las variables cuantificadas en la columna de agua del área de estudio refleja lo siguiente:

2.4.1. Calidad de Agua

La calidad de agua del área de estudio varió de muy buena calidad hasta en algunos casos regular calidad en dos estaciones para los parámetros de coliformes fecales y totales, esto tomando como referencia la Guía de Calidad propuesta por CONAMA para la evaluación de la calidad de agua marina (Tabla 2.4 de dicho documento) (**Tabla 2.5**). En general todos los parámetros estuvieron dentro de la clase 1, con excepción de los sólidos suspendidos (Clase 2) y los coliformes fecales y totales (clase 3, en dos estaciones), al igual que la campaña de Julio 2013, Agosto y Septiembre del 2013 sigue habiendo una ostensible disminución de la concentración en la presente campaña, comparadas con campañas anteriores a Mayo del 2013.

Algunas variables cuantificadas en el cuerpo de agua no se pudieron comparar, por no contar con límites establecidos o porque sus límites de detección fueron más altos que los propios límites de clases de calidad.

La tabla siguiente resume la situación de cada variable medida en la columna de agua.

| Parámetro | Clase Calidad Guía CONAMA |
|------------------------|---|
| pH | Clase 1 |
| Grasas y Aceites | Clase 1 |
| Cobre | Clase 2, limite de detección elevado |
| Coliformes Fecales | Mayoría de las estaciones Clase 2, tres estaciones clase 3 (estación 2, 5 y 6) leve aumento de las concentraciones con respecto a la campaña de Septiembre 2013 |
| Coliformes Totales | Mayoría de las estaciones Clase 2, tres estaciones clase 3 (estación 2, 5 y 6) leve aumento de las concentraciones con respecto a la campaña de Septiembre 2013 |
| Cloro libre residual | Clase 3, limite de detección elevado |
| Hierro | Sin limites establecidos, concentración bajo el limite de detección |
| Hidrocarburos totales | Clase 1, bajo el limite de detección. |
| Sólidos Sedimentables | Sin limites establecidos, bajo el limite de detección. |
| Sólidos Suspendidos | Todas las estaciones en Clase 2 |
| Sulfatos | Sin limites establecidos |
| Carbono Orgánico Total | Sin limites establecidos |
| Transparencia | Uniforme en todas las estaciones de la bahía y máximo en la estación control |

2.4.2. Calidad de Sedimentos

En la Estación 3 se registró la mayor concentración promedio de Materia Orgánica (20,91 %). Las mayores concentraciones de Cobre (41,66 mg/Kg) y Sulfatos (1,20 g/Kg) se registraron en la Estación 5, además de la Estación 9 para Sulfatos. La mayor concentración de Hierro (31.123,24 mg/Kg) se registró en la Estación 1.

La Estación 6 registró el porcentaje de Materia Orgánica más bajo (1,54 %). Las concentraciones más bajas de los demás parámetros analizados se registraron en la Estación 7 para el Cobre (17,47 mg/Kg) y Sulfatos (0,20 g/Kg), y en la Estación 3 para el Hierro (18.090,11 mg/Kg).

En relación al Cobre, la Estación 5 (41,66 mg/Kg) presentó la mayor concentración, la cual estuvo por sobre el límite inferior de la directriz de calidad de sedimentos propuesta para CONAMA (22,7 mg/Kg) y sobre el límite inferior de concentración considerado adverso para los poliquetos en Estados Unidos de Norteamérica (34 mg/Kg).

Tabla 2.3. Resultados de la cuantificación de variables en la matriz agua de Bahía Coronel, registrados durante la campaña de Octubre 2013.

| Estación | pH | Grasas y Aceites | Cobre | Cloro Libre Residual | Hierro | Hidrocarburos Totales | Sulfatos | Sólidos sedimentables | Sólidos suspendidos | Coliformes Fecales | Coliformes Totales | Carbono Orgánico Total | Transparencia |
|----------|------|------------------|--------|----------------------|--------|-----------------------|----------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------|---------------|
| | (H+) | (mg/L) | (mg/L) | (mg/L) | (mg/L) | (ug/L) | (mg/L) | (mL/L*h) | (ml/L) | (NMP/100 ml)) | (NMP/100 ml)) | (mg/L) | (m) |
| 1 | 8,4 | 3 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 2342 | 0,1 | 37 | 24 | 39 | 4,05 | 2,5 |
| 2 | 8,4 | 2,8 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 1850 | 0,1 | 33 | 49 | 79 | 5,03 | 2 |
| 3 | 8,4 | 4 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 1733 | 0,1 | 48 | 1,8 | 2 | 6,24 | 2 |
| 4 | 8,4 | 2,4 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 2025 | 0,1 | 33 | 13 | 23 | 8,58 | 2,5 |
| 5 | 8,4 | 1,4 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 1567 | 0,1 | 33 | 170 | 350 | 10,15 | 3 |
| 6 | 8,4 | 2,5 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 2025 | 0,1 | 46 | 240 | 240 | 5,94 | 2 |
| 7 | 8,4 | 2,8 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 2617 | 0,1 | 50 | 7,8 | 13 | 4,45 | 2,5 |
| 8 | 8,4 | 2,2 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 2121 | 0,1 | 64 | 1,8 | 4,5 | 10,07 | 2,5 |
| 11 | 8,4 | 1,9 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 2025 | 0,1 | 52 | 4,5 | 14 | 7,19 | 2 |
| 13 | 8,4 | 3 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 2942 | 0,1 | 60 | 22 | 49 | 10,47 | 2,5 |

Tabla 2.4. Resultados de la cuantificación de variables en la matriz agua de la Bahía de Coronel. Promedio y desviación estándar registrados por variable durante la campaña de Octubre 2013.

| Estación | pH | Grasas y Aceites | Cobre | Cloro Libre Residual | Hierro | Hidrocarburos Totales | Sulfatos | Sólidos sedimentables | Sólidos suspendidos | Coliformes Fecales | Coliformes Totales | Carbono Orgánico Total | Transparencia |
|---------------------|------|------------------|--------|----------------------|--------|-----------------------|----------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------|---------------|
| | (H+) | (mg/L) | (mg/L) | (ml*L/h) | (mg/L) | (ug/L) | (mg/L) | (mL/L*h) | (ml/L) | (NMP/100 ml)) | (NMP/100 ml)) | (mg/L) | (m) |
| Promedio | 8,4 | 2,60 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 2124,7 | 0,1 | 45,6 | 53,4 | 81,35 | 7,22 | 2,35 |
| Desviación Estándar | 0 | 0,71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 411,9 | 0 | 11,36 | 82,81 | 117,85 | 2,45 | 0,34 |
| Máximo | 8,4 | 4,0 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 2942 | 0,1 | 64 | 240 | 350 | 10,47 | 3 |
| Mínimo | 8,4 | 1,4 | 0,014 | 0,02 | 0,15 | 1 | 1567 | 0,1 | 33 | 1,8 | 2 | 4,1 | 2 |

Tabla 2.5. Concentraciones de las diferentes clases de la Guía para el Establecimiento de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. CONAMA (Tabla 3)

| | Grasas y Aceites | Coliformes Fecales | Sólidos Suspendidos | Cloro Libre residual | Hidrocarburos totales | Cobre | pH |
|----------------|------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|---------|----------|
| | (mg/L) | (NMP/100 ml) | (mg/L) | (mg/L) | (ug/L) | (ug/L) | Unidad |
| CLASE 1 | <5 | < 2 | <25 | < 0,002 | <20 | < 10 | 7,5--8,5 |
| CLASE 2 | >5 | < 43 | 25--801 | 0,002 – 0,01 | 20-50 | 10 - 50 | 6,5--9,5 |
| CLASE 3 | >10 | < 1000 | 80--400 | 0,01 – 0,1 | 50 – 100 | 50 | 6,0--9,5 |

Clase 1: Muy buena calidad. Indica agua 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 las actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad de agua

Tabla 2.6. Resultados de la cuantificación de variables en la matriz Sedimento de Bahía Coronel, registrados durante la campaña de Octubre 2013.

| Estación | Materia Orgánica | Cobre | Hierro | Sulfatos |
|----------|------------------|---------|-----------|----------|
| | (%) | (mg/Kg) | (mg/Kg) | (g/Kg) |
| 1 | 2,89 | 38,08 | 31.123,24 | 0,40 |
| 2 | 8,21 | 31,71 | 21.521,51 | 1,10 |
| 3 | 20,91 | 19,39 | 18.090,11 | 0,40 |
| 4 | 4,44 | 27,14 | 25.849,29 | 0,80 |
| 5 | 12,50 | 41,66 | 30.564,01 | 1,20 |
| 6 | 1,54 | 30,00 | 30.297,20 | 0,70 |
| 7 | 1,65 | 17,47 | 27.045,95 | 0,20 |
| 8 | 9,71 | 36,25 | 22.700,19 | 0,90 |
| 9 | 17,70 | 41,27 | 22.517,63 | 1,20 |
| 10 | 2,99 | 26,66 | 28.041,99 | 0,50 |

Tabla 2.7. Resultados de la cuantificación de variables en la matriz Sedimento de la Bahía Coronel. Promedio y desviación estándar registrados por variable durante la campaña de Octubre 2013. Además de la tabla de comparación de los resultados con normativa nacional e internacional.

| Estación | Materia Orgánica | Cobre | Hierro | Sulfatos |
|---------------------|------------------|---------|----------|----------|
| | (%) | (mg/Kg) | (mg/Kg) | (g/Kg) |
| Promedio | 8,25 | 30,96 | 25775,11 | 0,74 |
| Desviación Estándar | 7 | 8 | 4422 | 0,36 |
| Máximo | 20,91 | 41,66 | 31123,24 | 1,20 |
| Mínimo | 1,54 | 17,47 | 18090,11 | 0,20 |

| | Cobre |
|--------------------------|---------|
| | (mg/kg) |
| ERL* | 34 |
| ERM* | 270 |
| Límite Inferior** | 22,7 |
| Límite Superior** | 200 |

*= Mac Donald et al. (1996). Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida Coastal Waters. Ecotoxicology 5: 253:278. (ERM: effects range median); (ERL: effects range low).

**= Universidad de Playa Ancha. (2002) Antecedentes Técnico Científicos para la Generación de la Norma de Calidad Secundaria de Sedimentos Marinos y Lacustres. CONAMA. Capítulo 7, Pág 11.

III. BENTOS

3.1. BENTOS LITORAL

3.1.1. INTRODUCCIÓN

Este subcapítulo contiene los resultados de la campaña de Octubre de 2013 y el análisis espacio-temporal, de la composición y caracterización faunística y ecológica de la comunidad macrobentónica litoral, realizado en la zona mareal frente al área donde evacuan los RILes la Central Bocamina, Unidad I y II, sector Lo Rojas, Bahía Coronel, donde se emplaza la Central Termoeléctrica BOCAMINA de la Empresa ENDESA S.A.

Las comunidades bentonitas litorales de playas de arena son estudiadas con el propósito de obtener información del estado de estas asociaciones faunísticas y evaluar posibles efectos de contaminantes, lo que se refleja tanto en la estructura como en la composición de la comunidad macrobentónica.

3.1.2. MATERIALES Y MÉTODOS

La playa arenosa del área se evaluó mediante ocho transectos perpendiculares a la línea de la costa, más dos transectos control, uno al sur de la descarga (estación 1) y uno al norte (estación 10). En cada uno de los transectos se distribuirán de manera equidistante 10 estaciones de muestreo, entre la línea de la marea más alta y la de la marea más baja. La ubicación de cada uno de las transectas se muestra en la **Figura 3.1**.

3.1.2.1. Fauna

En cada uno de los diez transectos de muestreo se determinaron tres líneas paralelas o réplicas, una central (origen) y dos líneas a 3 metros a la derecha e izquierda de la original.

Los niveles de muestreo en cada transecto fueron determinados a partir de la marca de la marea más alta y cada 1 metro, hasta llegar a la zona de rompiente durante la marea más baja del día. En algunas playas se realizó cada 0,5 metros, dependiendo del largo de la playa.

Para la extracción de las muestras se utilizó un *core* de 0,01 m² de superficie, el cual fue enterrado aproximadamente 15 cm en la arena superficial. En cada estación las muestras fueron tomadas y posteriormente guardadas en doble bolsa de polietileno, convenientemente etiquetadas y enviadas al laboratorio analítico. Una vez en el laboratorio, las muestras fueron lavadas con agua y extraída toda la fauna retenida en un tamiz geológico de 1 mm. Los individuos fueron separados e identificados al nivel taxonómico más bajo posible. Los *taxa* de cada muestra fueron contados y pesados con una sensibilidad de 0,1 mg de precisión (peso húmedo luego de 5 minutos de drenado), y preservados en alcohol para su posterior identificación. La estimación de la biomasa se realizó mediante peso húmedo debido al pequeño tamaño alcanzado por la gran mayoría de los *taxa* dominantes en la macroinfauna del área de estudio.

El análisis de clasificación numérica, se realizó utilizando datos transformados a \sqrt{x} y como coeficiente de asociación comunitaria el índice de Bray-Curtis, a través de la estrategia aglomerativa jerárquica de la media no ponderada (UPGMA).

3.1.2.2. Sedimento

Para el análisis de las características sedimentológicas de las estaciones, se tomó una muestra por cada una de las diez estaciones muestreadas.

El análisis granulométrico se efectuó pasando cada muestra de sedimento por una serie de tamices de tamaño de malla entre 4000 y 63 μm . Los datos de porcentaje en peso obtenidos de las distintas fracciones, fueron ingresados al programa GRADISTAT para planilla de cálculo Excel para calcular los siguientes parámetros sedimentarios en la escala phi.

$\phi = (-\log_2 \text{diámetro del grano en mm})$

Media = $(\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}) / 3$

Selección = $[(\phi_{84} - \phi_{16}) / 4] + [(\phi_{95} - \phi_5) / 6,6]$

Asimetría = $[(\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}) / 2(\phi_{84} - \phi_{16})] + [(\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}) / 2(\phi_{95} - \phi_5)]$

En cada una de las estaciones se tomó una muestra para la determinación de la materia orgánica total. Para esto se utilizó la técnica de pérdida de peso por calcinación en una mufla a 550°C, de muestras previamente secadas a 60°C a peso constante (Buchanan 1971).



Figura 3.1. Ubicación de las estaciones de muestreo de bentos litoral en el sector Lo Rojas, Bahía Coronel. Octubre 2013.

3.1.3. RESULTADOS

3.1.3.1. Características sedimentológicas

El tipo de sedimento (basado en la media del tamaño del grano) fluctuó entre estaciones, pasando de arenas medias a arenas gruesas (Tabla 3.1, Figura 3.2). Así resultó ser de arena media para siete transectos y tres transectos de arena gruesa. La asimetría, que es la distribución de los diferentes tamaños de grano en relación a la media, resultó ser muy gruesa para cinco transectos. Gruesa para un transecto, muy fina para dos transectos y simétrico para dos transectos. (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Parámetros granulométricos: media, desviación estándar gráfica inclusiva o selección y asimetría; en donde PS es pobremente seleccionada y MS moderadamente seleccionada. Octubre 2013.

| Est. | Media | Tipo sedimento | Selección | | Asimetría | |
|------|---------|----------------|-----------|----|-----------|------------|
| T1 | 335,21 | Arena Media | 1,80 | MS | 0,08 | Simétrico |
| T2 | 356,74 | Arena Media | 1,79 | MS | 0,14 | Simétrico |
| T3 | 495,66 | Arena Media | 1,98 | MS | 0,31 | Muy Gruesa |
| T4 | 506,42 | Arena Media | 1,99 | MS | 0,30 | Muy Gruesa |
| T5 | 1280,19 | Arena Gruesa | 2,12 | PS | -0,06 | Muy Fina |
| T6 | 475,49 | Arena Media | 1,95 | MS | 0,32 | Muy Gruesa |
| T7 | 500,67 | Arena Media | 1,91 | MS | 0,38 | Muy Gruesa |
| T8 | 558,01 | Arena Media | 1,93 | MS | 0,34 | Muy Gruesa |
| T9 | 941,29 | Arena Guesa | 1,93 | MS | -0,02 | Muy Fina |
| T10 | 653,43 | Arena Guesa | 1,98 | MS | 0,10 | Gruesa |

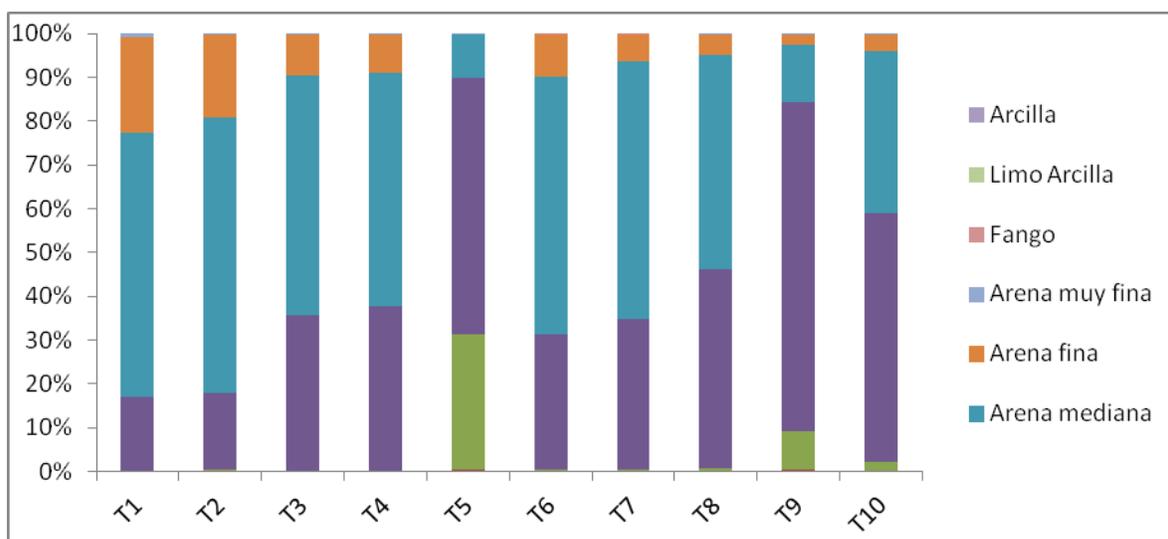


Figura 3.2. Composición del sedimento en los diez transectos litorales de las campañas de monitoreo, Bocamina, Bahía Coronel., Octubre 2013.

3.1.3.2. Caracterización de las comunidades

Las playas arenosas, estudiadas en el sector cercano a la Central Bocamina, estuvieron habitadas por las especies *Emerita análoga*, *Exirolana hiruticauda*, y *Orchestoidea tuberculata*.

La abundancia numérica total, considerando todas las muestras colectadas en los diez transectos, fue de 49 individuos. El transecto T8, al igual que la campaña anterior, presentó la mayor abundancia con un total de 26 individuos que significó el 53,01% de la fauna total del área.

La especie más colectada fue *E. análoga* con un total de 43 individuos para todos los transectos, lo que corresponde al 87,76% del total.

| Especie | Abundancia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------|-----|----|-----|----|-----|----|---|----|---|----|-----|----|---|----|-----|----|-----|-----|-----|-------|-------|
| | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | | T7 | | T8 | | T9 | | T10 | | TOTAL | |
| | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % |
| <i>E.analoga</i> | 1 | 100 | 0 | 0 | 1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100 | 0 | 0 | 22 | 85 | 9 | 100 | 9 | 100 | 43 | 87,76 |
| <i>E.hirsuticauda</i> | 0 | 0 | 2 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 10,20 |
| <i>O.tuberculata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2,04 |
| <i>N.impressa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Total | 1 | 100 | 2 | 100 | 1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100 | 0 | 0 | 26 | 100 | 9 | 100 | 9 | 100 | 49 | 100 |

Tabla 3.2. Abundancia total y porcentaje de las especies presentes en los transectos analizados, Bocamina, Octubre 2013.

| Especie | Biomasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|-----|------|-----|------|-----|------|---|------|---|------|-----|------|---|-------|-------|------|-----|------|-----|-------|-------|
| | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | | T7 | | T8 | | T9 | | T10 | | TOTAL | |
| | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % |
| <i>E.analoga</i> | 0,12 | 100 | 0,00 | 0 | 0,48 | 100 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,60 | 100 | 0,00 | 0 | 23,57 | 98,0 | 7,26 | 100 | 9,68 | 100 | 41,71 | 98,56 |
| <i>E.hirsuticauda</i> | 0,00 | 0 | 0,12 | 100 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,38 | 1,6 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,50 | 1,18 |
| <i>O.tuberculata</i> | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,11 | 0,5 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,11 | 0,26 |
| <i>N.impressa</i> | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 0,12 | 100 | 0,12 | 100 | 0,48 | 100 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,60 | 100 | 0,00 | 0 | 24,06 | 100,0 | 7,26 | 100 | 9,68 | 100 | 42,32 | 100 |

Tabla 3.3. Biomasa total (g) y porcentaje de las especies presentes en los transectos analizados, Bocamina, Octubre 2013

La biomasa total del área estudiada fue de 42.32 g. El transecto T8 presentó la mayor biomasa, con un valor de 24.06 g, lo que corresponde a un 56.85% del total. (**Tabla 3.3**).

En la **Tabla 3.4** se presentan los valores expresados por m² de densidad y biomasa promedio entre las tres líneas de réplica para cada uno de los transectos analizados.

La densidad promedio, estandarizada a m², en cada transecto varió entre un mínimo de 0.0 ind./m² y un máximo de 6.5 ind./m² en T9. (**Figura 3.5**).

Para el parámetro de la biomasa, el promedio en cada transecto fluctuó entre un mínimo de 0.00 g/m² en T5, T6, T7 y un máximo de 6.02 g/m² en T8. (**Figura 3.6**).

Tabla 3.4. Densidad promedio (ind/m²) y Biomasa promedio (g/m²) en los transectos analizados, Bocamina, Octubre 2013.

| Transecto | Densidad (n/m ²) | | Biomasa (g/m ²) | |
|-----------|------------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| | promedio | d.s. | promedio | d.s. |
| T1 | 0,25 | 0,50 | 0,03 | 0,06 |
| T2 | 0,5 | 1,00 | 0,03 | 0,06 |
| T3 | 0,25 | 0,50 | 0,12 | 0,24 |
| T4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T6 | 0,25 | 1 | 0 | 0 |
| T7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T8 | 6,5 | 10,41 | 6,02 | 11,70 |
| T9 | 2,25 | 4,50 | 1,82 | 3,63 |
| T10 | 2,25 | 4,50 | 2,42 | 4,84 |

Para la Materia Orgánica Total % (MOT), se obtuvo porcentajes similares en todas las estaciones. (Figura 3.3).



Figura 3.3. Materia Orgánica Total en los diez transectos litorales de las campañas de monitoreo, Bocamina, Bahía Coronel.

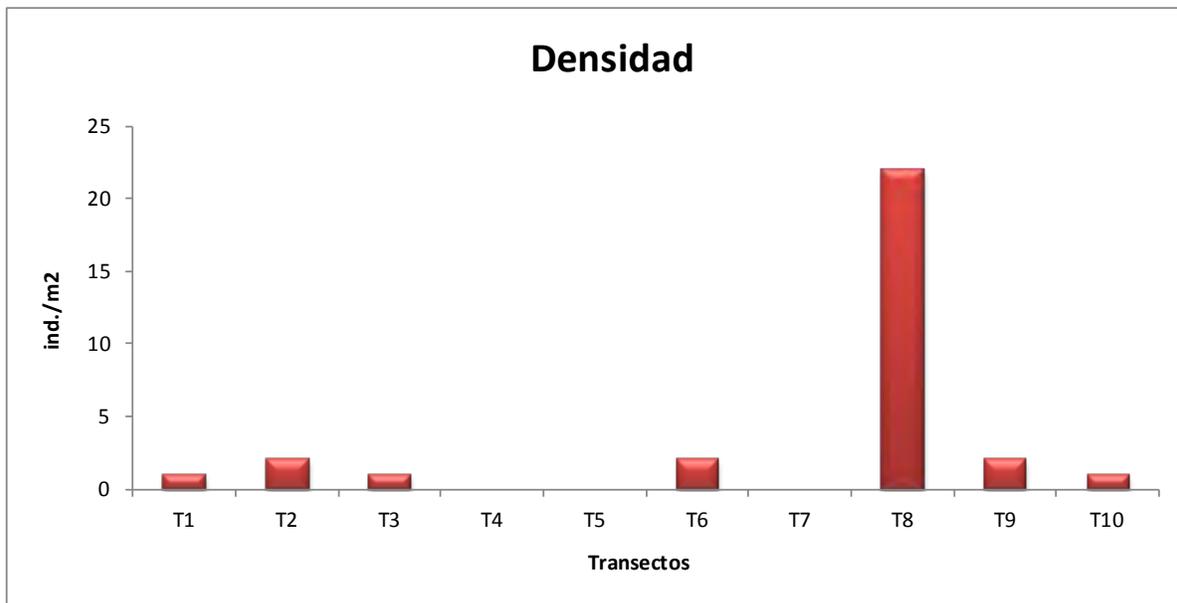


Figura 3.4. Fluctuación de la densidad promedio (ind/m²) en los diez transectos litorales de las campañas de monitoreo, Bocamina, Bahía Coronel.

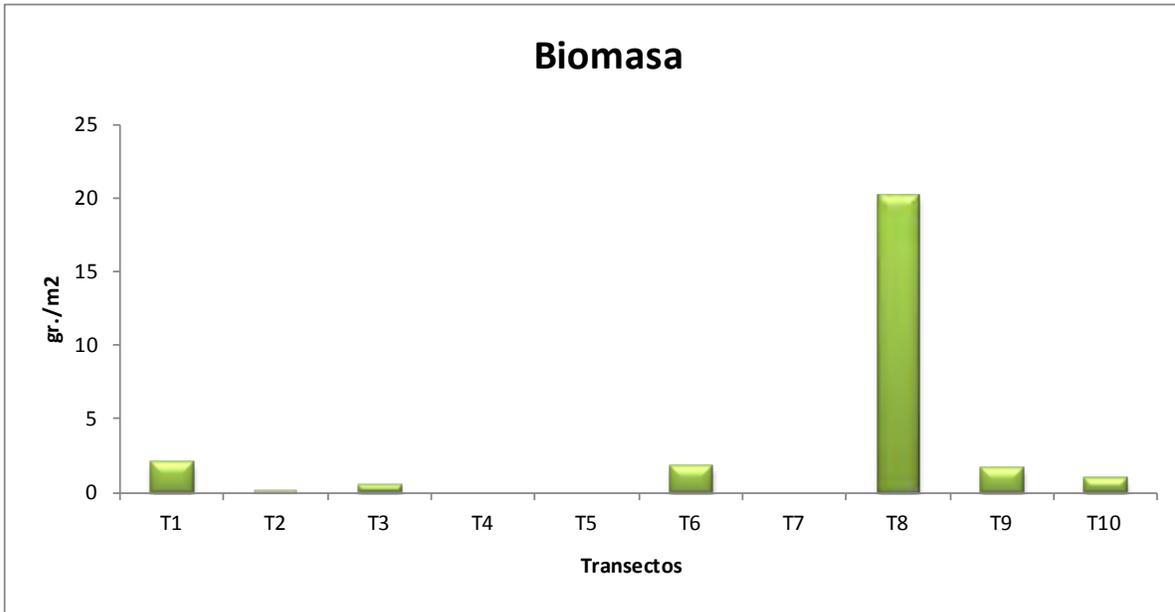


Figura 3.5. Fluctuación de la biomasa promedio (g/m²) en los diez transectos litorales de las campañas de monitoreo, Bocamina, Bahía Coronel.

En la **Tabla 3.5** se presentan los valores de abundancia y biomasa en los diferentes niveles litorales para los diez transectos con sus líneas de réplica. La distribución de las tres especies registradas en el litoral se ajustó nuevamente al patrón observado habitualmente en estas comunidades cuando estas especies se encuentran ocupando el mismo hábitat. Es así como *E. analoga* se distribuyó exclusivamente en los últimos niveles mareales más cercanos a la línea de marea, mientras que la otra especie presente, *O. tuberculata* ocupó la zona media del intermareal. Esta distribución se ajusta al patrón de bandas o franjas faunísticas, caracterizadas cada una por especies diferentes. Este patrón corresponde, al patrón típico descrito para playas arenosas de este tipo.

El bajo número en la abundancia coincide con otros monitoreos en la zona de muestreo aledañas a la bahía de Coronel, en donde es posible encontrar una baja en los números de organismos encontrados.

Tabla 3.5.a Número de individuos y biomasa de las especies, para cada uno de los transectos, por línea o réplica y por nivel intermareal. Octubre 2013.

| | | Transecto 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|
| | | N° de individuos | | | | | | | | | | | | Biomasa (g) | | | | | | | | | | |
| Altura (m) | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | |
| | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,5 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 0,12 | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| total | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 0 |

| | | Transecto 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | N° de Individuos | | | | | | | | | | | | Biomasa, Peso Humedo (g): | | | | | | | | | | |
| Altura (m) | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | |
| | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | 2 | | | | | | | | | | | | 0,12 | | | | | | | | | | |
| total | 0 | 2 | 0 | 0,12 | 0 |

| | | Transecto 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | N° de Individuos | | | | | | | | | | | | Biomasa, Peso Humedo (g): | | | | | | | | | | |
| Altura (m) | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | |
| | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | 1 | | | | | | | | | | | | 0,48 | | | | | | | | | | |
| 3,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| total | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,48 | 0 |

| Transecto 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--|------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Altura (m) | | N° de Individuos | | | | | | | | | | | | Biomasa, Peso Humedo (g): | | | | | | | | | | | |
| | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | Izquierda | | | Origen | | | Derecha | | | | | |
| | | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| total | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 3.5.b Número de individuos y biomasa de las especies, para cada uno de los transectos, por línea o réplica y por nivel intermareal, Coronel. Octubre 2013.

| Transecto 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--|------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Altura (m) | | N° de Individuos | | | | | | | | | | | | Biomasa, Peso Humedo (g): | | | | | | | | | | | |
| | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | Izquierda | | | Origen | | | Derecha | | | | | |
| | | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| total | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Transecto 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Altura (m) | | N° de Individuos | | | | | | | | | | | | Biomasa, Peso Humedo (g): | | | | | | | | | | | |
| | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | Izquierda | | | Origen | | | Derecha | | | | | |
| | | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 1 | | | | | | | | | | | | 0,6 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| total | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Transecto 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--|------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Altura (m) | | N° de Individuos | | | | | | | | | | | | Biomasa, Peso Humedo (g): | | | | | | | | | | | |
| | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | Izquierda | | | Origen | | | Derecha | | | | | |
| | | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| total | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Transecto 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|----------|----------|----------|
| Altura (m) | | N° de Individuos | | | | | | | | | | | | Biomasa, Peso Humedo (g): | | | | | | | | | | | | |
| | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | |
| | | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | 5,95 | | | | | | 0,11 | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 0,12 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | 2 | | | | 3 | | | | | | | 0,26 | | | | 1,53 | | | | |
| 7 | 1 | | | | | | | | | | 2 | | | | 0,68 | | | | | | | 1,34 | | | | |
| 8 | 5 | | | | | | | | | | 1 | | | | 3,55 | | | | | | | 1,88 | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 0,44 | | | | |
| 10 | 2 | | | | | | 5 | | | | 1 | | | | 1,02 | | | | | | 5,41 | 1,77 | | | | |
| total | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 1 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 11,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,41 | 0,38 | 0,11 | 0 | 6,96 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 3.5.c Número de individuos y biomasa de las especies, para cada uno de los transectos, por línea o réplica y por nivel intermareal, Coronel. Octubre 2013.

| Transecto 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|
| Altura (m) | | N° de Individuos | | | | | | | | | | | | Biomasa, Peso Humedo (g): | | | | | | | | | | | | |
| | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | |
| | | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 0,37 | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 1 | | | | | | | | | | 2 | | | | 0,42 | | | | | | | | 0,77 | | | |
| 4 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | 1,28 | | | | | | | | 1,09 | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | 3,33 | | | |
| total | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 1,7 | 0 | 5,56 | 0 | 0 | 0 |

| Transecto 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|
| Altura (m) | | N° de Individuos | | | | | | | | | | | | Biomasa, Peso Humedo (g): | | | | | | | | | | | | |
| | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | Izquierda | | | | Origen | | | | Derecha | | | | |
| | | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | E. a. | E. h. | O. t. | N. i. | |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | 1,8 | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | 3,4 | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 0,33 | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 4,15 | | | |
| total | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,68 | 0 | 0 | 0 |

En la **Tabla 3.6** se presentan los valores de los análisis comunitarios para los diez sectores de las playas analizadas. La riqueza de especies, calculada como el número total de especies por transecto, varió entre 1 y 3. Las diversidades se mantienen en valores inferiores a $H' = 1$ en todos los transectos donde fue posible aplicar estos índices.

Tabla 3.6. Índices comunitarios para los diez transectos litorales de las campañas de monitoreo, Bocamina, Bahía Coronel. Octubre 2013.

| Sample | S | N | d | H' | J' |
|--------|---|---|--------|--------|--------|
| T1 | 1 | 1 | **** | 0 | **** |
| T2 | 1 | 1 | 0 | 0 | **** |
| T3 | 1 | 1 | **** | 0 | **** |
| T4 | 0 | 0 | **** | 0 | **** |
| T5 | 0 | 0 | **** | 0 | **** |
| T6 | 1 | 1 | **** | 0 | **** |
| T7 | 0 | 0 | **** | 0 | **** |
| T8 | 3 | 7 | 0,9977 | 0,8997 | 0,8189 |
| T9 | 1 | 3 | 0 | 0 | **** |
| T10 | 1 | 3 | 0 | 0 | **** |

La **Figura 3.6** entrega los resultados del dendrograma resultante de la clasificación numérica para los diez transectos de playa, basado en los datos de abundancia de las especies presentes. Los transectos se presentan similares en al menos un 8% de similitud. Esto ya que en las playas T4, T5 y T7 no se encontraron individuos. Los transectos T3, T1 y T6 son 100% similares. Lo mismo sucede con los transectos T9 y T10 que resultaron ser 100% similares.

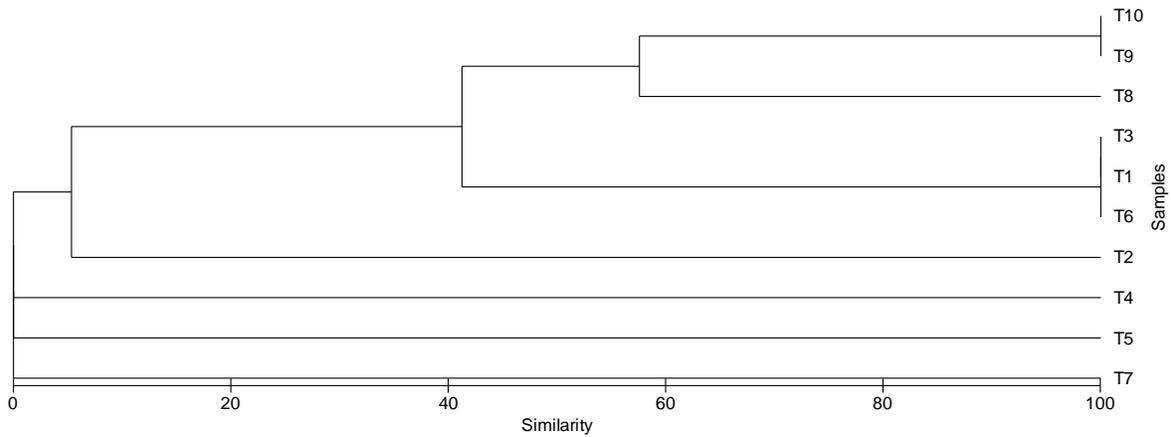


Figura 3.6. Dendrograma resultante del análisis de conglomerado para los diez transectos litorales de las campañas de monitoreo. Bocamina, Bahía Coronel. Octubre 2013.

3.1.4. CONCLUSIÓN

Las características sedimentológicas de las playas adyacentes al emisario fluctuaron entre puntos de muestreo, pasando desde la arena media ha arena gruesa.

La comunidad de macroinfauna estuvo compuesta por un total de tres especies constituidas por *Emerita análoga*, *Excirolana hirticauda* y *Orchestoidea tuberculata*, con una abundancia total de 49 individuos, destacando *Emerita analoga* por presentar el mayor rango de distribución.

La biomasa total del área estudiada fue de 42.32 g. Al igual que lo observado para el caso de la abundancia, la especie *Emerita análoga*, presentó una mayor biomasa (24.06 g.).

La distribución de las especies registradas en el litoral, se ajustó al patrón observado habitualmente en estas comunidades. Es así como *E. analoga* se distribuyó exclusivamente en los últimos niveles mareales más cercanos a la línea de marea. Esta distribución se ajusta al patrón de bandas o franjas faunísticas, caracterizadas cada una por especies diferentes. Este patrón corresponde además, al patrón típico descrito para playas arenosas de este tipo.

El dendrograma resultante de la clasificación numérica para los diez transectos de playa, basado en los datos de abundancia de las especies presentes, mostró que los transectos se diferenciaron al menos un 8 % de similitud respecto a los otros puntos de muestreo. En los transectos T4, T5 y T7 no se encontraron organismos. Los transectos T3, T1 y T6 son 100% similares. También es el caso para los transectos T9 y T10, en donde fue posible encontrar 100% de similitud.

3.2. BENTOS SUBLITORAL

3.2.1 INTRODUCCIÓN

Este subcapítulo contiene los resultados de la campaña de Octubre 2013 y el análisis espacio-temporal, de la composición y caracterización faunística y ecológica de la comunidad macrobentónica sublitoral, realizado en la zona submareal frente al área donde evacúan los RILes la Central Bocamina, Unidad I, sector Lo Rojas, Bahía Coronel, donde se emplaza la Central Termoeléctrica BOCAMINA de la Empresa ENDESA S.A.

3.2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

El crucero de investigación para este estudio se realizó el 08 de Octubre 2013, en una embarcación artesanal y las etapas de laboratorio se efectuaron en las instalaciones del Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano.

Se determinaron nueve estaciones de muestreo en el área de estudio, que corresponde al sector de Bahía Coronel, adyacente a las instalaciones de la empresa ENDESA Chile, Central Bocamina (B-1 – PTPO-2) y una estación de control (B-5), ubicada hacia el sur en la bahía y alejada de las instalaciones de la empresa. En total el estudio incluyó la toma de muestras en diez estaciones. La posición geográfica de las estaciones para la toma de muestras se determinó con un geoposicionador satelital (GPS) marca Garmin modelo 12 CX y la ubicación se observa en la **Figura 3.7**.



Figura 3.7 Ubicación de las estaciones de muestreo de bentos subliterales del Programa de Vigilancia Ambiental Medio Ambiente Marino, Central Térmica Bocamina I y II. Coronel, Octubre 2013.

3.2.2.1 Fauna

En cada una de las diez estaciones, descritas anteriormente, se tomaron tres muestras o réplicas de macroinfauna bentónica usando una draga, con una superficie de mascada de 0,1 m². Posteriormente, las muestras fueron lavadas y tamizadas mediante cedazos de 0,5 mm² de abertura de malla. El residuo fue guardado en bolsas de polietileno y fijadas en formalina al 10%.

Posteriormente, en el laboratorio, se agregó una solución del colorante Rosa de Bengala para facilitar la visualización y separación de los individuos de tallas pequeñas y medianas.

La separación, identificación y recuento de las diferentes especies o *taxa* se realizó con la ayuda de estereomicroscopio y microscopio fotónico. Los individuos de cada taxón fueron contados y pesados. El pesaje se realizó en una balanza analítica, de acuerdo a la metodología general entregada por Crisp (1971).

Con los datos de abundancia y biomasa se realizaron los análisis estadísticos y se calcularon los índices ecológicos pertinentes. Los análisis consistieron principalmente en cálculos de Riqueza de especies, Dominancia, índice de Diversidad de Shannon (H') e Índice de Equidad de Pielou (J')

- a) índice de diversidad específica de Shannon & Weaver *vide* (Pielou 1966):

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

- b) la relación o medida de equidad o uniformidad (Pielou 1966):

$$J' = H' / \ln S$$

Se realizaron análisis de varianza de una vía (ANOVA), con el propósito de evaluar las diferencias entre las estaciones y campañas en los parámetros de abundancia y biomasa (g/0,01 m²), luego de corroborar los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas (pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett).

La diversidad, se comparó entre las estaciones mediante la elaboración de curvas en base a la frecuencia acumulada de la abundancia de las especies presentes en cada estación. Se elaboraron, además, curvas de dominancia tipo RSA (Rank Species Abundance) y curvas de tipo rarefacción para el número esperado de especies por estación.

El análisis de clasificación numérica, se realizó utilizando datos crudos y como coeficiente de asociación comunitaria el índice de Bray-Curtis, a través de la estrategia aglomerativa jerárquica de la media no ponderada (UPGMA).

La ordenación comunitaria, tanto espacial (estaciones de la presente campaña) como temporal (entre campañas), se realizó a través de un análisis de escalación no métrica multidimensional (MDS). Para ello, se empleó la rutina MDS incluida en el programa estadístico STATISTICA (1998) sobre una matriz de correlación con la utilización de la distancia métrica euclidiana.

Además, para cada una de las estaciones se elaboró un análisis de los gráficos o curvas conjuntas de abundancia y biomasa, ABC (Abundance Biomass Curves), que permiten hacer consideraciones sobre el estado tensional de los conjuntos faunísticos bajo estudio (Warwick 1986). De acuerdo a este autor, en comunidades bentónicas no estresadas o contaminadas, la curva de la biomasa yace sobre la de abundancia, en comunidades moderadamente contaminadas las dos curvas aproximadamente coinciden y en comunidades muy alteradas la curva de la abundancia numérica se ubica sobre la de biomasa.

3.2.2.2 Sedimento

Para el análisis de las características sedimentológicas de las estaciones, se tomó una muestra por cada una de las ocho estaciones muestreadas.

El análisis granulométrico se efectuó pasando cada muestra de sedimento por una serie de tamices de tamaño de malla entre 4000 y 63 μm . Los datos de porcentaje en peso obtenidos de las distintas fracciones, fueron ingresados al programa GRADISTAT para planilla de cálculo Excel para calcular los siguientes parámetros sedimentarios en la escala phi.

phi = $(-\log_2 \text{diámetro del grano en mm})$

Media = $(\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}) / 3$

Selección = $[(\phi_{84} - \phi_{16}) / 4] + [(\phi_{95} - \phi_5) / 6,6]$

Asimetría = $[(\phi_{16} + \phi_{84} - 2 \phi_{50}) / 2(\phi_{84} - \phi_{16})] + [(\phi_5 + \phi_{95} - 2 \phi_{50}) / 2(\phi_{95} - \phi_5)]$

En cada una de las estaciones se tomó una muestra para la determinación de la materia orgánica total. Para esto se utilizó la técnica de pérdida de peso por calcinación en una mufla a 550°C, de muestras previamente secadas a 60°C a peso constante (Buchanan 1971).

3.2.3. RESULTADOS

3.2.3.1 Características de los sedimentos

El tipo de sedimento basado en la media del tamaño del grano, fluctuó en las diferentes estaciones entre los rangos de fangos y arena gruesa, con pequeñas proporciones de arena muy gruesa en las estaciones B-6, L-1, L-2 y PTPO-1. Las estaciones B-1, B-2, B-4, B-5, L-2, PTPO-1 y PTPO-2 presentaron en su composición granulométrica las mayores proporciones de arenas muy fina (**Tabla 3.7** y **Figura 3.9**).

La media en el tamaño del grano fluctuó, entre campañas, con rangos entre arenas muy fina y arena fina. Las estaciones presentaron una composición granulométrica similar a la registrada en las campañas anteriores (**Figura 3.10**).

La selección en el tamaño del grano, que representa una medida del grado de desviación estándar del tamaño del grano respecto a la media, señaló, en la campaña actual, sedimento variable desde moderadamente seleccionados a muy bien seleccionados, pasando por sedimentos bien seleccionados (**Figura 3.8**).

La simetría en la distribución de los diferentes tamaños de grano en relación a la media indicó sedimentos variables entre muy fino sesgado a muy grueso sesgado.

Los contenidos de materia orgánica total presentes en el sedimento, se presentó heterogéneo entre estaciones de una misma campaña. El valor más alto se observó en la estación B-3 que registró un 20,91 %, valor muy diferente al registrado en las campañas anteriores para esta estación (**Tabla 3.7**).

Tabla 3.7 Parámetros granulométricos en escala phi (ϕ) de los sedimentos y materia orgánica por campaña de la Bahía Coronel, Campaña Octubre 2013.

| Est. | Media | Tipo sedimento | Selección | | Asimetría | | Diciembre | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre |
|--------|-------|----------------|-----------|-----|-----------|--------------------|-----------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|
| | | | | | | | MOT (%) | | | | | | | | | | |
| B-1 | 3,063 | Arena muy fina | 0,470 | BS | -0,500 | Muy grueso sesgado | 3,02 | 4,47 | 2,48 | 2,06 | 1,81 | 3,61 | 5,37 | 1,55 | 2,17 | 4,52 | 2,89 |
| B-2 | 3,044 | Arena muy fina | 0,497 | BS | -0,470 | Muy grueso sesgado | 3,26 | 3,02 | 9,65 | 4,58 | 8,45 | 1,22 | 3,04 | 1,79 | 9,14 | 10,35 | 8,21 |
| B-3 | 2,906 | Arena fina | 0,414 | BS | -0,068 | Simetrico | 1,83 | 0,85 | 2,42 | 1,67 | 2,74 | 9,67 | 14,43 | 0,74 | 1,48 | 3,34 | 20,91 |
| B-4 | 3,107 | Arena muy fina | 0,293 | MBS | -0,308 | Muy grueso sesgado | 1,12 | 2,5 | 1,20 | 4,02 | 2,20 | 5,51 | 2,91 | 2,17 | 2,7 | 7,14 | 4,44 |
| B-5 | 3,121 | Arena muy fina | 0,738 | MS | -0,408 | Muy grueso sesgado | 2,29 | 1,05 | 2,03 | 9,01 | 6,53 | 6,76 | 5,22 | 3,7 | 1,55 | 2,23 | 12,5 |
| B-6 | 1,145 | Arena media | 0,722 | MS | 0,639 | Muy fino sesgado | 14,02 | 3,89 | 7,61 | 4,08 | 1,99 | 1,6 | 27,83 | 1,81 | 3,38 | 1,9 | 1,54 |
| L-1 | 2,321 | Arena fina | 0,747 | MS | -0,448 | Muy grueso sesgado | 2,21 | 5,28 | 1,80 | 1,66 | 1,69 | 3,25 | 1,6 | 1,21 | 4,73 | 2,85 | 1,65 |
| L-2 | 3,055 | Arena muy fina | 0,509 | MBS | -0,435 | Muy grueso sesgado | 2,65 | 11,73 | 3,27 | 2,48 | 11,11 | 21,02 | 17,11 | 3,51 | 1,01 | 7,56 | 9,71 |
| PTPO-1 | 2,770 | Arena fina | 0,843 | MS | -0,570 | Muy grueso sesgado | 2,62 | 26,22 | 18,69 | 14,45 | 14,13 | 21,46 | 18,07 | 15,21 | 16,63 | 16,29 | 17,7 |
| PTPO-2 | 3,083 | Arena muy fina | 0,305 | MBS | -0,262 | Grueso sesgado | 14,19 | 3,16 | 0,97 | 2,41 | 2,58 | 4,17 | 0,76 | 3,72 | 4,27 | 4,66 | 2,99 |

Dónde: MBS: Muy bien seleccionado; Bs: Bien seleccionado; MS: Moderadamente seleccionado.

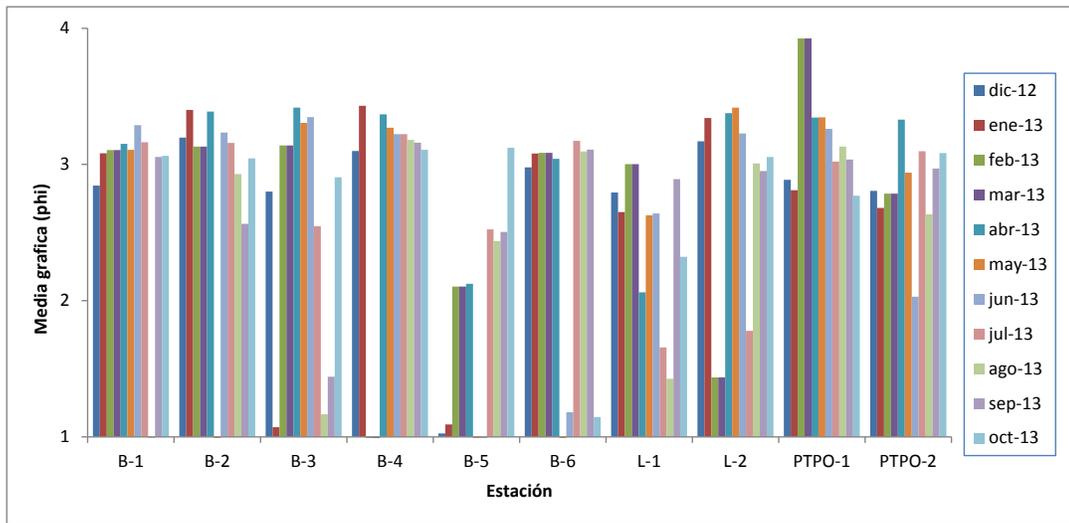


Figura 3.8 Variación temporal del tipo de selección de sedimento, para las estaciones de muestreo de Bahía Coronel.

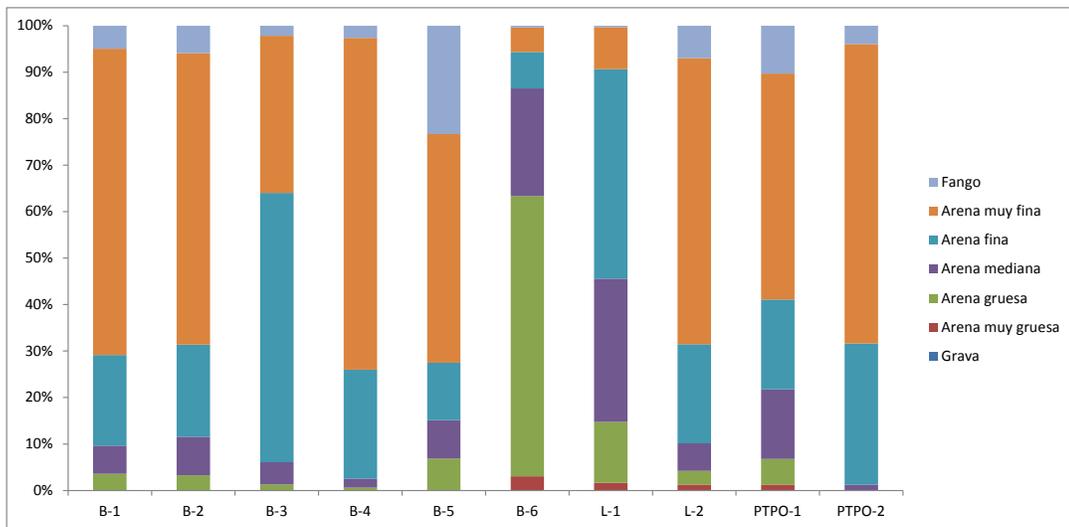


Figura 3.9 Composición del sedimento sublitoral en las estaciones de muestreo. Bahía Coronel, Octubre 2013.

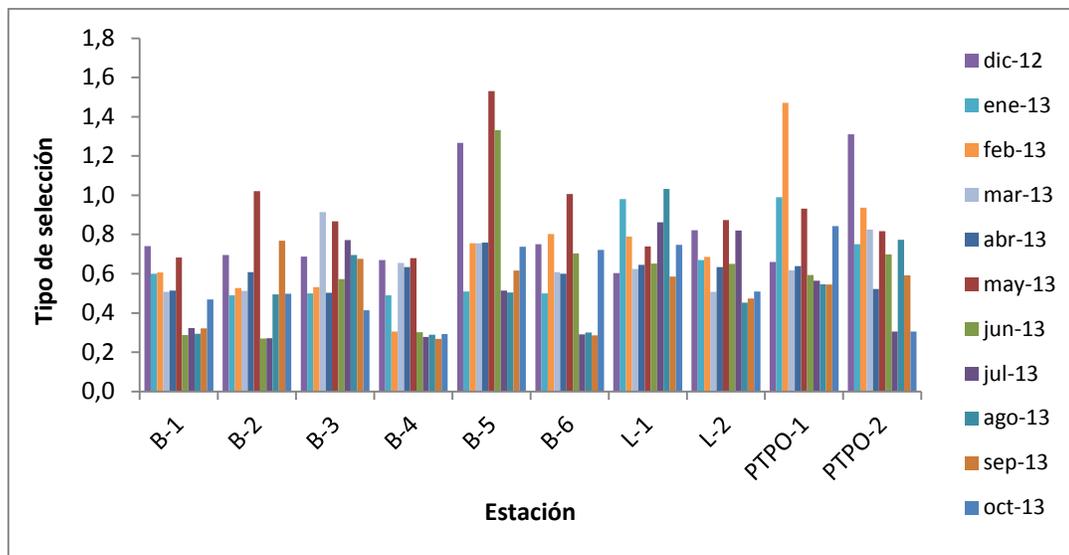


Figura 3.10 Variación temporal de la media gráfica o tipo de sedimento (en escala phi ϕ) para las estaciones de muestreo. Bahía Coronel.

3.2.3.2 Fauna

Una síntesis del número de especies, abundancia y biomasa de los *taxa* y su representación porcentual registrada en la presente campaña de monitoreo en Bahía Coronel, se presentan en la **Tabla 3.8**.

a) Riqueza Taxonómica

La comunidad de macroinfauna de la presente campaña registró valores en promedio superiores a los registrados en la campaña anterior (Septiembre), observándose un total de 37 especies, con una riqueza promedio de $8,40 \pm 2,72$ ind/0,1m², con importantes variaciones entre estaciones. La estación B-5, presentó la mayor riqueza del sector con 12 *taxa*. El mínimo de 4 *taxa* se registró en las estaciones B-2 y L-1 (**Figura 3.11a** y **Figura 3.12a**).

b) Abundancia

La abundancia, al igual que la riqueza, presentó valores superiores a los registrados en la campaña anterior, registrando un promedio de 183,50 ind/0,1m² con una desviación estándar de 99,15 ind/0,1m². El máximo valor de abundancia se registró en la estación B-3 con 343 ind/0,1m², mientras que en la estación L-1 se registró la menor abundancia con 33 ind/0,1m² (**Figura 3.11a** y **Figura 3.12b**).

c) Biomasa

La biomasa total, de la presente campaña, fue levemente superior a la observada en la campaña anterior, registrando 527,7 g con un promedio de 52,77 g y una desviación estándar de 41,36 g. El máximo valor de biomasa (130,85 g) se registró en la estación B-6, mientras que en la estación B-3 se registró el mínimo de 6,59 g (**Figura 3.11b** y **Figura 3.12c**).

Entre los grupos más importantes destacaron, al igual que la campaña anterior, los moluscos que concentraron la mayor proporción de la biomasa total del área con el 79,65 %. Entre los grupos importantes en número de especies, destacó Polychaeta con el 78 % (**Tabla 3.8**).

d) Abundancia relativa

Para este análisis se consideró como especies de importancia numérica las que superan el 10 % de cobertura por punto de muestreo, el resto, inferior a dicho porcentaje, se agrupó en la categoría "Otros *taxa*".

En la presente campaña, destacó la especie *Mulinia edulis* por presentar la mayor distribución del sector encontrándose en 7 de las 10 estaciones muestreadas. (**Figura 3.11c**).

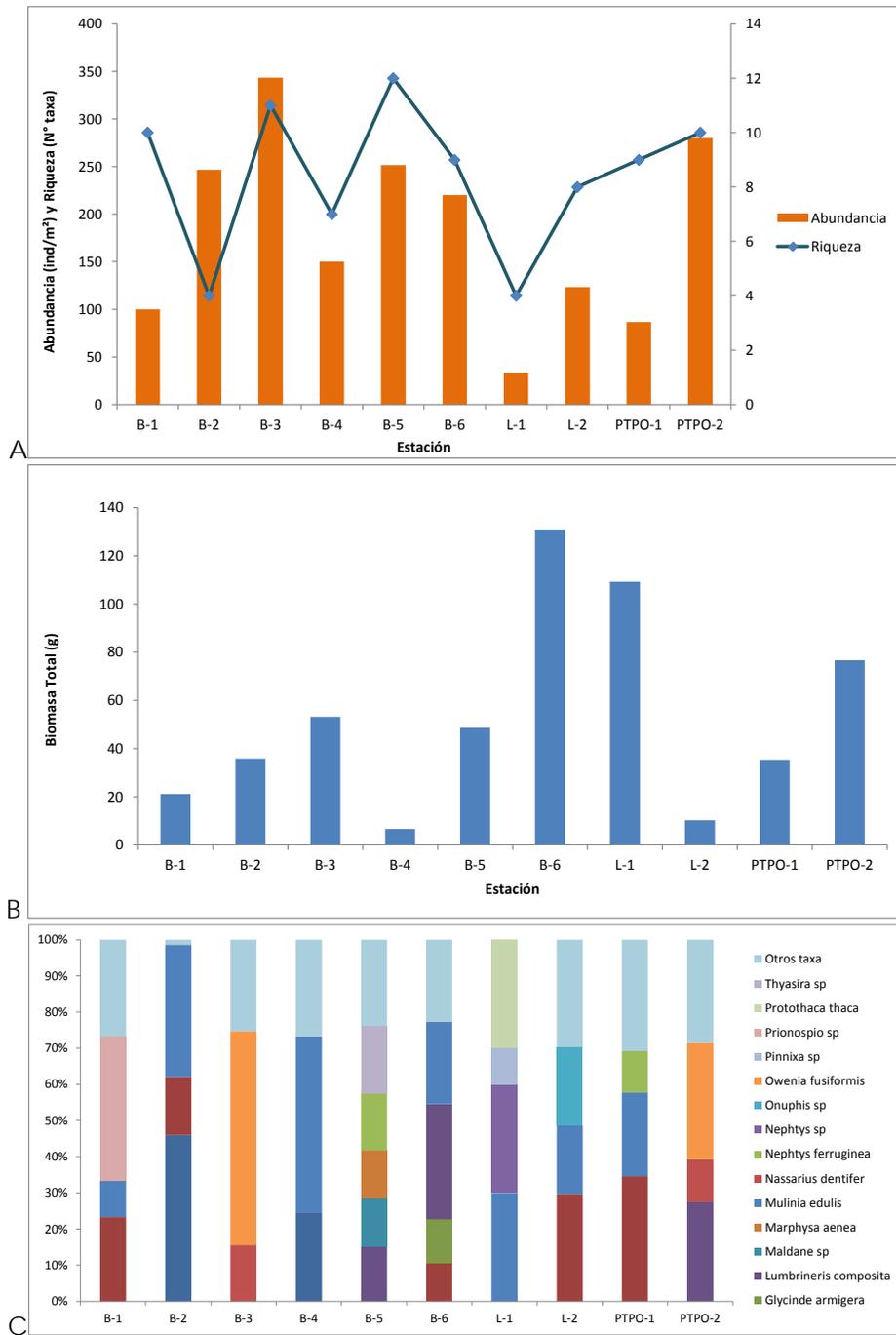


Figura 3.11. Composición de los taxa, abundancia y abundancia relativa de la macrofauna bentónica en la campaña de Bahía Coronel, Octubre 2013.

e) Índice de Diversidad

La diversidad de macroinfauna bentónicas, que considera la riqueza y la uniformidad de la distribución del número de individuos de cada especie (Franco *et al.* 1989), fue superior entre campañas, presentando un promedio de $2,0 \pm 0,4$ Bits (**Tabla 3.9**). La mayor biodiversidad se registró en la estación B-5 con 2,39 Bits, mientras que el mínimo de 1,24 Bits se registró en la estación B-2 (**Figura 3.12d**).

La dominancia específica presentó un promedio de $2,1 \pm 0,6$. La máxima dominancia se registró en la estación B-1 con un $D' = 2,72$. Por otra parte, el mínimo se registró en estación B-2 con un $D' = 0,90$ (**Tabla 3.9**).

La equidad, utilizada como una medida de la distribución de individuos entre especies (Clements & Newman 2011, Newman & Unger 2003), varió entre valores de 0,98 en la estación L-1, indicando una distribución homogénea de especies, y 0,90 en la estación B-2 indicando una distribución heterogénea, dominando la especie *Capitella capitata*, con un promedio entre estaciones de $0,9 \pm 0,03$ (**Tabla 3.9**).

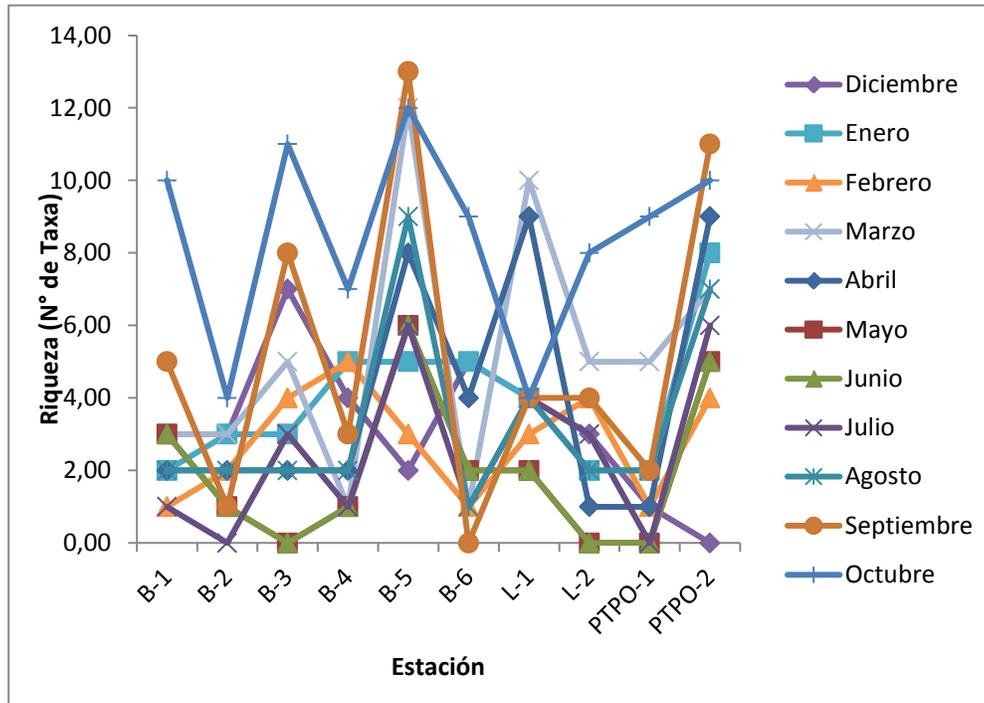
Tabla 3.8 N° de especies, abundancia y biomasa de los taxa y su representación porcentual. Bahía Coronel, Octubre 2013. S: Número de especies; N°: Abundancia; Bm: Biomasa.

| TAXA | S | % | N° | % | Bm | % |
|------------|----|-----|------|-------|---------|-------|
| Polychaeta | 29 | 78 | 4105 | 74,57 | 275,59 | 17,57 |
| Crustacea | 3 | 8 | 50 | 0,91 | 48,72 | 3,11 |
| Mollusca | 4 | 11 | 1320 | 23,98 | 1243,85 | 79,32 |
| Otros | 1 | 3 | 30 | 0,54 | 14,88 | 0,95 |
| | | | | | | |
| TOTAL | 37 | 100 | 5505 | 100 | 1583,04 | 101 |

Tabla 3.9 Parámetros comunitarios por estación: índice de dominancia; índice de diversidad de Shannon (H'); e índice de equidad de Pielou (J').

| | B-1 | B-2 | B-3 | B-4 | B-5 | B-6 | L-1 | L-2 | PTPO-1 | PTPO-2 |
|---------------------|----------------|------|------|------|------|-------|------|------|--------|--------|
| H' | 2,17 | 1,24 | 2,17 | 1,83 | 2,39 | 2,096 | 1,36 | 2,01 | 2,10 | 2,19 |
| Equidad J' | 0,94 | 0,90 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 0,954 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 |
| Dominancia | 2,72 | 0,90 | 2,58 | 1,78 | 2,81 | 2,161 | 1,24 | 2,07 | 2,48 | 2,33 |
| H' Promedio | $2,0 \pm 0,4$ | | | | | | | | | |
| Equidad J' Promedio | $0,9 \pm 0,03$ | | | | | | | | | |
| Dominancia promedio | $2,1 \pm 0,6$ | | | | | | | | | |

A



B

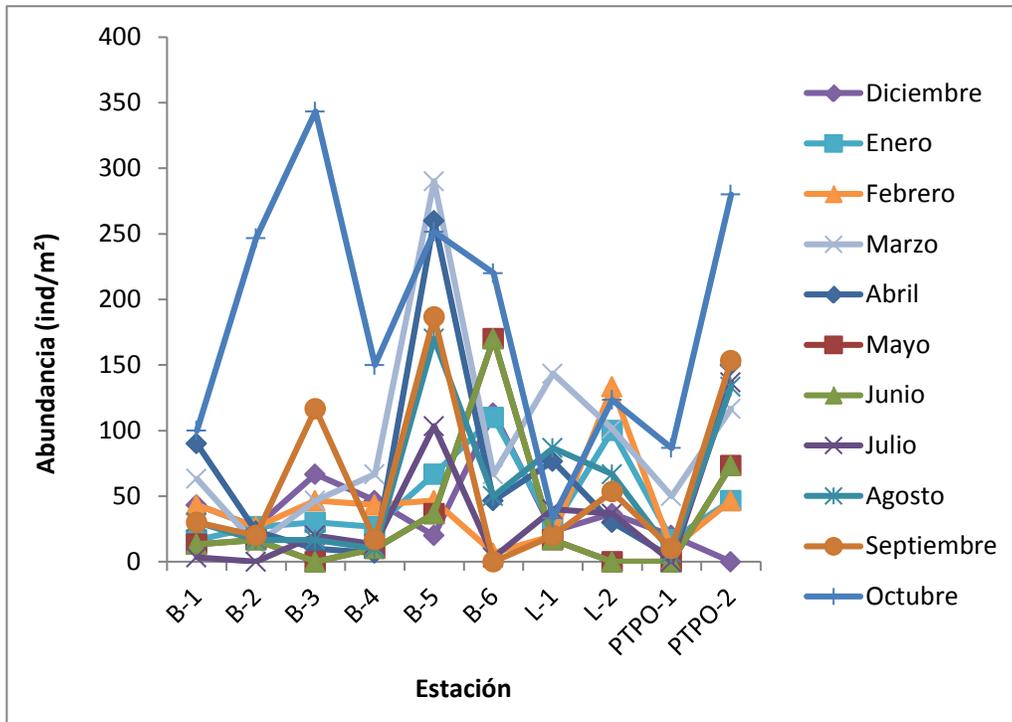
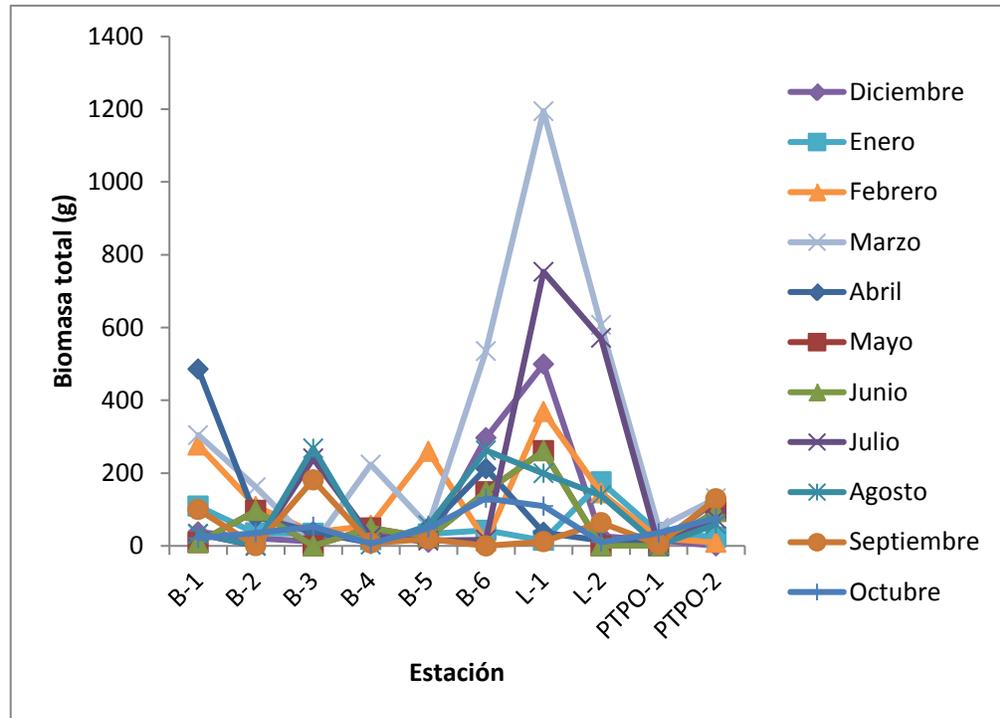


Figura 3.12 (a y b) Composición histórica de los taxa y abundancia de la macroinfauna bentónica en la campaña de Bahía Coronel.

C



D

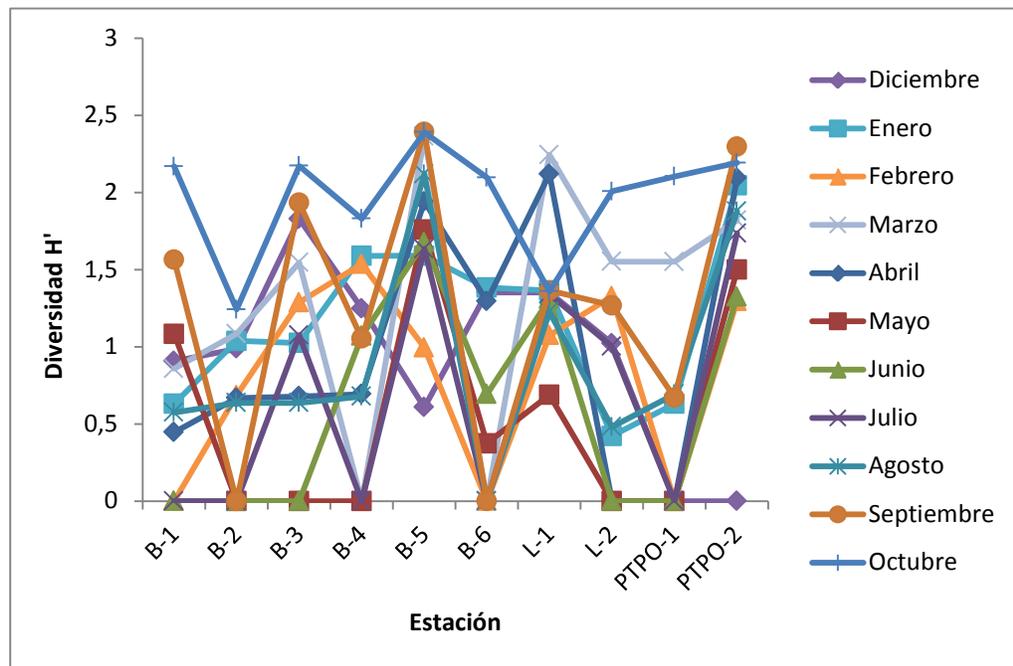


Figura 3.12 (c y d) Composición histórica de los taxa, abundancia, biomasa y diversidad de Shannon (H') de la macroinfauna bentónica en la campaña de Bahía Coronel.

f) Curvas de dominancia

Las curvas de dominancia pueden ser consideradas como un indicador del nivel de alteración ambiental, basado en la presencia de las especies oportunistas que generan altos niveles de dominancia específica en las comunidades.

En la curva de densidad, destacó la estación B-3, por presentar la mayor abundancia registrada en el sector, posiblemente dada por la alta abundancia de la especie *Owenia fusiformis* (Figura 3.13a).

El mayor grado de dominancia específica graficado en las curvas de dominancia RSA, se registró en la estación B-3 con valores por sobre el 55 % (Figura 3.13b).

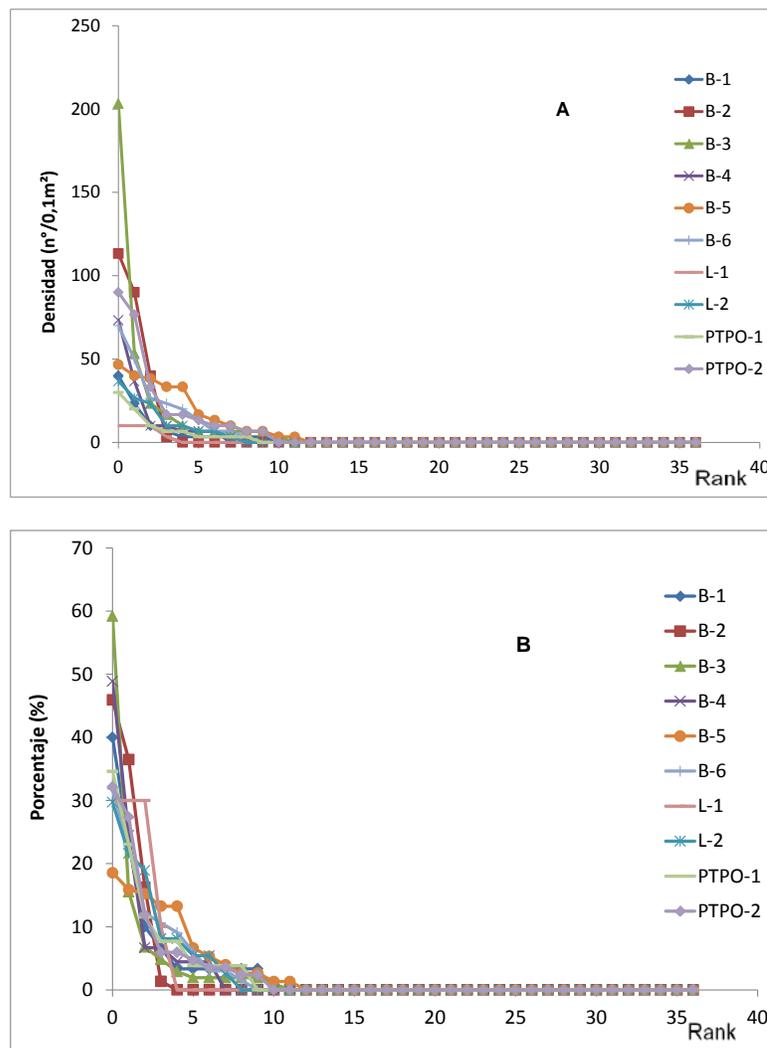


Figura 3.13 A: Curvas de abundancia de las especies en las diez estaciones. B: Curvas de dominancia RSA (Rank Species Abundance) para las estaciones de Bahía Coronel, Octubre 2013.

g) Curvas de frecuencia acumulada

El análisis de las curvas de frecuencia acumulada, permite comparar gráficamente las diversidades en base a la pendiente o inflexión de las curvas, donde el valor máximo de diversidad está dado por la recta entre los vértices opuestos. Las curvas de la mayoría de las estaciones se describieron relativamente cercanas entre sí, destacando la curva control B-5 que se observa levemente desplazada hacia la zona de mayor diversidad, que fue igualmente diferenciada con la mayor diversidad por el índice de Diversidad de Shannon (Figura 3.14).

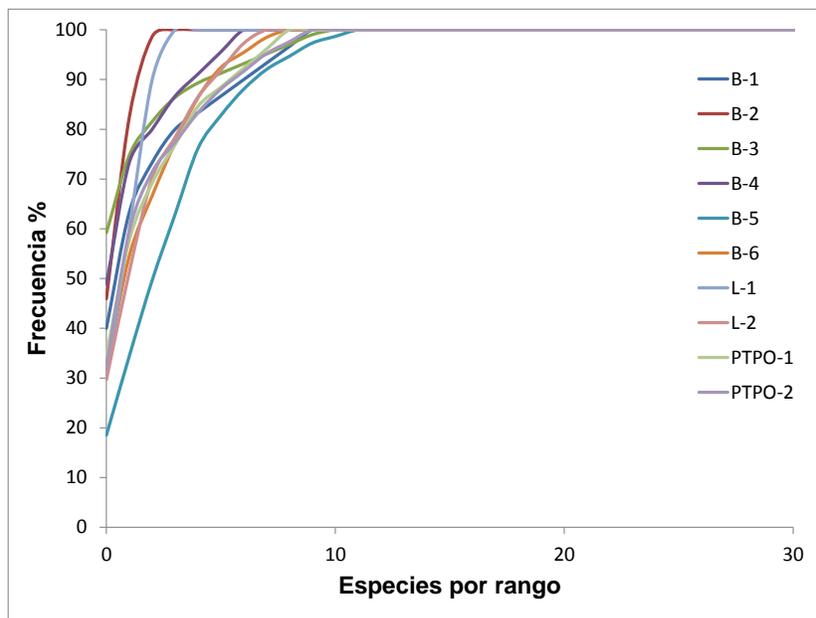


Figura 3.14 Curvas de frecuencia acumulada de la abundancia de especies para las estaciones de Bahía Coronel, Octubre 2013.

h) Curvas de rarefacción

Las curvas de rarefacción para el número esperado de especies, permiten analizar gráficamente las diversidades de una comunidad, basado en las pendientes de las curvas, donde una mayor pendiente señala una mayor diversidad. Al igual que en el caso de las curvas de frecuencia acumulada, la mayoría de las estaciones se distribuyeron de manera similar, diferenciándose la curva de la estación control B-5, desplazada hacia la zona de mayor diversidad, coincidiendo así con los análisis anteriores, relacionado principalmente con su mayor nivel de dominancia específica (Figura 3.15).

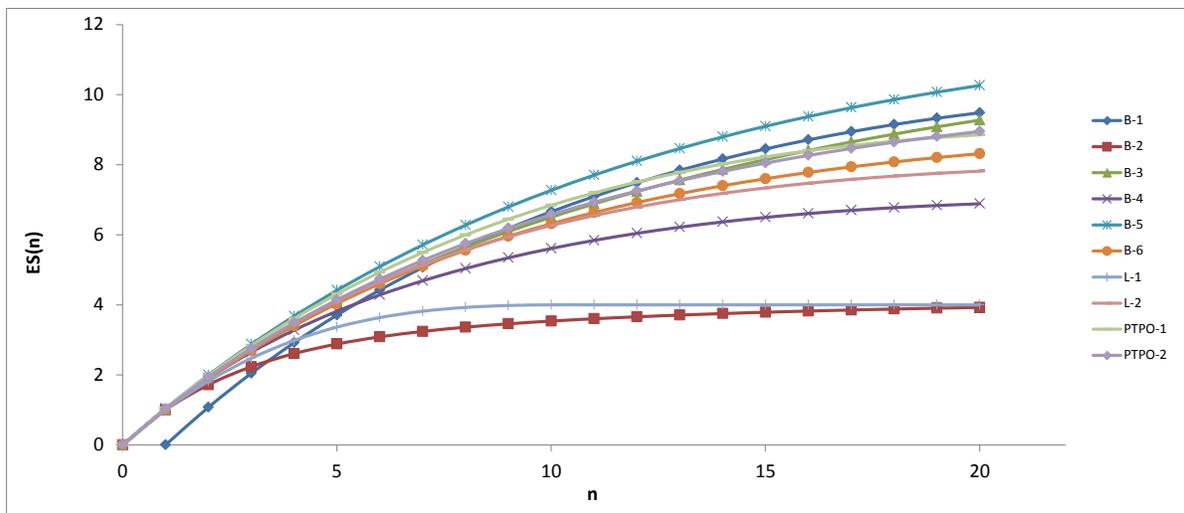


Figura 3.15 Curvas de tipo rarefacción para el número esperado de especies en las estaciones de Bahía Coronel, Octubre 2013.

i) Análisis Estadístico

Dos análisis de varianza (ANDEVA) de una vía, para los parámetros comunitarios de biomasa y abundancia de organismos, permitieron evaluar la tendencia espacial y temporal de los parámetros comunitarios en las estaciones del sector.

No se observó variaciones espaciales significativas para la abundancia ($F: 2,39; p > 0,05$), y el parámetro de biomasa ($F: 1,08; p > 0,05$).

Por otro lado, las diferencias temporales fueron significativas para la abundancia ($F: 13,63; p < 0,05$) y para el parámetro de biomasa ($F: 9,43; p < 0,05$). Una prueba *a posteriori* de Tukey determinó que las diferencias entre abundancias de organismos de cada campaña, está dada principalmente por las campañas de Marzo, Abril y Noviembre del 2012, que se diferenciaron con el resto de las campañas. La misma prueba *a posteriori* determinó que las diferencias entre biomasa de organismos entre campañas está dada principalmente por las campañas de Marzo, Mayo, Junio y Julio del 2012 que se diferencia con el resto de las campañas. Lo anterior sugiere que la abundancia y biomasa presentó cambios entre campañas que produjeron modificaciones en la macroinfauna.

Un análisis de varianza (ANDEVA) de una vía, permitió evaluar la tendencia espacial de las campañas equivalentes (Diciembre 2012-Octubre 2013) en los parámetros comunitarios de abundancia y biomasa.

Así, las diferencias espaciales fueron significativas para el parámetro de abundancia ($F: 2,54; p < 0,05$), no así para el parámetro de biomasa ($F: 1,16; p > 0,05$). Una prueba *a posteriori* de Tukey determinó que las diferencias en las abundancias de organismos de cada estación, está dada principalmente por la estación B-3.

j) Clasificación numérica

El dendrograma, resultante de la clasificación numérica de las diez estaciones, basado en una matriz de similitud de los datos de composición de las especies presentes, diferenció con el menor grado de similitud faunística a la estación L-1 con al menos un 16 % de similitud. Esta diferenciación con el resto de las estaciones de la empresa, se relacionó principalmente con la diferencia en composición de especies dominantes en el área (**Figura 3.16**). Es importante destacar que la estación control(B-5) que registró una similitud de un 19%.

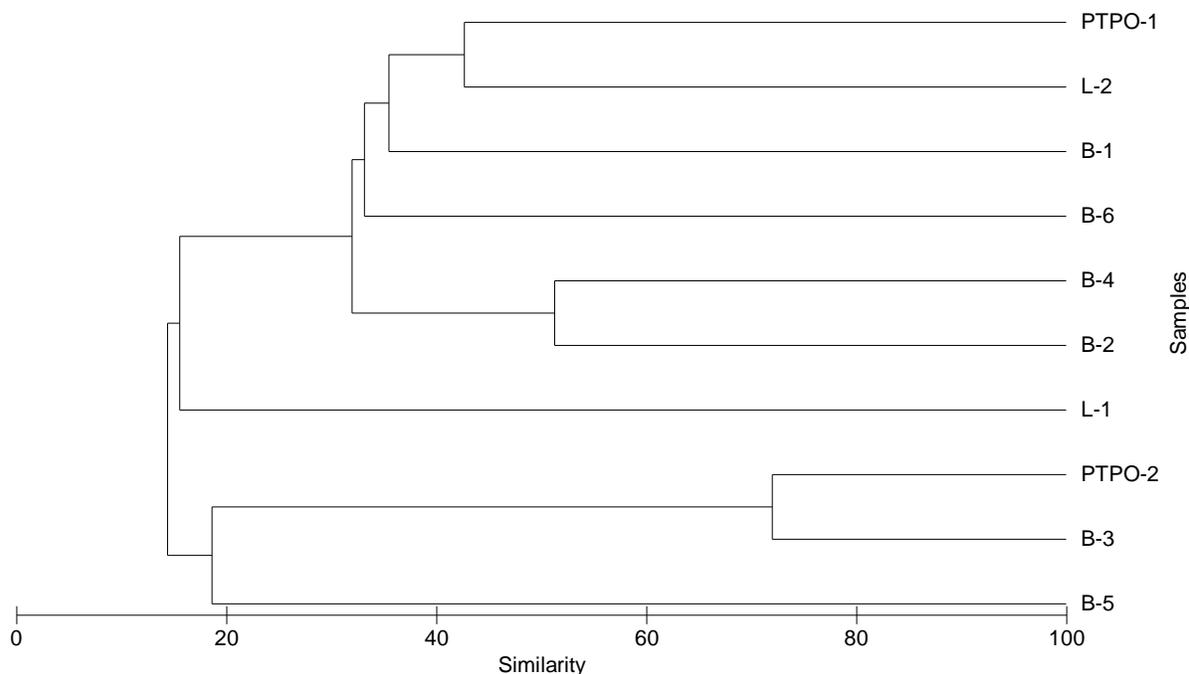


Figura 3.16 Dendrograma resultante del análisis de conglomerado, para cada una de las estaciones bentónicas de Bahía Coronel, Octubre 2013.

k) Ordenación comunitaria.

Se realizó un análisis de multiescalamiento dimensional (MDS) para determinar si existe algún grado de similitud entre las estaciones de muestreo de acuerdo a la composición de sus ensamblajes de macroinfauna, considerando las réplicas que constituyen una muestra compuesta en cada punto de muestreo.

Se observó, que las estaciones son similares en composición de organismos, esto corroborado mediante el análisis ANOSIM, que determinó similitudes entre grupos definida por las estaciones (ANOSIM: $R=0,484$; $p<0,05$). Esto indica un grado de homogeneidad en la composición de toda el área de estudio (**Figura 3.17**).

Los resultados sugieren que entre estaciones existen patrones que generan similares características físicas, químicas y morfológicas, esto permite similitudes en composición de organismos entre puntos de muestreo.

El mismo análisis, se aplicó para determinar si existe algún grado de similitud entre campañas (Marzo 2012 - Octubre 2013) para las mismas estaciones de muestreo de acuerdo a la composición de sus ensambles de macroinfauna, considerando las réplicas que constituyen una muestra compuesta en cada punto de muestreo (**Figura 3.18**).

Se observó, que las campañas son similares en composición de organismos. Esto corroborado por el análisis ANOSIM, que determinó una similitud significativa de grupos definida por las campañas (ANOSIM: $R=0,127$; $p<0,05$). Esto indica un mayor grado de homogeneidad en la composición y abundancia de toda el área de estudio (**Figura 3.12**).

Estos resultados permiten establecer que las similitudes existentes en composición y abundancia de organismos fueron significativa entre campañas. Lo que sugiere que el área de estudio no ha sufrido cambios significativos en el tiempo.

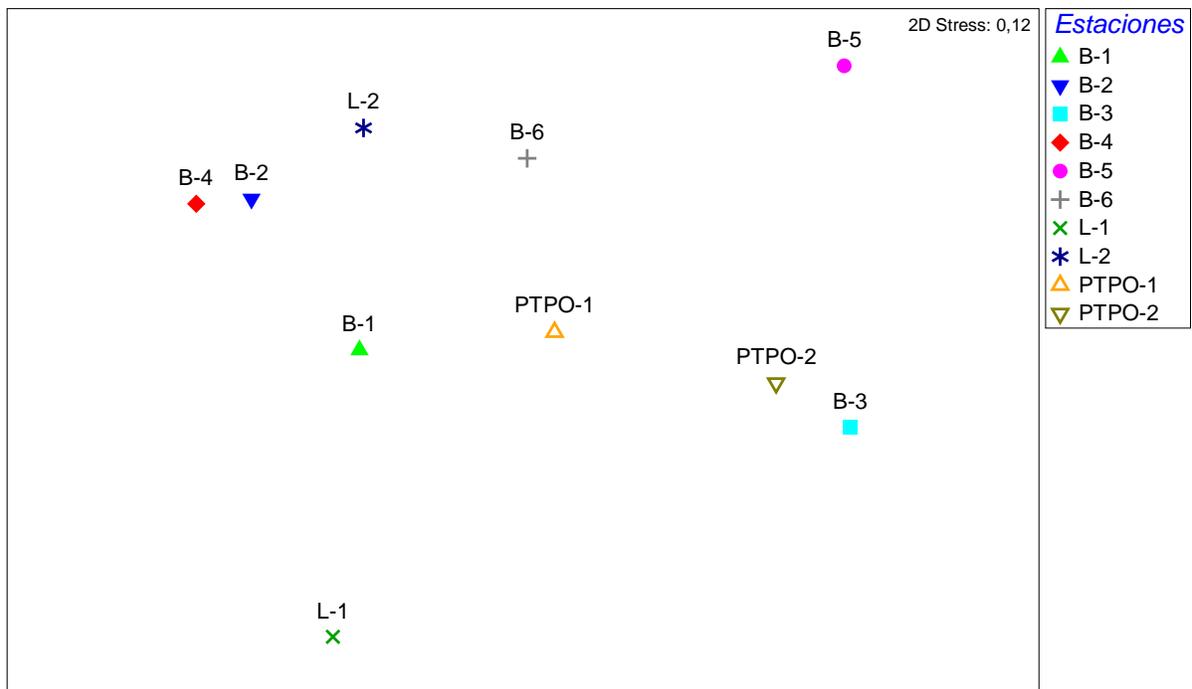


Figura 3.17 Ordenación del análisis de escalación no métrica multidimensional para la composición de especies entre estaciones, Octubre 2013.

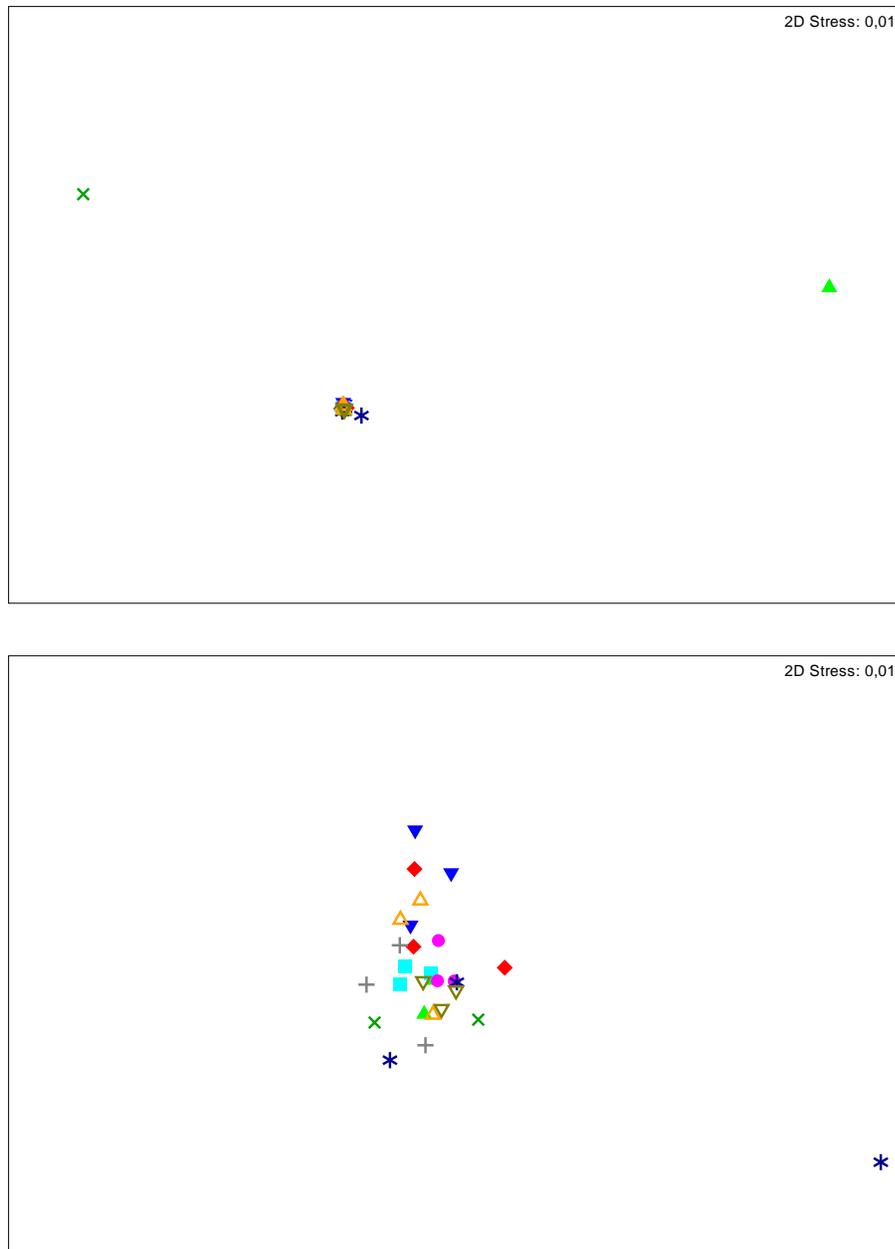


Figura 3.18 Ordenación del análisis de escalación no métrica multidimensional para los datos históricos de la composición de especies. Entre las campañas de Marzo 2012 y Octubre 2013.

I) Curvas de K-dominancia.

Las curvas del tipo "ABC" o de k-dominancia pueden considerarse como un indicador del nivel de perturbación o alteración de un lugar, basado en la relación entre las curvas de abundancia y biomasa de las especies presentes. Los resultados indicaron comunidades bentónicas no perturbadas en todas las estaciones ya que la curva de biomasa se encuentra sobre la curva de abundancia (Figura 3.19).

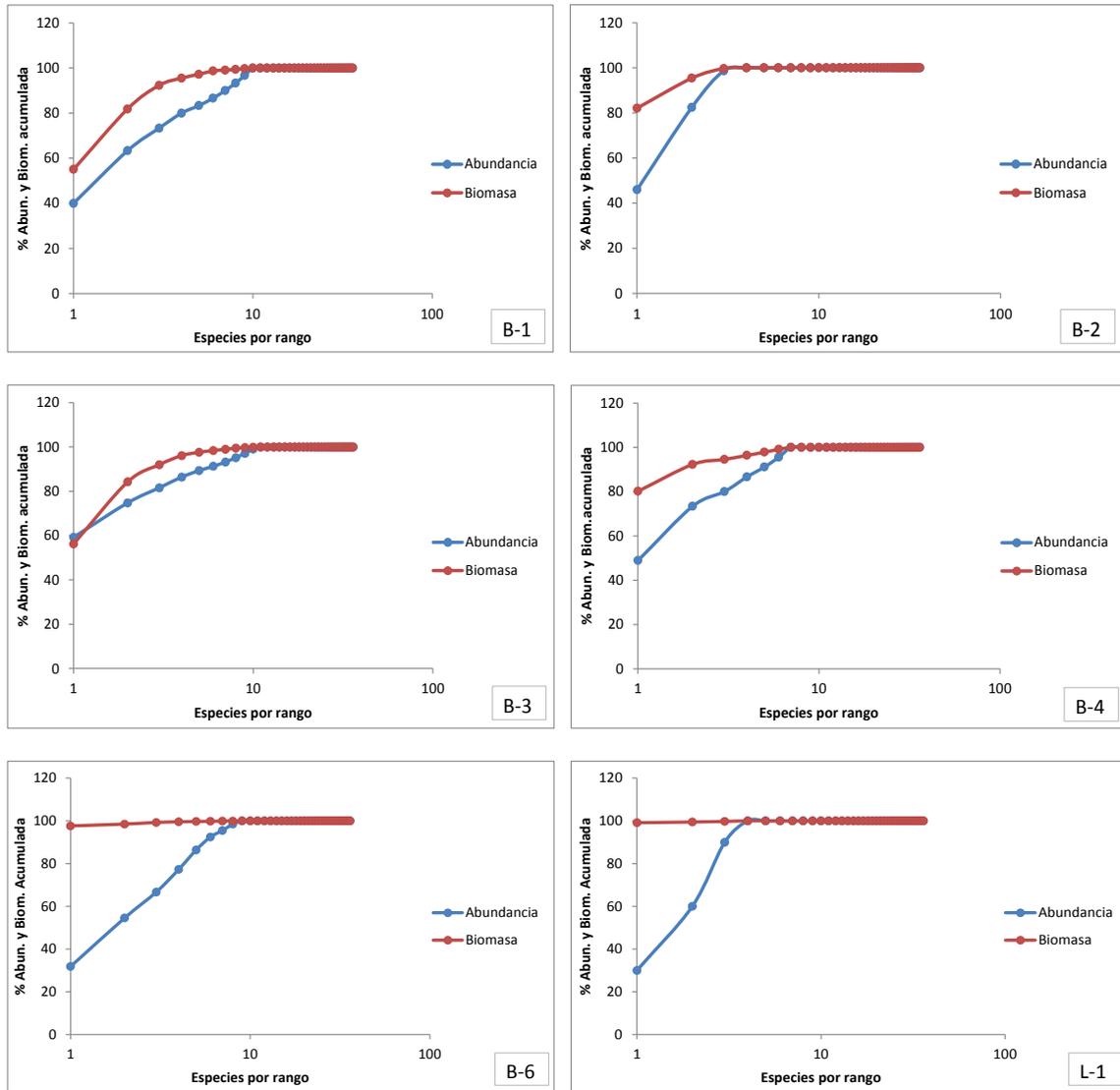


Figura 3.19a Curvas de K-dominancia combinada (ABC), para la abundancia y la biomasa de las estaciones B-1, B-3, B-4, B-6, L-1 y L2 en Bahía Coronel, Octubre 2013.

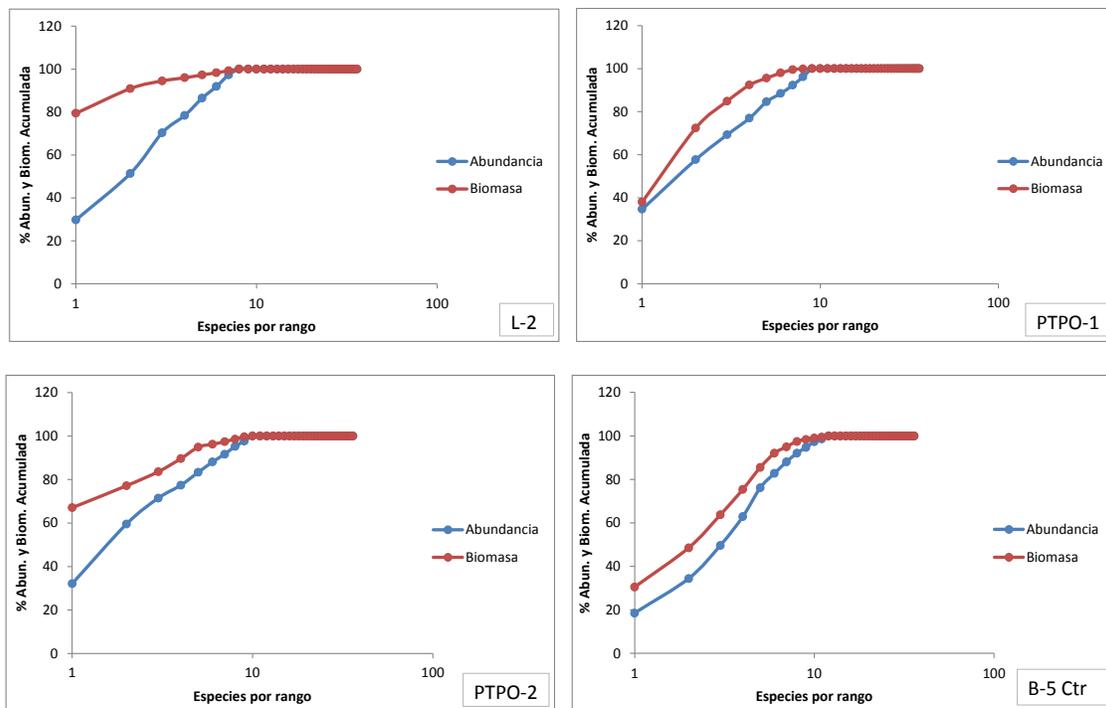


Figura 3.19a Curvas de K-dominancia combinada (ABC), para la abundancia y la biomasa de las estaciones PTPO-2, B-5 Ctr en Bahía Coronel, Octubre 2013.

3.2.4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El sustrato del fondo submareal en el área de estudio fluctuó en las diferentes estaciones entre los rangos de fangos y arena gruesa, con pequeñas proporciones de arena muy gruesa para las estaciones B-6, L-1, L-2 y PTPO-1. Las estaciones B-1, B-2, B-4, B-5, L-2, PTPO-1 y PTPO-2 presentaron en su composición granulométrica las mayores proporciones de arenas muy fina. La media en el tamaño del grano fluctuó, entre campañas, con rangos entre arenas muy fina y arena fina.

La macrofauna bentónica ha sido utilizada ampliamente como indicadores ambientales, además, de responder directamente a los cambios físicos, químicos y biológicos, por esta razón son relevantes en estudios ecosistémicos (Figueroa *et al.* 2003; Giménez 2000; Muñoz 2001).

Como es habitual, los resultados obtenidos en este estudio, indican que los organismos de la comunidad de la macroinfauna bentónica pertenecen, en su mayoría, a la clase Polychaeta (Borange 2010), que se caracterizan por poseer una gran importancia ecológica, ya que pueden comportarse como estabilizadores del medio en que habitan (Andrade & Liñero 1993; Andrade 1994).

En la presente campaña, destacó la especie *Mulinia edulis* por presentar la mayor distribución del sector encontrándose en 7 de las 10 estaciones muestreadas.

Los índices de diversidad, mostraron una distribución de especies homogénea en la mayoría de las estaciones, además de valores similares entre campañas, destacando la estación B-5 por presentar la mayor biodiversidad del sector.

El análisis de varianza (ANDEVA) de una vía, realizado entre las estaciones de muestreo, para los parámetros comunitarios de abundancia y biomasa de organismos, señaló que no hay diferencias espaciales significativas para la abundancia, y el parámetro de biomasa. Esto sugiere que no existen diferencias físicas y químicas entre estaciones que inciden en este parámetro comunitario.

El mismo análisis aplicado para evaluar las diferencias entre campañas determinó que, estas fueron significativas para la abundancia. La prueba *a posteriori* determinó que la diferencia está dada, principalmente, por las campañas de Marzo, Abril y Noviembre del 2012. Por otro lado, se determinó que la biomasa también posee diferencias significativas entre campañas, la prueba *a posteriori* determinó que las diferencias están dadas principalmente por las campañas de Marzo, Mayo, Junio y Julio del 2012. Esto sugiere que existen cambios significativos entre campañas, que producen cambios en la comunidad de la macroinfauna.

La evaluación de la tendencia espacial de las estaciones equivalentes (Diciembre 2012 - Octubre 2013), mostró diferencias significativas en el parámetro comunitario de abundancia. La prueba *a posteriori* de Tukey determinó que las diferencias en las abundancias de organismos, está dada principalmente por las estaciones B-3.

El análisis de similitud, que comparó la composición de la macroinfauna entre estaciones, mostró, similitudes en composición de organismos. Estos resultados sugieren que entre estaciones existen patrones que generan similares características físicas, químicas y morfológicas, permitiendo similitudes en composición y abundancia de organismos entre puntos de muestreo.

El mismo análisis, permitió determinar si existe algún grado de similitud entre campañas (Marzo 2012 - Octubre 2013) estableciendo que las campañas son similares en composición de organismos, no sufriendo variaciones significativas entre una campaña y otra. Lo que sugiere que el área de estudio no ha sufrido cambios significativos en el tiempo.

Los resultados de las curvas de k-dominancia consideradas como un indicador del nivel de perturbación de un lugar, denotan que las comunidades estudiadas en la presente campaña, presentan un bajo nivel de perturbación ambiental en todas las estaciones

Es importante destacar que el análisis de estos fue realizado, como lo sugiere Aderlini & Wear (1992) repetidamente en el tiempo, lo que permitió suministrar una evaluación más exacta de la posible contaminación inducida y/o disturbios físicos y biológicos.

Anexo 3.1: Listado de la densidad (ind/0,1m²) de las especies bentónicas sublitorales.
 Bahía Coronel, Octubre 2013.

| Abundancia | B-1 | | B-2 | | B-3 | | B-4 | | B-5 | | B-6 | | L-1 | | L-2 | | PTPO-1 | | PTPO-2 | | |
|------------------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--|
| | A | % | A | % | A | % | A | % | A | % | A | % | A | % | A | % | A | % | A | % | |
| POLYCHAETA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Abarenicola</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3,33 | 3,85 | | |
| <i>Ampharete kerguelensis</i> | 3,33 | 3,33 | | | | | | | | | | | | | 6,67 | 5,41 | | | | | |
| <i>Aricidea pigmentata</i> | | | | | 6,67 | 1,94 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Boccardia</i> sp | | | | | | | | | | | 13,33 | 6,06 | | | | | | | | | |
| <i>Capitella capitata</i> | | | 113,33 | 45,95 | | | 36,67 | 24,44 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cistenides ehlersi</i> | 3,33 | 3,33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cossura</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | 10,00 | 8,11 | | | | | |
| <i>Diopatra chilensis</i> | 23,33 | 23,33 | 40,00 | 16,22 | 6,67 | 1,94 | | | | | 23,33 | 10,61 | | | 36,67 | 29,73 | 30,00 | 34,62 | 13,33 | 4,76 | |
| <i>Exogone</i> sp | | | | | | | | | | | 20,00 | 9,09 | | | | | | | | | |
| <i>Glycera americana</i> | | | | | 6,67 | 1,94 | | | | | | | | | | | | | 6,67 | 2,38 | |
| <i>Glycinde armigera</i> | 3,33 | 3,33 | | | | | | | | | 26,67 | 12,12 | | | | | | | 6,67 | 2,38 | |
| <i>Goniada</i> sp | | | | | 23,33 | 6,80 | | | | | | | | | | | 6,67 | 7,69 | 16,67 | 5,95 | |
| <i>Haploscoloplos kerguelensis</i> | | | | | 6,67 | 1,94 | 10,00 | 6,67 | | | | | | | | | 3,33 | 3,85 | 16,67 | 5,95 | |
| <i>Lumbrineris composita</i> | | | | | 16,67 | 4,85 | | | 38,33 | 15,23 | 70,00 | 31,82 | | | | | 3,33 | 3,85 | 76,67 | 27,38 | |
| <i>Maldane chilensis</i> | | | | | 6,67 | 1,94 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Maldane</i> sp | | | | | | | | | 33,33 | 13,25 | | | | | | | | | | | |
| <i>Marphysa aenea</i> | | | | | | | | | 33,33 | 13,25 | | | | | | | | | | | |
| <i>Mediomastus</i> sp | 3,33 | 3,33 | | | | | | | | | 3,33 | 1,52 | | | | | | | | | |
| <i>Nephtys ferruginea</i> | | | | | | | | | 40,00 | 15,89 | | | | | | | 10,00 | 11,54 | | | |
| <i>Nephtys</i> sp | | | | | 10,00 | 2,91 | | | | | | | 10,00 | 30,00 | | | | | 10,00 | 3,57 | |
| <i>Ninoe</i> sp | | | | | | | | | | | 6,67 | 3,03 | | | | | | | | | |
| <i>Onuphis</i> sp | | | | | | | 6,67 | 4,44 | | | | | | | 26,67 | 21,62 | | | | | |
| <i>Owenia fusiformis</i> | | | | | 203,33 | 59,22 | | | | | | | | | | | | | 90,00 | 32,14 | |
| <i>Perinereis gualpensis</i> | | | | | 3,33 | 0,97 | | | 16,67 | 6,62 | | | | | 6,67 | 5,41 | 3,33 | 3,85 | | | |
| <i>Prionospio</i> sp | 40,00 | 40,00 | | | | | 10,00 | 6,67 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scolecopsis chilensis</i> | | | | | | | | | 6,67 | 2,65 | | | | | | | | | | | |
| <i>Scoloplos</i> sp | | | | | | | 6,67 | 4,44 | 13,33 | 5,30 | | | | 10,00 | 8,11 | | | | | | |
| <i>Spiophanes bombyx</i> | 3,33 | 3,33 | | | | | 6,67 | 4,44 | 6,67 | 2,65 | | | | | | | | | | | |
| <i>Sthenelais helenae</i> | | | 3,33 | 1,35 | | | | | | | 6,67 | 3,03 | | | 3,33 | 2,70 | | | | | |
| CRUSTACEA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mursia gaudichaudi</i> | | | | | | | | | 3,33 | 1,32 | | | | | | | | | | | |
| <i>Pagurus</i> sp | 6,67 | 6,67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pinnixa</i> sp | | | | | | | | | 3,33 | 1,32 | | | 3,33 | 10,00 | | | | | | | |
| MOLLUSCA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mulinia edulis</i> | 10,00 | 10,00 | 90,00 | 36,49 | | | 73,33 | 48,89 | | | 50,00 | 22,73 | 10,00 | 30,00 | 23,33 | 18,92 | 20,00 | 23,08 | | | |
| <i>Nassarius dentifer</i> | 3,33 | 3,33 | | | 53,33 | 15,53 | | | 10,00 | 3,97 | | | | | | | 6,67 | 7,69 | 33,33 | 11,90 | |
| <i>Protothaca thaca</i> | | | | | | | | | | | | | 10,00 | 30,00 | | | | | | | |
| <i>Thyasira</i> sp | | | | | | | | | 46,67 | 18,54 | | | | | | | | | | | |
| OTROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ophiura</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10,00 | 3,57 | |
| Riqueza | 10 | 4 | 11 | 7 | 12 | 9 | 4 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | | | |
| Abundancia | 100 | 247 | 343 | 150 | 252 | 220 | 33 | 123 | 87 | 280 | | | | | | | | | | | |
| Riqueza Promedio ± DS | 8,40 ± 2,72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abundancia Promedio ± DS | 183,50 ± 99,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 3.2: Listado de la biomasa (g/0,1m²) de las especies bentónicas sublitorales.
 Bahía Coronel, Octubre 2013.

| Biomasa | B-1 | B-2 | B-3 | B-4 | B-5 | B-6 | L-1 | L-2 | PTPO-1 | PTPO-2 |
|------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| POLYCHAETA | | | | | | | | | | |
| <i>Abarenicola sp</i> | | | | | | | | | 4,407 | |
| <i>Ampharete kerguelensis</i> | 0,060 | | | | | | | 0,093 | | |
| <i>Aricidea pigmentata</i> | | | 0,087 | | | | | | | |
| <i>Boccardia sp</i> | | | | | | 0,193 | | | | |
| <i>Capitella capitata</i> | | 4,760 | | 0,797 | | | | | | |
| <i>Cistenides ehlersi</i> | 11,633 | | | | | | | | | |
| <i>Cossura sp</i> | | | | | | | | 0,080 | | |
| <i>Diopatra chilensis</i> | 0,320 | 1,533 | 4,117 | | | 1,113 | | 1,180 | 2,657 | 4,080 |
| <i>Exogone sp</i> | | | | | | 0,103 | | | | |
| <i>Glycera americana</i> | | | 2,197 | | | | | | | 0,930 |
| <i>Glycinde armigera</i> | 0,067 | | | | | 0,400 | | | | 0,923 |
| <i>Goniada sp</i> | | | 0,787 | | | | | | 0,833 | 0,990 |
| <i>Haploscoloplos kerguelensis</i> | | | 0,423 | 0,120 | | | | | 0,120 | 0,817 |
| <i>Lumbrineris composita</i> | | | 0,300 | | 5,683 | 0,993 | | | 1,147 | 4,577 |
| <i>Maldane chilensis</i> | | | 0,077 | | | | | | | |
| <i>Maldane sp</i> | | | | | 0,300 | | | | | |
| <i>Marphysa aenea</i> | | | | | 1,217 | | | | | |
| <i>Mediomastus sp</i> | 0,077 | | | | | 0,080 | | | | |
| <i>Nephtys ferruginea</i> | | | | | 3,187 | | | | 0,553 | |
| <i>Nephtys sp</i> | | | 0,140 | | | | 0,273 | | | 0,243 |
| <i>Ninoe sp</i> | | | | | | 0,073 | | | | |
| <i>Onuphis sp</i> | | | | 0,150 | | | | 0,367 | | |
| <i>Owenia fusiformis</i> | | | 14,913 | | | | | | | 7,740 |
| <i>Perinereis gualpensis</i> | | | 0,263 | | 1,423 | | | 0,133 | 0,050 | |
| <i>Prionospio sp</i> | 0,350 | | | 0,083 | | | | | | |
| <i>Scolecopsis chilensis</i> | | | | | 0,453 | | | | | |
| <i>Scoloplos sp</i> | | | | 0,097 | 0,247 | | | 0,107 | | |
| <i>Spiophanes bombyx</i> | 0,067 | | | 0,060 | 0,227 | | | | | |
| <i>Sthenelais helenae</i> | | 0,113 | | | | 0,127 | | 0,153 | | |
| CRUSTACEA | | | | | | | | | | |
| <i>Mursia gaudichaudi</i> | | | | | 8,793 | | | | | |
| <i>Pagurus sp</i> | 2,217 | | | | | | | | | |
| <i>Pinnixa sp</i> | | | | | 4,897 | | 0,333 | | | |
| MOLLUSCA | | | | | | | | | | |
| <i>Mulinia edulis</i> | 0,683 | 29,413 | | 5,280 | | 127,767 | 108,233 | 8,140 | 13,423 | |
| <i>Nassarius dentifer</i> | 5,663 | | 29,900 | | 14,833 | | | | 12,173 | 51,390 |
| <i>Protothaca thaca</i> | | | | | | | 0,327 | | | |
| <i>Thyasira sp</i> | | | | | 7,390 | | | | | |
| OTROS | | | | | | | | | | |
| <i>Ophiura sp</i> | | | | | | | | | | 4,960 |
| Biomasa | 21,14 | 35,82 | 53,20 | 6,59 | 48,65 | 130,85 | 109,17 | 10,25 | 35,36 | 76,65 |
| Biomasa Total | 527,7 | | | | | | | | | |
| Biomasa Promedio | 52,77 ± 41,36 | | | | | | | | | |

IV. HIDROGRAFÍA

4.1. INTRODUCCIÓN

Este documento entrega la descripción de las condiciones hidrográficas presentes en el sector norte de la Bahía de Coronel, para el día 08 de Octubre de 2013, a partir del análisis de la distribución espacial (horizontal y vertical) de las variables: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad ($\sigma\text{-t}$), concentración de oxígeno disuelto (ml L^{-1}) y clorofila a (mg m^{-3}).

La zona costera de la región del Biobío presenta características de excepción asociadas entre otros factores a la existencia de un sistema de bahías (e.g., bahías Coliumo, Concepción, San Vicente, golfo de Arauco), la presencia de una amplia plataforma continental, cañones submarinos que interrumpen la continuidad de la plataforma, un activo centro de surgencia, y la existencia de importantes aportes de aguas continentales por descargas fluviales (Ahumada, 1989, Montes & Quiñones 1999, Faúndez et al. 2001). Las características propias de cada bahía, como lo son la batimetría, la forma de la costa, exposición al viento, aporte de agua dulce, en conjunto con factores externos (e.g., viento sinóptico, corrientes costeras de plataforma) y la surgencia costera, le confieren particularidades a cada uno de estos cuerpos de agua, los que directa o indirectamente afectan las distribuciones de temperatura, salinidad y la circulación costera de estas áreas, principalmente en el marco de fluctuaciones diarias y estacionales (Ahumada 1989, Sobarzo et al. 1993).

La Bahía de Coronel está ubicada en el lado oriental del Golfo de Arauco, en las coordenadas $37^{\circ}02'S$ y $73^{\circ}10'W$ evidenciando una orientación hacia el SW. Sus límites son Punta Puchoco y Punta Cuervos (**Figura 4.1**). Las características hidrográficas de Bahía de Coronel presentan una gran influencia de las aguas del Golfo de Arauco, las que están afectadas por la surgencia costera y los ríos que desembocan en las riberas del golfo.

El presente estudio corresponde a la décima primera Campaña del Programa de Monitoreo Marino que el Instituto de Investigación Pesquera realiza a la empresa ENDESA S.A., considerando el área de influencia de la Central Termoeléctrica Bocamina I y II, respondiendo a la caracterización de las condiciones hidrográficas de este cuerpo de agua, siendo éste un antecedente relevante en la determinación del estado de la columna de agua y su relación con la distribución de compuestos de diverso origen (natural y/o antrópico), y servirá de complemento con otras variables para construir una visión integrada de las condiciones ambientales de Bahía Coronel.

4.2. METODOLOGÍA

La actividad de muestreo oceanográfico en la Bahía de Coronel, se efectuó el día 08 de Octubre de 2013, a bordo de una embarcación menor (Lancha artesanal La Reina del Mar), en el sector denominado Lo Rojas, situado en el lado norte de la bahía, un sector de uso múltiple caracterizado por la presencia de industrias pesqueras, terminales marítimos (muelles Puchoco, Chollín y Jureles de Compañía Portuaria Cabo Froward) y Endesa (Central Bocamina).

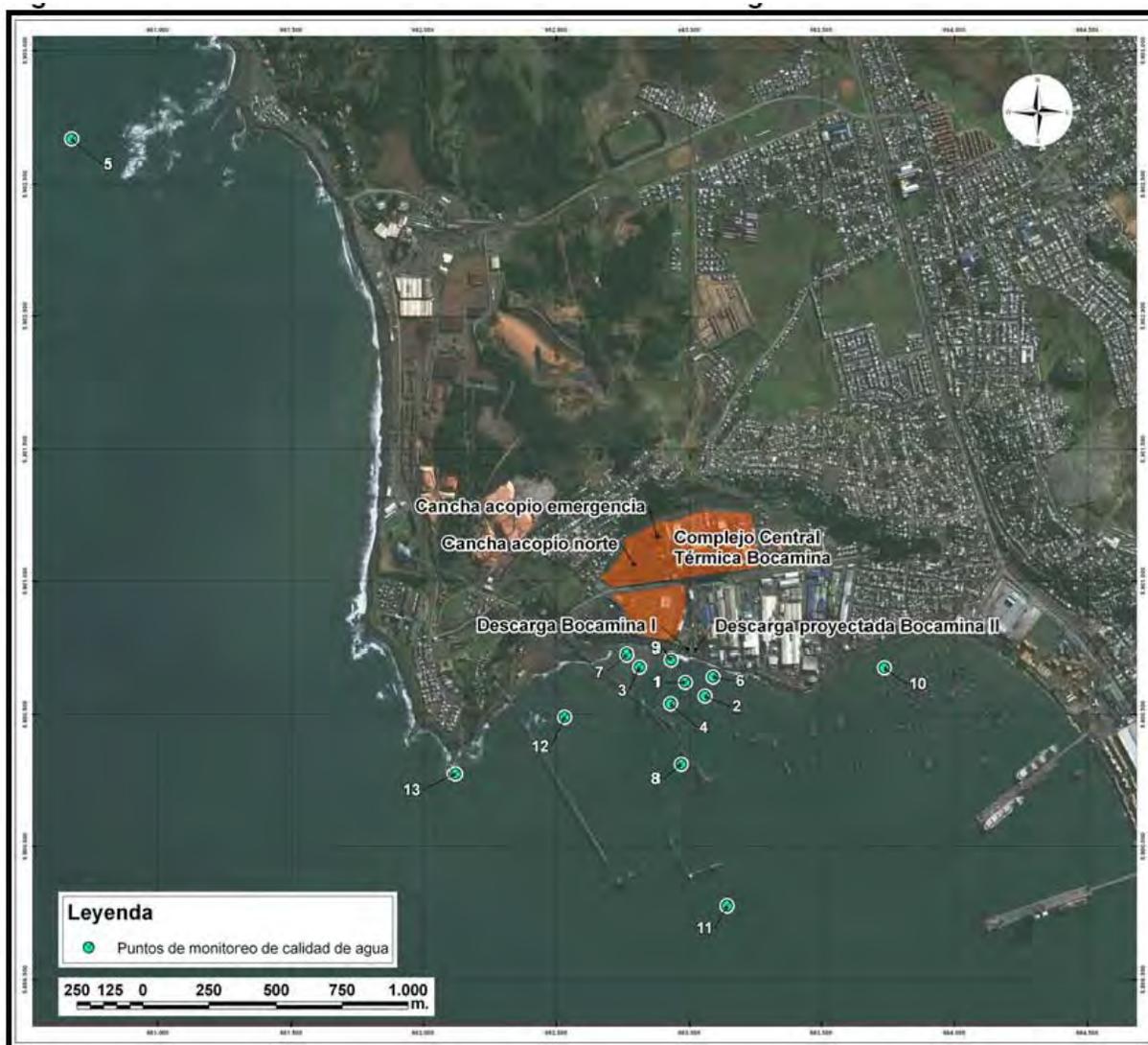
El programa de muestreo consideró un total de doce estaciones hidrográficas (**Tabla 4.1, Figura 4.1**), además de una estación de referencia o control, situada aproximadamente a 4 km al NNW del área de evaluación, frente al sector de caleta Maule. En cada una de las estaciones señaladas, se realizaron lances oceanográficos abarcando toda la columna de agua, desde la superficie hasta las cercanías del fondo marino (que no sobrepasó los 18 metros de profundidad en el sector de evaluación, excluida la estación control), para el registro vertical continuo de las variables: temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), concentración de oxígeno disuelto (ml L⁻¹) y concentración de clorofila-a como estimador de la biomasa de fitoplancton. Para este efecto en cada estación fue desplegado un CTDO-FI marca SeaBird Electronics modelo SBE 19 Plus versión II, configurado para el registro de 4 datos por segundo y provisto de un programa computacional específico y computador dedicado. La sonda oceanográfica (CTDO) fue desplegada desde la embarcación a una velocidad de izado/virado de ~0,5 m/s (Sea-Bird Electronics 2011).

Para la determinación de la clorofila-a, se recolectó agua de mar en los estratos de superficie y fondo de cada estación de muestreo, por medio de botellas tipo van Dorn de 5 litros de capacidad activadas para su cierre subsuperficial por medio de mensajeros. Desde estas muestras, 200 mL fueron filtrados en un sistema MFS utilizando filtros Whatman de 0,45 µm de tamaño de poro, los cuales fueron almacenados en sobres de aluminio a -18°C hasta el momento de su análisis. La cuantificación de la clorofila-a se realizó a través de la técnica de fluorescencia extractiva, utilizando un fluorómetro de campo TURNER DESIGNS Modelo TD70, según la metodología establecida en Parsons et al. (1984), para el método con y sin acidificación, con el propósito de utilizar estos resultados como contramuestras para la transformación de las lecturas de fluorescencia provenientes del perfilador vertical.

Se utilizó el programa Ocean Data View 4.5.3 para el análisis y visualización de los datos oceanográficos geo-referenciados. Cada variable oceanográfica (temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno (ml L⁻¹) fue analizada a través del algoritmo Data Interpolating Variational Analysis (DIVA, <http://modb.oce.ulg.ac.be/projects/1/diva>) como método de análisis e interpolación de los datos hidrográficos en el sector de evaluación (Barth et al. 2010; Troupin et al. 2010).

Tabla 4.1. Posición geográfica de las estaciones de muestreo hidrográfico realizadas en Bahía Coronel. Campaña del 08 de Octubre de 2013.

| Estación | Profundidad | Este | Norte |
|-------------|-------------|---------|-----------|
| 1 | 5 | 662.984 | 5.900.620 |
| 2 | 6 | 663.058 | 5.900.568 |
| 3 | 6 | 662.815 | 5.900.678 |
| 4 | 6 | 662.928 | 5.900.539 |
| 5 (Control) | 30 | 660.671 | 5.902.669 |
| 6 | 5 | 663.089 | 5.900.641 |
| 7 | 7 | 662.767 | 5.900.724 |
| 8 | 13 | 662.968 | 5.900.311 |
| 9 | 4 | 662.930 | 5.900.705 |
| 10 | 10 | 663.734 | 5.900.675 |
| 11 | 18 | 663.143 | 5.899.775 |
| 12 | 6 | 662.531 | 5.900.488 |
| 13 | 10 | 662.117 | 5.900.274 |



Elaboración: Ingeniería Endesa Latam, 2012.

Figura 4.1. Estaciones de muestreo hidrográfico en la Bahía de Coronel. Campaña del 08 de Octubre de 2013.

4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la caracterización hidrográfica del área de estudio se han establecidos a través del análisis del campo vertical (perfiles verticales y secciones oceanográficas) y horizontal (cartas de distribución horizontal), considerando todas las variables medidas. Las tablas con la información vertical de la hidrografía considerando la temperatura, salinidad, densidad, la concentración de oxígeno disuelto y los niveles de clorofila-a se presentan en el **Anexo 4.I**.

4.3.1. Perfiles verticales

Los perfiles verticales individuales, para las variables temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (expresado como $\sigma\text{-t}$), concentración de oxígeno disuelto (ml L^{-1}) y concentración de clorofila-a (mg m^{-3}) son presentados en el **Anexo 4.II**.

La **Figura 4.2** exhibe el conjunto de perfiles verticales de las variables medidas, tanto en el área de evaluación como en la estación Control. Para el caso de la temperatura, se observa en general una moderada variabilidad entre las estaciones de muestreo. La temperatura superficial varió entre $13,2$ y $15,2^{\circ}\text{C}$ (sin considerar la estación 9 que mostró un máximo de $16,7^{\circ}\text{C}$). Todas las estaciones mostraron altos niveles de estratificación térmica vertical. En este contexto, las estaciones 1 y 9 mostraron un máximo térmico subsuperficial en torno a los 4 y 6 metros de profundidad. La Estación Control presentó temperatura superficial en torno a los $13,5^{\circ}\text{C}$ y marcada estratificación vertical.

Por su parte, la expresión vertical de la salinidad y densidad en el sector de evaluación reveló estaciones con salinidades/densidades bastante variables con niveles superficiales entre los 30,1 y 32,6 psu y los 22,2 y 24,5 σt con estratificación vertical presente en todas las estaciones con haloclinas/picnoclinas desarrolladas entre los 3 y 11 metros de profundidad. En el caso de los perfiles de oxígeno disuelto, todos ellos evidenciaron un estrato superficial bien oxigenado y variable entre estaciones, con valores entre los 4,9 y 6,7 mL L^{-1} y una notoria estratificación vertical en todas las estaciones evaluadas disminuyendo por debajo de 2 mL L^{-1} bajo los 13 metros de profundidad.

En el caso de la estación Control, ésta mostró un comportamiento vertical similar a la mayoría de las estaciones del interior de la bahía, con un estrato superficial oxigenado que disminuyó sostenidamente hasta alcanzar valores inferiores a 2 mL L^{-1} bajo los 19 metros de profundidad. Por último, la concentración de clorofila-a mostró en general valores superficiales mayores que en las campañas previas ($1,5 - 6,1 \text{ mg m}^{-3}$), y la presencia de máximos subsuperficiales entre los 4 y 11 metros de profundidad. La estación control, por su parte, se caracterizó por concentraciones superficiales de clorofila-a similares a las estaciones de la bahía y alta variabilidad vertical (**Figura 4.2**).

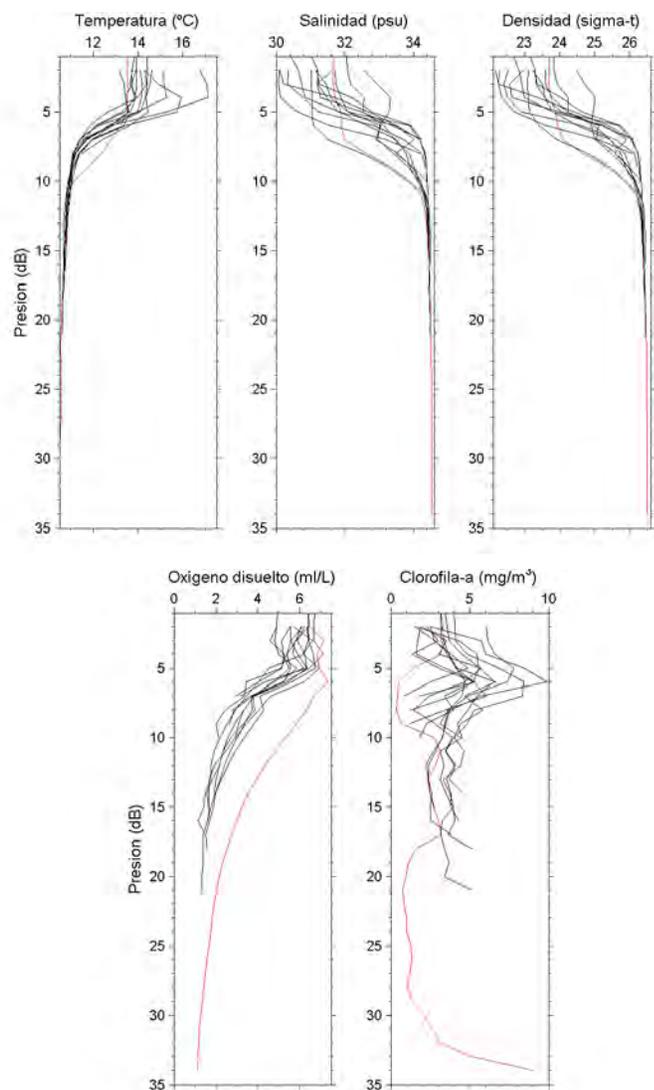


Figura 4.2. Perfiles de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml L^{-1}) y concentración de clorofila-a (mg m^{-3}) que incluyen todas las estaciones oceanográficas del área de muestreo de Bahía de Coronel, incluyendo la estación de control o referencia.

4.3.2. Secciones oceanográficas

El campo vertical de las variables hidrográficas medidas en el área de estudio se analizó a través de secciones verticales, considerando dos secciones paralelas a la línea de costa: una sección (Transecta A) conformada por las estaciones 9, 1 y 2, situada aproximadamente a 70 metros desde la costa, y una Transecta B situada aproximadamente a 150 metros desde la costa, conformada por las estaciones 7, 3 y 4. Las **Figuras 4.3** y **4.4** muestran las secciones de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y concentración de clorofila a para las transectas A y B, respectivamente.

Durante la campaña de Octubre, la temperatura, salinidad y el oxígeno disuelto en la Transecta A (**Figura 4.3**), estuvieron caracterizados por un sistema que mostró un marcado gradiente entre el sector costero-y la zona exterior de la bahía, el que fue solamente valido para los primeros 5 metros de profundidad, mientras que por debajo de ese estrato las condiciones fueron homogéneas en todo el transecto. De esta manera, el estrato superficial evidenció aguas más cálidas, densas y menos oxigenadas en el sector asociado a la descarga de aguas. La clorofila-a mostró niveles comparativamente mayores en el sector más alejado de la costa. Verticalmente la transecta mostró niveles moderados de estratificación, caracterizada por concentraciones inferiores en los primeros metros de la columna de agua y un máximo subsuperficial que alcanzó los 7 mg m⁻³ a los 6 metros de profundidad en la estación 2.

La Transecta B reveló un sistema más homogéneo horizontalmente con aguas superficiales en torno a los 14°C, salinidades que bordearon los 31 psu, altas concentraciones de oxígeno en torno a los 6 ml L⁻¹ y concentraciones de clorofila-a superficiales de 3 mg m⁻³. Verticalmente, la columna de agua mostró un sistema bien estratificado en todas las variables evaluadas, con diferencias de 3°C, 2 psu, 3 ml L⁻¹ entre la superficie y el fondo marino. La clorofila-a, mostró valores relativamente más altos (~5 mg m⁻³) en el estrato subsuperficial (bajo los 5 metros de profundidad) lo que fue particularmente valido para el sector exterior de la transecta (**Figura 4.4**).

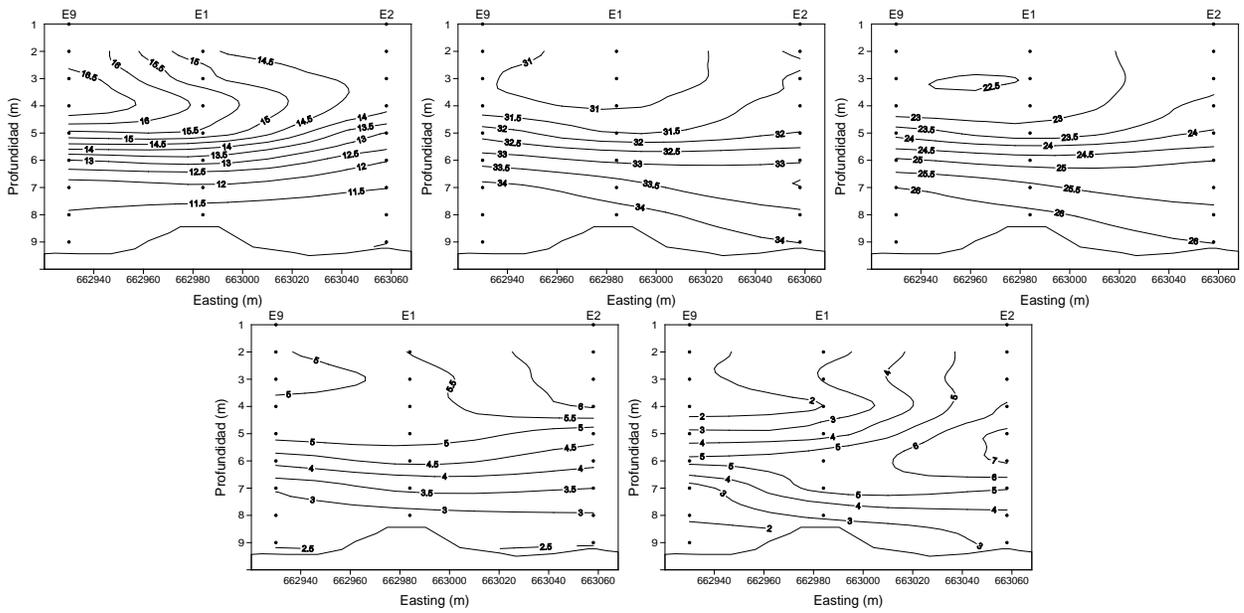


Figura 4.3. Transecta A. Secciones oceanográficas de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml L⁻¹) y concentración de clorofila-a (mg m⁻³).

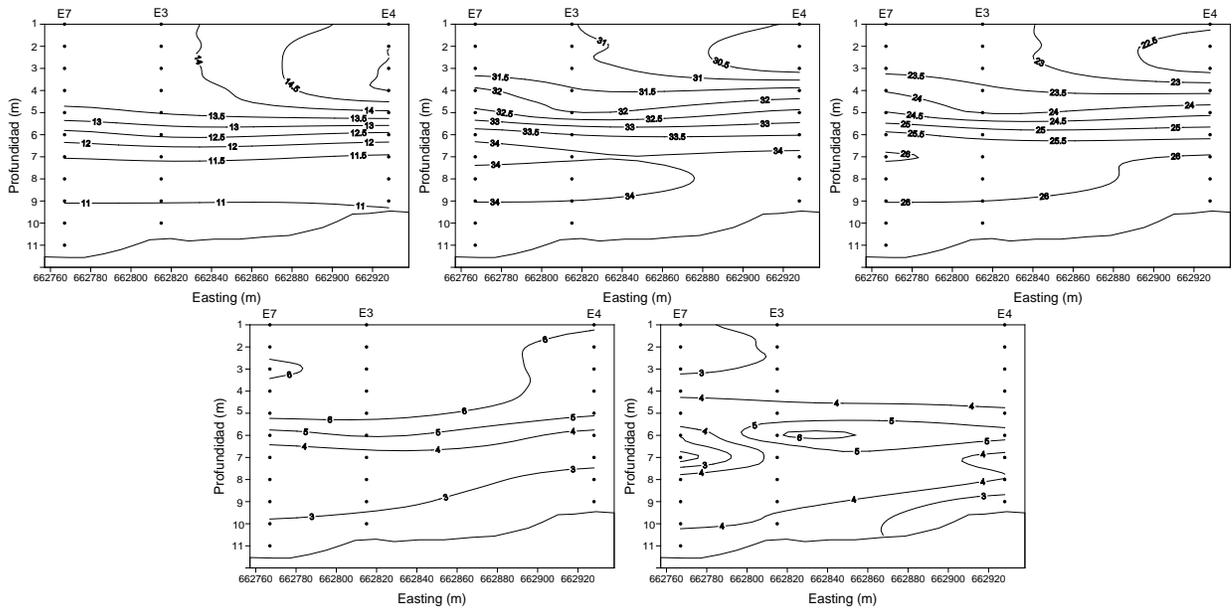


Figura 4.4. Transecta B. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad, densidad (sigma-t), oxígeno (mL L⁻¹) y clorofila-a (mg m⁻³).

4.3.3. Distribución horizontal de las variables oceanográficas

La distribución horizontal superficial (2 metros) de las variables oceanográficas temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad ($\sigma\text{-t}$), oxígeno (ml L^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}), se presentan en la **Figura 4.5**. En el estrato superficial se verificó la existencia de un gradiente térmico con mayores temperaturas asociadas al sector central-costero del área de evaluación (15°C). La salinidad mostró un sistema superficial más homogéneo con salinidades levemente inferiores en el sector central-costero del área de estudio (31 psu). La concentración de oxígeno disuelto evidenció un patrón claro, similar al observado para la salinidad y temperatura con valores levemente inferiores ($5,5 \text{ ml/L}$) en el área central-costera del sector evaluado. La clorofila-a presentó concentraciones relativamente mayores ($>4 \text{ mg m}^{-3}$) en el sector noreste del sector evaluado.

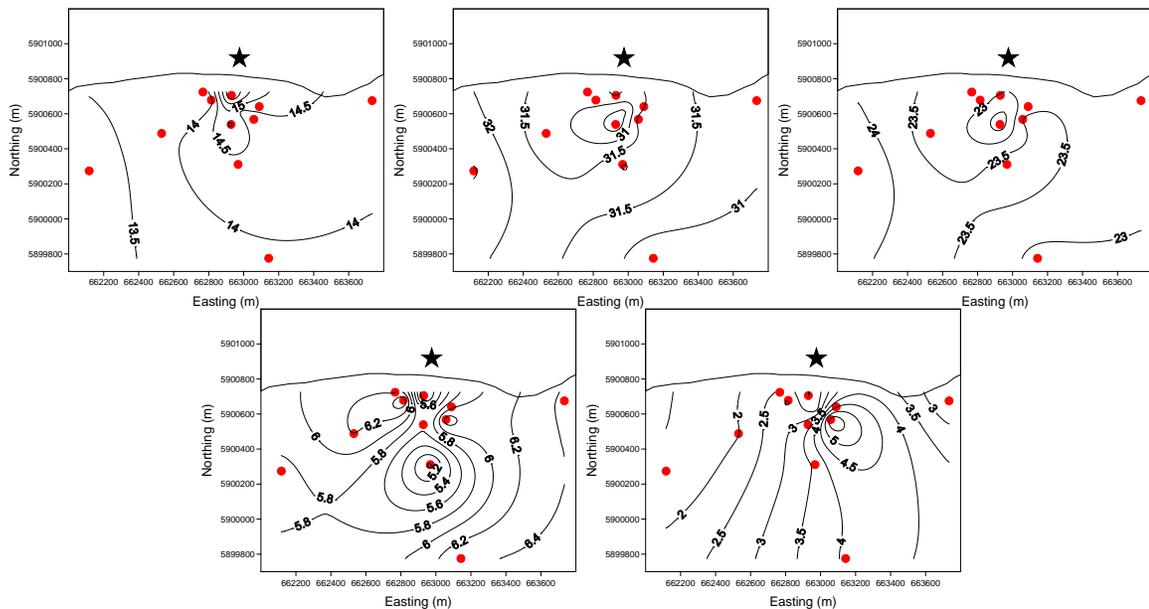


Figura 4.5. Distribución horizontal de la temperatura, salinidad, densidad ($\sigma\text{-t}$), oxígeno (ml L^{-1}) y Clorofila a, a 1 m de profundidad, al interior de la bahía de Coronel.

4.3.4. Diferencias entre estaciones hidrográficas y estación control

Con el propósito de establecer las diferencias en la distribución vertical de las diferentes estaciones oceanográficas dispuestas en el área de estudio, en contraste con la estación de referencia o Control (estación B-5), situada aproximadamente a 4 km fuera del área de evaluación, las **Figuras 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 y 4.10** presentan estas diferencias para las variables temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad ($\sigma\text{-t}$), concentración de oxígeno disuelto (ml L^{-1}) y concentración de clorofila-a, respectivamente.

La **Figura 4.6** indica que la distribución vertical de las diferencias térmicas muestra un comportamiento similar en todas las estaciones de muestreo, esto es, temperaturas más altas en los primeros 5 metros de la columna de agua en las estaciones evaluadas al interior de la bahía respecto a la Estación Control, la única excepción se presenta en la estación 13 con temperaturas levemente inferiores en dicho estrato. Bajo este estrato, la situación se invierte y las temperaturas registradas en la bahía fueron inferiores a la estación Control

Por su parte, para el caso de la salinidad (**Figura 4.7**) se observa en general aguas menos salinas en los primeros 5 metros de la columna de agua de las estaciones de la bahía, mientras que debajo de ese estrato la relación se invierte y se manifiesta más salina respecto a la estación Control.

Este patrón varió en las estaciones 2, 8 y 13 en las que la salinidad fue mayor en toda la columna de agua. En el caso del oxígeno disuelto se observó un patrón claro y común a todas las estaciones de muestreo, con concentraciones notoriamente inferiores en toda la columna de agua respecto a lo observado en la estación Control (**Figura 4.9**).

Finalmente, la **Figura 4.10** muestra la comparación de la clorofila-a en donde se apreció una tendencia clara con concentraciones mayores en toda la columna de agua respecto a la estación control, a excepción de las estaciones 1, 5, 7 y 13 que muestran niveles levemente inferiores en los primeros metros de la columna de agua.

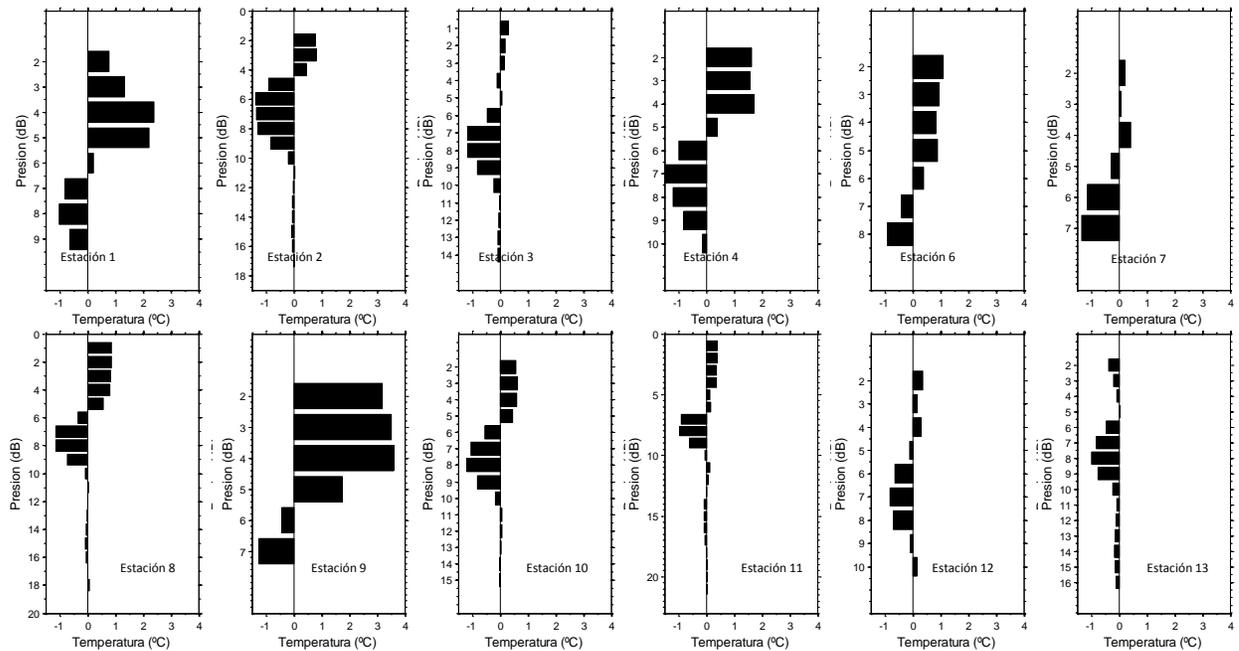


Figura 4.6. Diferencia de temperatura (°C) entre las estaciones oceanográficas y la estación Control. Campaña del 08 de Octubre de 2013.

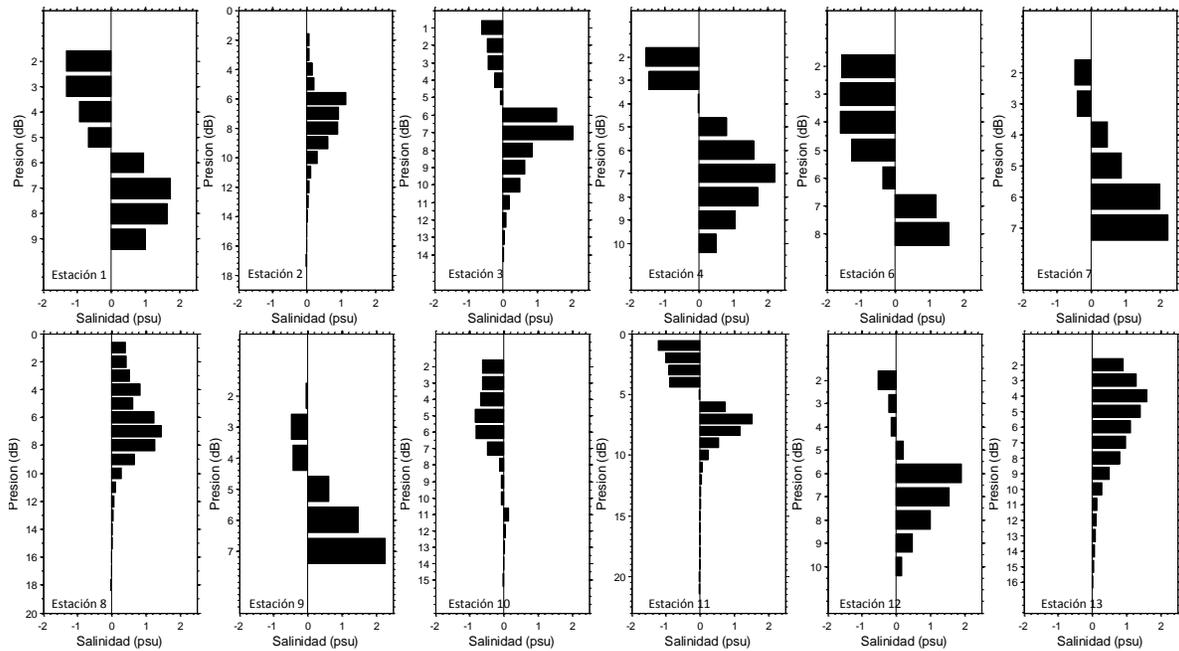


Figura 4.7. Diferencia de salinidad (psu) entre las estaciones oceanográficas y la estación Control. Campaña del 08 de Octubre de 2013.

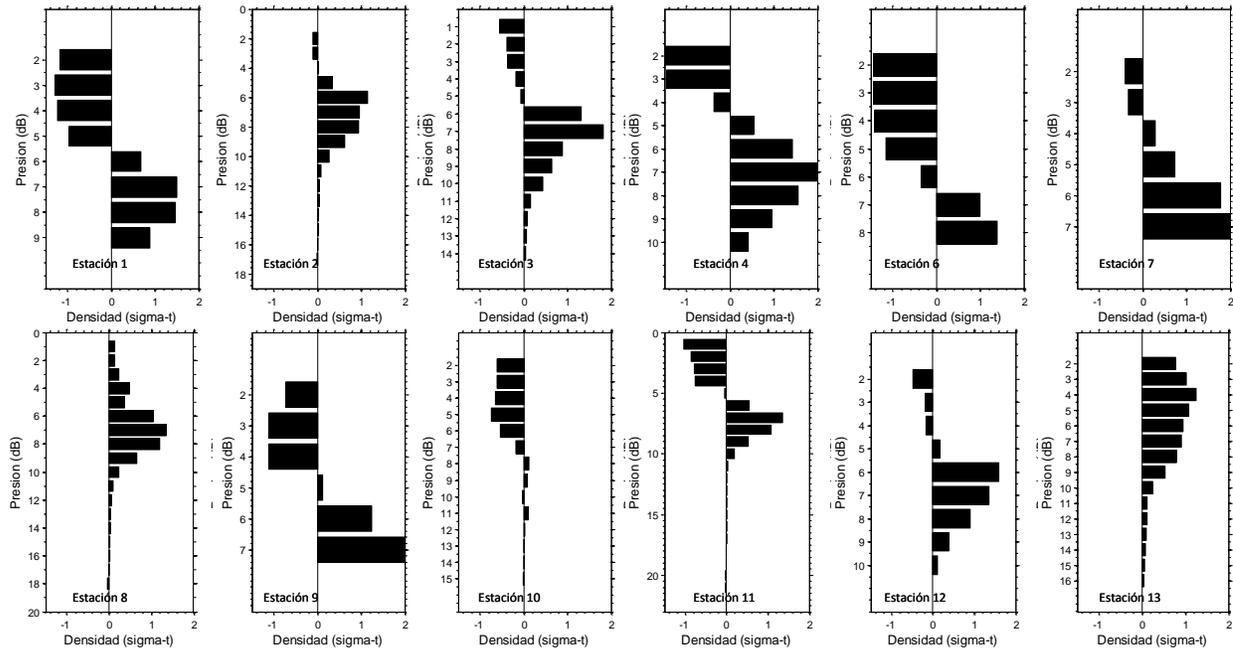


Figura 4.8. Diferencia de densidad del agua de mar (sigma-t) entre las estaciones oceanográficas y la estación Control. Campaña del 08 de Octubre de 2013.

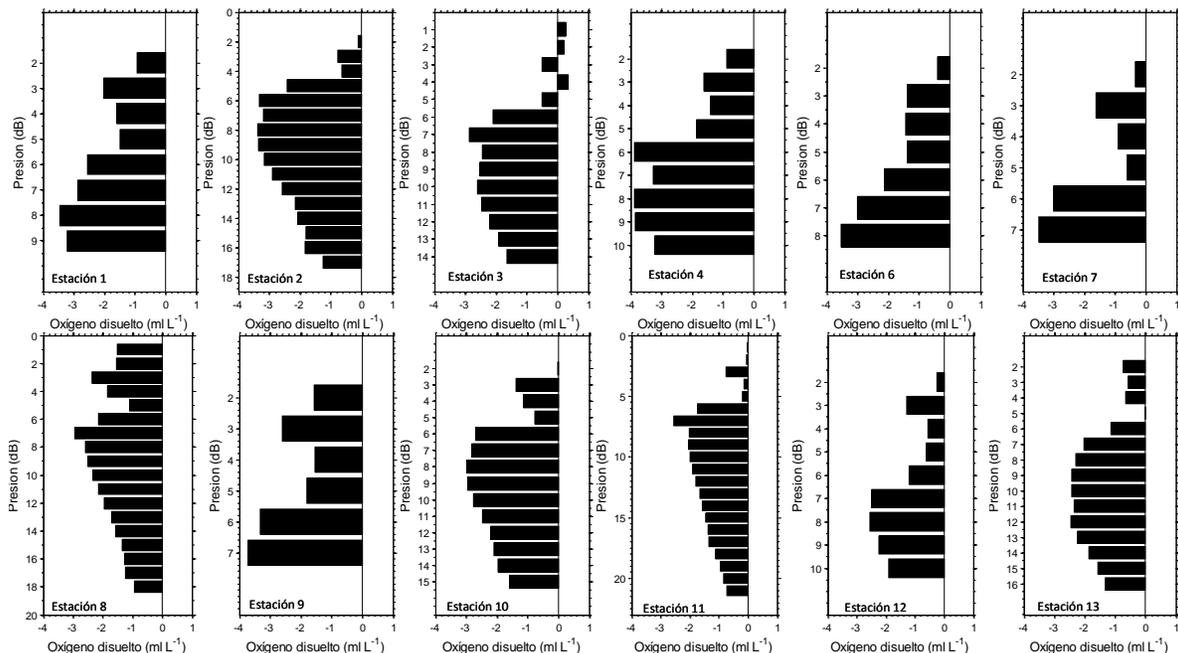


Figura 4.9. Diferencia del oxígeno disuelto en el agua de mar (ml/L) entre las estaciones oceanográficas y la estación Control. Campaña del 08 de Octubre de 2013.

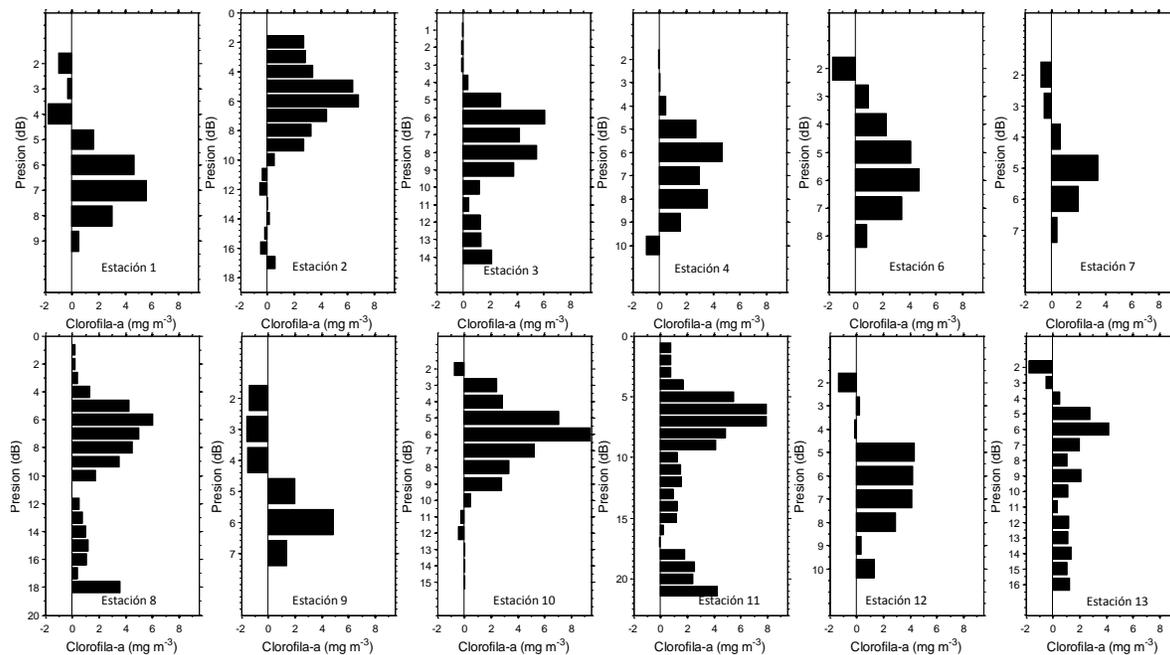


Figura 4.10 Diferencia de la concentración de clorofila-a en el agua de mar (mg/m-3) entre las estaciones oceanográficas y la estación Control. Campaña del 08 de Octubre de 2013.

ANEXO 4.1
REPORTE DE DATOS

1.- TEMPERATURA (°C)

| Profundidad (m) | Estaciones | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|
| | Est-1 | Est-2 | Est-3 | Est-4 | Est-6 | Est-7 | Est-8 | Est-9 | Est-10 | Est-11 | Est-12 | Est-13 | Control | Promedio |
| 1 | | | 13,8 | | | | 14,4 | | | 13,9 | | | 13,5 | 14,1 |
| 2 | 14,3 | 14,3 | 13,7 | 15,2 | 14,6 | 13,7 | 14,4 | 16,7 | 14,1 | 13,9 | 13,9 | 13,2 | 13,5 | 14,3 |
| 3 | 14,9 | 14,4 | 13,7 | 15,2 | 14,5 | 13,6 | 14,4 | 17,1 | 14,2 | 13,9 | 13,7 | 13,4 | 13,6 | 14,4 |
| 4 | 15,9 | 14,0 | 13,4 | 15,3 | 14,4 | 14,0 | 14,3 | 17,1 | 14,1 | 13,9 | 13,9 | 13,5 | 13,5 | 14,5 |
| 5 | 15,7 | 12,6 | 13,6 | 13,9 | 14,4 | 13,3 | 14,1 | 15,3 | 14,0 | 13,7 | 13,4 | 13,6 | 13,5 | 14,0 |
| 6 | 13,5 | 11,9 | 12,8 | 12,3 | 13,6 | 12,1 | 12,9 | 12,8 | 12,7 | 13,4 | 12,2 | 12,8 | 13,2 | 12,7 |
| 7 | 12,0 | 11,5 | 11,6 | 11,4 | 12,4 | 11,5 | 11,7 | 11,5 | 11,8 | 11,9 | 11,6 | 12,0 | 12,8 | 11,7 |
| 8 | 11,4 | 11,1 | 11,2 | 11,2 | 11,5 | | 11,2 | | 11,2 | 11,4 | 11,1 | 11,4 | 12,4 | 11,3 |
| 9 | 11,2 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | | | 11,1 | | 11,0 | 11,2 | 11,0 | 11,1 | 11,8 | 11,1 |
| 10 | | 10,9 | 10,9 | 11,0 | | | 11,0 | | 10,9 | 11,1 | 11,0 | 10,9 | 11,1 | 11,0 |
| 11 | | 10,9 | 10,8 | | | | 10,9 | | 10,9 | 11,0 | | 10,8 | 10,9 | 10,9 |
| 12 | | 10,8 | 10,8 | | | | 10,9 | | 10,9 | 10,9 | | 10,7 | 10,8 | 10,8 |
| 13 | | 10,8 | 10,8 | | | | 10,8 | | 10,9 | 10,9 | | 10,7 | 10,8 | 10,8 |
| 14 | | 10,8 | 10,8 | | | | 10,8 | | 10,8 | 10,8 | | 10,7 | 10,8 | 10,8 |
| 15 | | 10,7 | | | | | 10,7 | | 10,8 | 10,7 | | 10,7 | 10,8 | 10,7 |
| 16 | | 10,7 | | | | | 10,7 | | | 10,7 | | 10,7 | 10,8 | 10,7 |
| 17 | | 10,7 | | | | | 10,7 | | | 10,7 | | | 10,7 | 10,7 |
| 18 | | | | | | | 10,7 | | | 10,7 | | | 10,6 | 10,7 |
| 19 | | | | | | | | | | 10,6 | | | 10,6 | 10,6 |
| 20 | | | | | | | | | | 10,6 | | | 10,6 | 10,6 |
| 21 | | | | | | | | | | 10,6 | | | 10,6 | 10,6 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | 10,6 | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | 10,6 | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | 10,6 | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | 10,6 | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | 10,6 | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | 10,6 | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | 10,5 | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | 10,5 | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | 10,5 | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | 10,5 | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | 10,5 | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | 10,5 | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | 10,5 | |

2.- SALINIDAD (psu)

| Salinidad (psu) | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|
| Profundidad | Estaciones | | | | | | | | | | | | | |
| (m) | Est-1 | Est-2 | Est-3 | Est-4 | Est-6 | Est-7 | Est-8 | Est-9 | Est-10 | Est-11 | Est-12 | Est-13 | Control | Promedio |
| 1 | | | 31,0 | | | | 32,1 | | | 30,4 | | | 31,7 | 31,2 |
| 2 | 30,3 | 31,7 | 31,2 | 30,1 | 30,1 | 31,2 | 32,1 | 31,6 | 31,0 | 30,7 | 31,1 | 32,6 | 31,7 | 31,1 |
| 3 | 30,3 | 31,7 | 31,2 | 30,2 | 30,1 | 31,2 | 32,2 | 31,2 | 31,0 | 30,7 | 31,4 | 32,9 | 31,7 | 31,2 |
| 4 | 30,8 | 31,9 | 31,5 | 31,7 | 30,1 | 32,2 | 32,6 | 31,3 | 31,0 | 30,8 | 31,6 | 33,3 | 31,7 | 31,6 |
| 5 | 31,2 | 32,1 | 31,8 | 32,7 | 30,6 | 32,8 | 32,5 | 32,5 | 31,0 | 31,9 | 32,1 | 33,3 | 31,9 | 32,0 |
| 6 | 32,8 | 33,0 | 33,5 | 33,5 | 31,5 | 33,9 | 33,2 | 33,4 | 31,1 | 32,6 | 33,9 | 33,0 | 31,9 | 33,0 |
| 7 | 33,7 | 32,9 | 34,0 | 34,2 | 33,2 | 34,2 | 33,4 | 34,2 | 31,5 | 33,5 | 34,2 | 33,0 | 32,0 | 33,5 |
| 8 | 34,3 | 33,5 | 33,5 | 34,3 | 34,2 | | 33,9 | | 32,5 | 33,8 | 34,4 | 33,4 | 32,6 | 33,8 |
| 9 | 34,3 | 34,0 | 34,0 | 34,4 | | | 34,0 | | 33,3 | 33,9 | 34,4 | 33,9 | 33,4 | 34,0 |
| 10 | | 34,2 | 34,4 | 34,4 | | | 34,2 | | 33,8 | 34,1 | 34,4 | 34,2 | 33,9 | 34,2 |
| 11 | | 34,3 | 34,4 | | | | 34,3 | | 34,4 | 34,3 | | 34,4 | 34,2 | 34,4 |
| 12 | | 34,4 | 34,4 | | | | 34,4 | | 34,4 | 34,4 | | 34,5 | 34,3 | 34,4 |
| 13 | | 34,4 | 34,4 | | | | 34,4 | | 34,4 | 34,4 | | 34,5 | 34,4 | 34,4 |
| 14 | | 34,4 | 34,5 | | | | 34,5 | | 34,4 | 34,4 | | 34,5 | 34,4 | 34,5 |
| 15 | | 34,5 | | | | | 34,5 | | 34,4 | 34,5 | | 34,5 | 34,4 | 34,5 |
| 16 | | 34,5 | | | | | 34,5 | | | 34,5 | | 34,5 | 34,5 | 34,5 |
| 17 | | 34,5 | | | | | 34,5 | | | 34,5 | | | 34,5 | 34,5 |
| 18 | | | | | | | 34,4 | | | 34,5 | | | 34,5 | 34,5 |
| 19 | | | | | | | | | | 34,5 | | | 34,5 | 34,5 |
| 20 | | | | | | | | | | 34,5 | | | 34,5 | 34,5 |
| 21 | | | | | | | | | | 34,5 | | | 34,5 | 34,5 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | 34,5 | |

3.- DENSIDAD (sigma-t)

| Densidad (sigma-t) | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|
| Profundidad | Estaciones | | | | | | | | | | | | | |
| (m) | Est-1 | Est-2 | Est-3 | Est-4 | Est-6 | Est-7 | Est-8 | Est-9 | Est-10 | Est-11 | Est-12 | Est-13 | Control | Promedio |
| 1 | | | 23,1 | | | | 23,8 | | | 22,7 | | | 23,7 | 23,2 |
| 2 | 22,5 | 23,6 | 23,3 | 22,2 | 22,3 | 23,3 | 23,8 | 23,0 | 23,1 | 22,8 | 23,2 | 24,5 | 23,7 | 23,1 |
| 3 | 22,4 | 23,6 | 23,3 | 22,2 | 22,3 | 23,4 | 23,9 | 22,6 | 23,1 | 22,9 | 23,5 | 24,7 | 23,7 | 23,2 |
| 4 | 22,5 | 23,8 | 23,6 | 23,4 | 22,3 | 24,0 | 24,2 | 22,6 | 23,1 | 23,0 | 23,6 | 25,0 | 23,8 | 23,4 |
| 5 | 22,9 | 24,2 | 23,8 | 24,4 | 22,7 | 24,6 | 24,2 | 24,0 | 23,1 | 23,8 | 24,1 | 25,0 | 23,9 | 23,9 |
| 6 | 24,6 | 25,1 | 25,3 | 25,4 | 23,6 | 25,7 | 25,0 | 25,2 | 23,4 | 24,5 | 25,7 | 24,9 | 23,9 | 24,9 |
| 7 | 25,6 | 25,1 | 25,9 | 26,1 | 25,1 | 26,1 | 25,4 | 26,1 | 23,9 | 25,4 | 26,0 | 25,0 | 24,1 | 25,5 |
| 8 | 26,1 | 25,6 | 25,6 | 26,2 | 26,1 | | 25,9 | | 24,8 | 25,8 | 26,2 | 25,5 | 24,7 | 25,8 |
| 9 | 26,2 | 26,0 | 26,0 | 26,3 | | | 26,0 | | 25,4 | 25,9 | 26,3 | 25,9 | 25,3 | 26,0 |
| 10 | | 26,2 | 26,3 | 26,3 | | | 26,1 | | 25,9 | 26,1 | 26,3 | 26,2 | 25,9 | 26,2 |
| 11 | | 26,3 | 26,4 | | | | 26,3 | | 26,3 | 26,2 | | 26,3 | 26,2 | 26,3 |
| 12 | | 26,3 | 26,4 | | | | 26,3 | | 26,3 | 26,3 | | 26,4 | 26,3 | 26,3 |
| 13 | | 26,4 | 26,4 | | | | 26,4 | | 26,3 | 26,3 | | 26,4 | 26,3 | 26,4 |
| 14 | | 26,4 | 26,4 | | | | 26,4 | | 26,4 | 26,4 | | 26,4 | 26,4 | 26,4 |
| 15 | | 26,4 | | | | | 26,4 | | 26,4 | 26,4 | | 26,4 | 26,4 | 26,4 |
| 16 | | 26,4 | | | | | 26,4 | | | 26,4 | | 26,4 | 26,4 | 26,4 |
| 17 | | 26,4 | | | | | 26,4 | | | 26,4 | | | 26,4 | 26,4 |
| 18 | | | | | | | 26,4 | | | 26,4 | | | 26,4 | 26,4 |
| 19 | | | | | | | | | | 26,4 | | | 26,5 | 26,4 |
| 20 | | | | | | | | | | 26,4 | | | 26,5 | 26,4 |
| 21 | | | | | | | | | | 26,4 | | | 26,5 | 26,4 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | 26,5 | |

4.- OXÍGENO DISUELTO (ml L⁻¹)

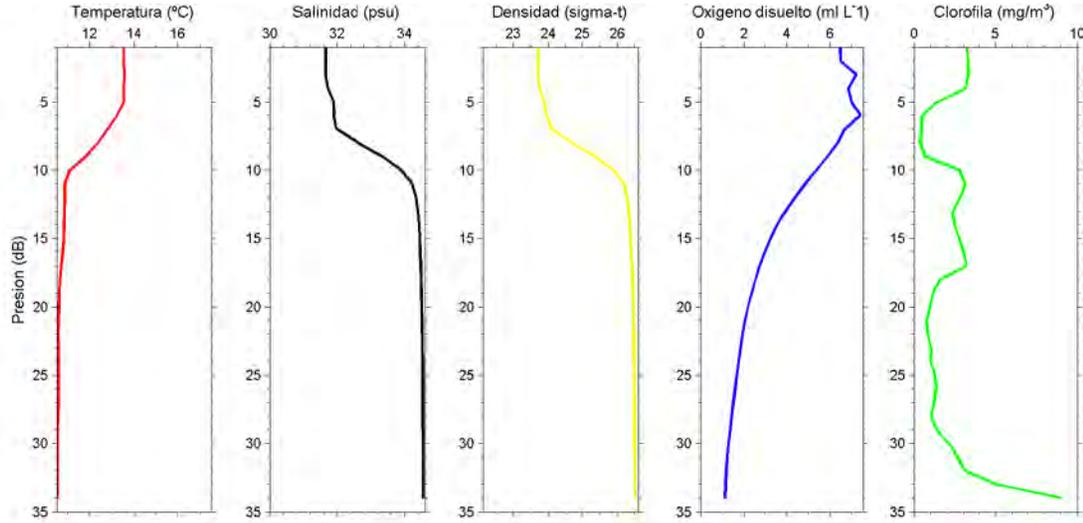
| Oxígeno disuelto (ml/L) | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|
| Profundidad | Estaciones | | | | | | | | | | | | | |
| (m) | Est-1 | Est-2 | Est-3 | Est-4 | Est-6 | Est-7 | Est-8 | Est-9 | Est-10 | Est-11 | Est-12 | Est-13 | Control | Promedio |
| 1 | | | 6,7 | | | | 4,9 | | | 6,4 | | | 6,4 | 6,0 |
| 2 | 5,5 | 6,4 | 6,7 | 5,6 | 6,1 | 6,1 | 4,9 | 4,9 | 6,4 | 6,4 | 6,2 | 5,7 | 6,5 | 5,9 |
| 3 | 5,1 | 6,4 | 6,7 | 5,6 | 5,8 | 5,6 | 4,8 | 4,6 | 5,8 | 6,4 | 5,9 | 6,6 | 7,2 | 5,8 |
| 4 | 5,2 | 6,2 | 7,2 | 5,4 | 5,4 | 5,9 | 5,0 | 5,3 | 5,7 | 6,7 | 6,2 | 6,2 | 6,8 | 5,9 |
| 5 | 5,5 | 4,5 | 6,5 | 5,1 | 5,6 | 6,4 | 5,9 | 5,2 | 6,2 | 6,8 | 6,3 | 6,9 | 7,0 | 5,9 |
| 6 | 4,8 | 4,0 | 5,3 | 3,5 | 5,2 | 4,4 | 5,2 | 4,1 | 4,7 | 5,6 | 5,4 | 6,2 | 7,4 | 4,9 |
| 7 | 3,8 | 3,5 | 3,8 | 3,4 | 3,6 | 3,2 | 3,7 | 2,9 | 3,8 | 4,1 | 3,8 | 4,6 | 6,7 | 3,7 |
| 8 | 2,9 | 3,0 | 3,9 | 2,4 | 2,8 | | 3,7 | | 3,3 | 4,3 | 3,3 | 4,0 | 6,3 | 3,4 |
| 9 | 2,7 | 2,5 | 3,3 | 2,0 | | | 3,4 | | 2,9 | 3,8 | 3,1 | 3,4 | 5,9 | 3,0 |
| 10 | | 2,2 | 2,7 | 2,1 | | | 3,0 | | 2,6 | 3,4 | 2,9 | 2,9 | 5,3 | 2,7 |
| 11 | | 1,9 | 2,3 | | | | 2,7 | | 2,4 | 2,9 | | 2,5 | 4,8 | 2,5 |
| 12 | | 1,8 | 2,2 | | | | 2,4 | | 2,2 | 2,6 | | 1,9 | 4,4 | 2,2 |
| 13 | | 1,8 | 2,0 | | | | 2,2 | | 1,8 | 2,3 | | 1,7 | 3,9 | 2,0 |
| 14 | | 1,5 | 1,9 | | | | 2,0 | | 1,6 | 2,0 | | 1,7 | 3,6 | 1,8 |
| 15 | | 1,4 | | | | | 1,9 | | 1,6 | 1,8 | | 1,7 | 3,2 | 1,7 |
| 16 | | 1,2 | | | | | 1,7 | | | 1,6 | | 1,7 | 3,0 | 1,5 |
| 17 | | 1,5 | | | | | 1,5 | | | 1,4 | | | 2,7 | 1,5 |
| 18 | | | | | | | 1,6 | | | 1,4 | | | 2,5 | 1,5 |
| 19 | | | | | | | | | | 1,4 | | | 2,3 | 1,4 |
| 20 | | | | | | | | | | 1,3 | | | 2,2 | 1,3 |
| 21 | | | | | | | | | | 1,3 | | | 2,0 | 1,3 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | 1,9 | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | 1,8 | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | 1,8 | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | 1,7 | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | 1,6 | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | 1,5 | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | 1,4 | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | 1,4 | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | 1,3 | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | 1,2 | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | 1,2 | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | 1,1 | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | 1,1 | |

5.- CLOROFILA-a (mg m⁻³)

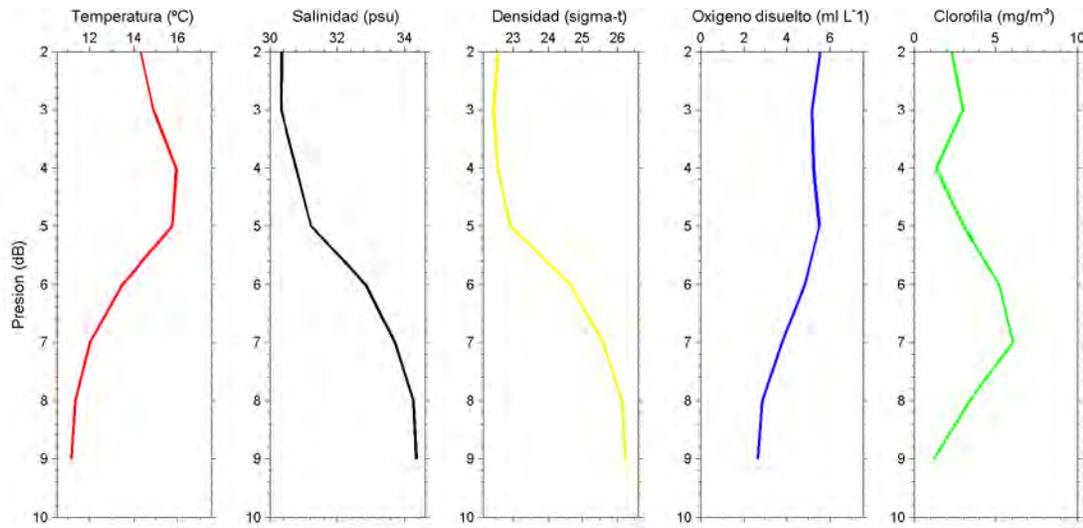
| Clorofila-a (mg/m3) | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|
| Profundidad | Estaciones | | | | | | | | | | | | | |
| (m) | Est-1 | Est-2 | Est-3 | Est-4 | Est-6 | Est-7 | Est-8 | Est-9 | Est-10 | Est-11 | Est-12 | Est-13 | Control | Promedio |
| 1 | | | 3,15 | | | | 3,46 | | | 4,00 | | | 3,22 | 3,5 |
| 2 | 2,31 | 6,05 | 3,17 | 3,25 | 1,60 | 2,52 | 3,55 | 1,88 | 2,54 | 4,07 | 1,97 | 1,55 | 3,30 | 2,9 |
| 3 | 3,00 | 6,15 | 3,19 | 3,35 | 4,30 | 2,75 | 3,70 | 1,71 | 5,72 | 4,08 | 3,52 | 2,79 | 3,31 | 3,7 |
| 4 | 1,35 | 6,59 | 3,52 | 3,65 | 5,46 | 3,83 | 4,50 | 1,60 | 6,04 | 4,82 | 3,02 | 3,69 | 3,15 | 4,0 |
| 5 | 3,03 | 7,83 | 4,22 | 4,11 | 5,56 | 4,88 | 5,65 | 3,43 | 8,49 | 6,89 | 5,74 | 4,20 | 1,40 | 5,3 |
| 6 | 5,22 | 7,35 | 6,64 | 5,20 | 5,25 | 2,52 | 6,56 | 5,39 | 9,90 | 8,44 | 4,67 | 4,73 | 0,52 | 6,0 |
| 7 | 6,07 | 4,86 | 4,67 | 3,42 | 3,89 | 0,84 | 5,45 | 1,83 | 5,67 | 8,36 | 4,51 | 2,44 | 0,44 | 4,3 |
| 8 | 3,39 | 3,67 | 5,83 | 3,97 | 1,19 | | 4,88 | | 3,73 | 5,27 | 3,61 | 1,46 | 0,36 | 3,7 |
| 9 | 1,21 | 3,41 | 4,42 | 2,26 | | | 4,22 | | 3,49 | 4,83 | 3,12 | 2,78 | 0,67 | 3,3 |
| 10 | | 3,28 | 3,97 | 1,81 | | | 4,51 | | 3,26 | 4,01 | 4,41 | 3,91 | 2,77 | 3,6 |
| 11 | | 2,71 | 3,50 | | | | 3,12 | | 2,83 | 4,63 | | 3,46 | 3,11 | 3,4 |
| 12 | | 2,23 | 4,12 | | | | 3,38 | | 2,39 | 4,42 | | 4,04 | 2,82 | 3,4 |
| 13 | | 2,39 | 3,69 | | | | 3,13 | | 2,40 | 3,34 | | 3,52 | 2,35 | 3,1 |
| 14 | | 2,60 | 4,56 | | | | 3,48 | | 2,48 | 3,74 | | 3,82 | 2,45 | 3,4 |
| 15 | | 2,52 | | | | | 3,93 | | 2,76 | 3,97 | | 3,79 | 2,73 | 3,4 |
| 16 | | 2,49 | | | | | 4,08 | | | 3,24 | | 4,31 | 3,02 | 3,5 |
| 17 | | 3,83 | | | | | 3,61 | | | 3,15 | | | 3,20 | 3,5 |
| 18 | | | | | | | 5,16 | | | 3,41 | | | 1,59 | 4,3 |
| 19 | | | | | | | | | | 3,68 | | | 1,14 | 3,7 |
| 20 | | | | | | | | | | 3,42 | | | 0,96 | 3,4 |
| 21 | | | | | | | | | | 5,07 | | | 0,77 | 5,1 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | 0,82 | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | 1,01 | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | 1,00 | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | 1,28 | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | 1,33 | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | 1,22 | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | 1,04 | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | 1,36 | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | 2,12 | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | 2,62 | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | 3,11 | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | 5,04 | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | 9,01 | |

ANEXO 4.2

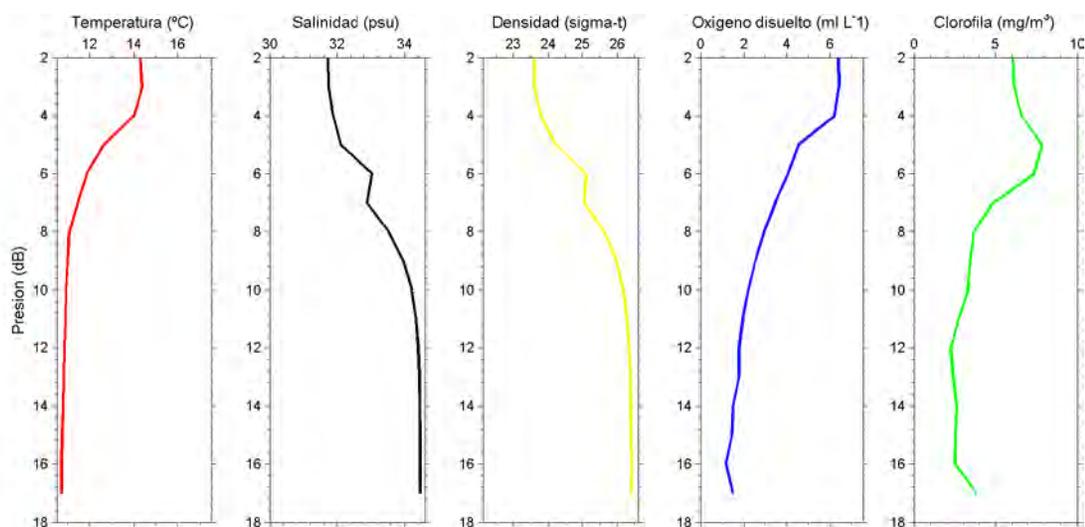
PERFILES VERTICALES POR ESTACIÓN DE MUESTREO



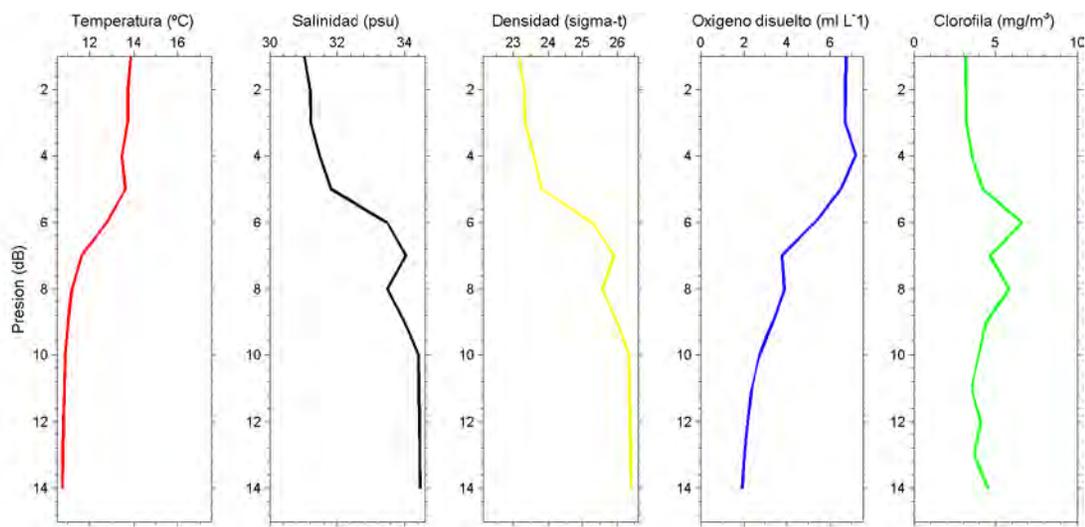
Anexo 4-1. Perfiles de Temperatura (°C), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L⁻¹) y Clorofila-a (mg m⁻³) en la estación Control. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



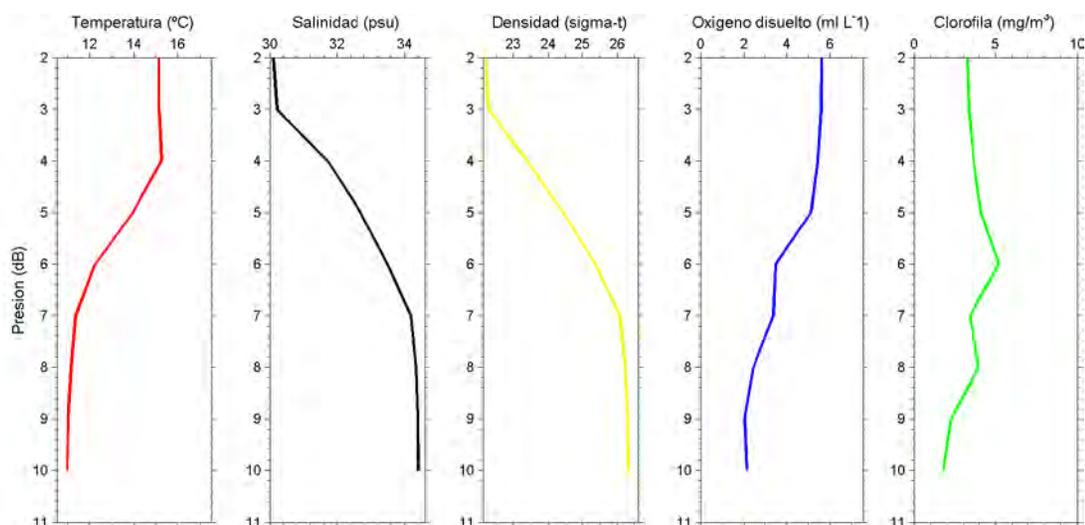
Anexo 4-2. Perfiles de Temperatura (°C), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L⁻¹) y Clorofila-a (mg m⁻³) en la estación 1. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



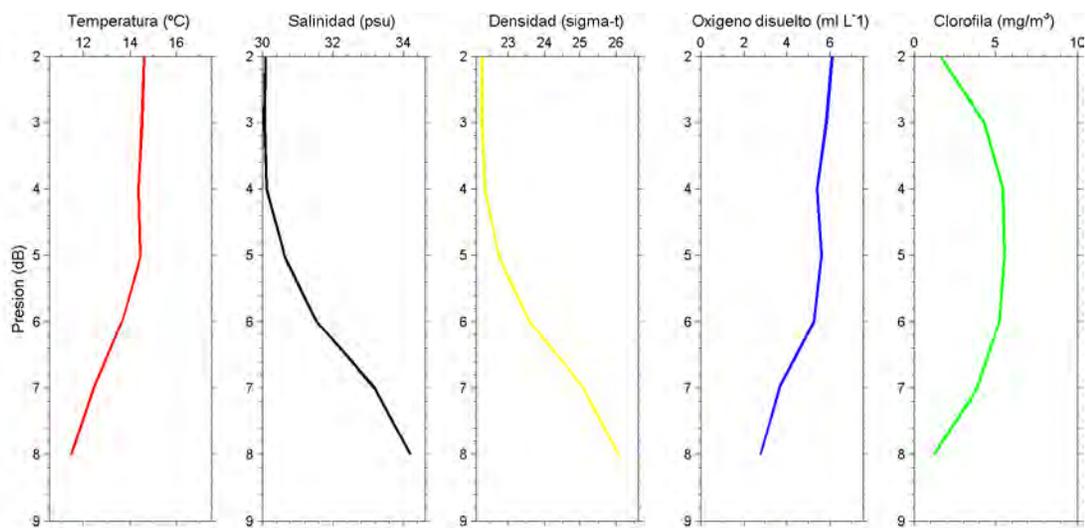
Anexo 4-3. Perfiles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L^{-1}) y Clorofila-a (mg m^{-3}) en la estación 2. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



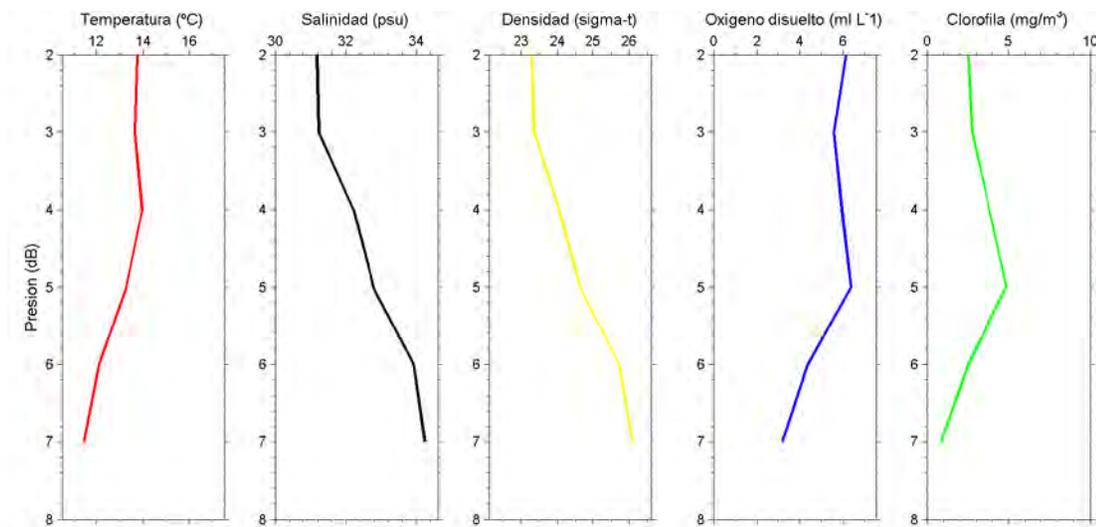
Anexo 4-4. Perfiles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L^{-1}) y Clorofila-a (mg m^{-3}) en la estación 3. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



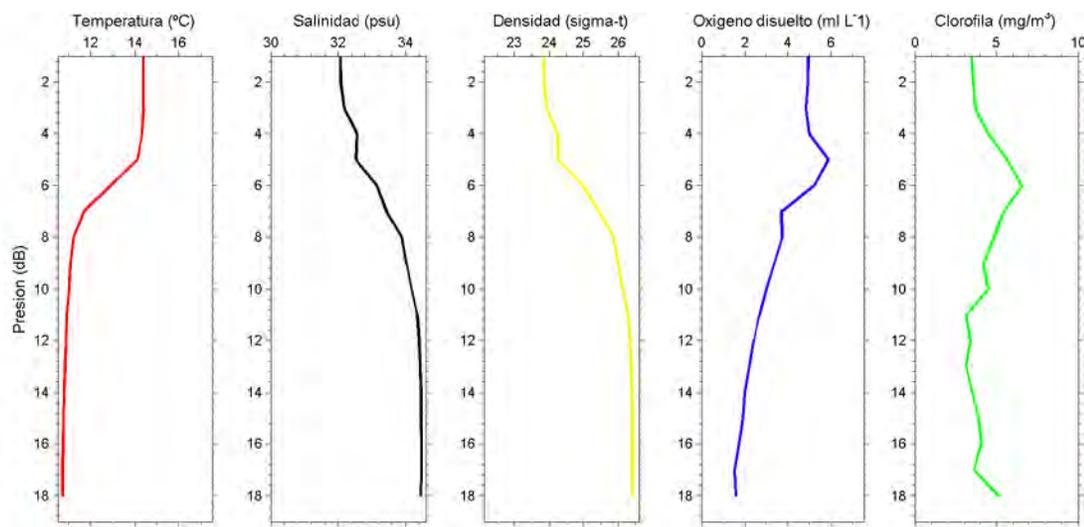
Anexo 4-5. Perfiles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L^{-1}) y Clorofila-a (mg m^{-3}) en la estación 4. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



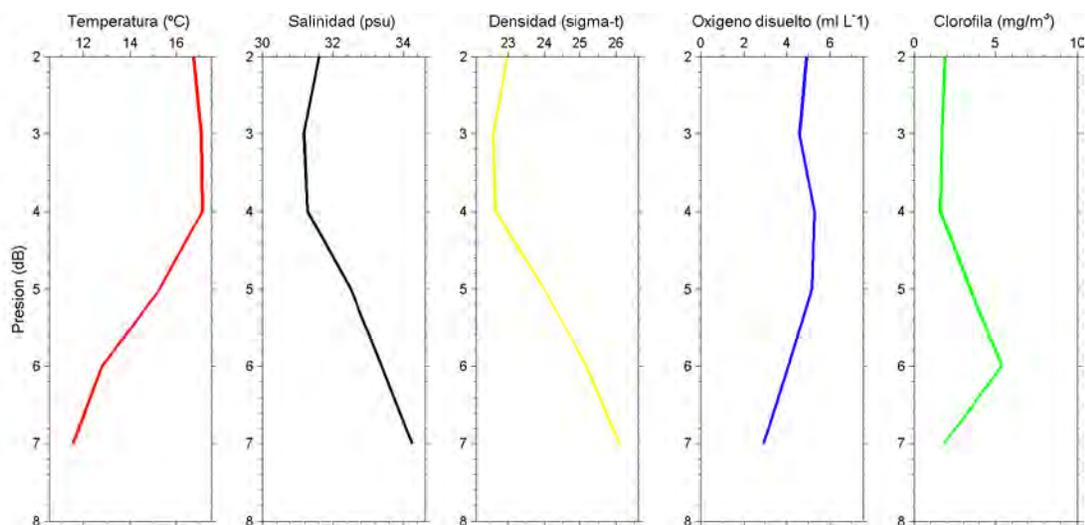
Anexo 4-6. Perfiles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L^{-1}) y Clorofila-a (mg m^{-3}) en la estación 6. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



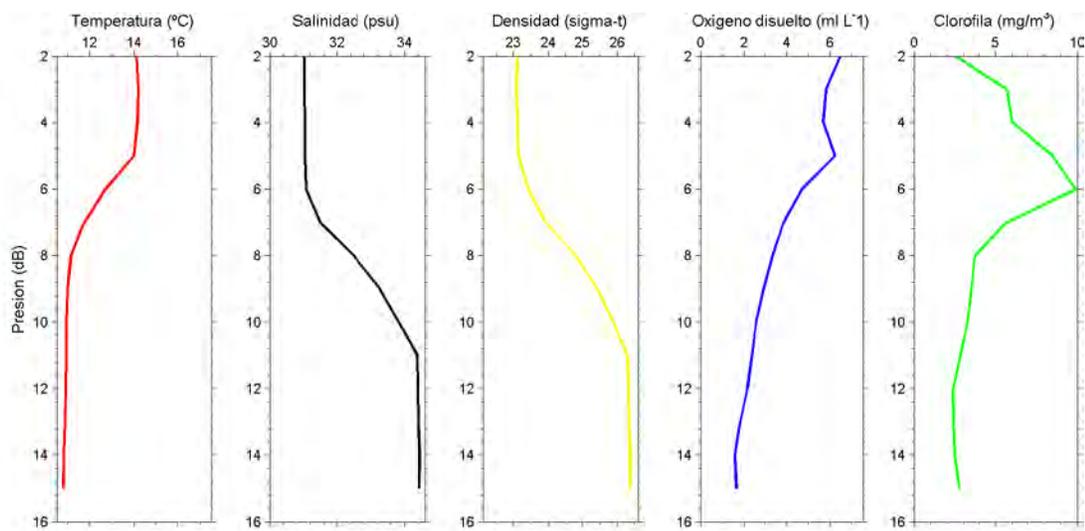
Anexo 4-7. Perfiles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L^{-1}) y Clorofila-a (mg m^{-3}) en la estación 7. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



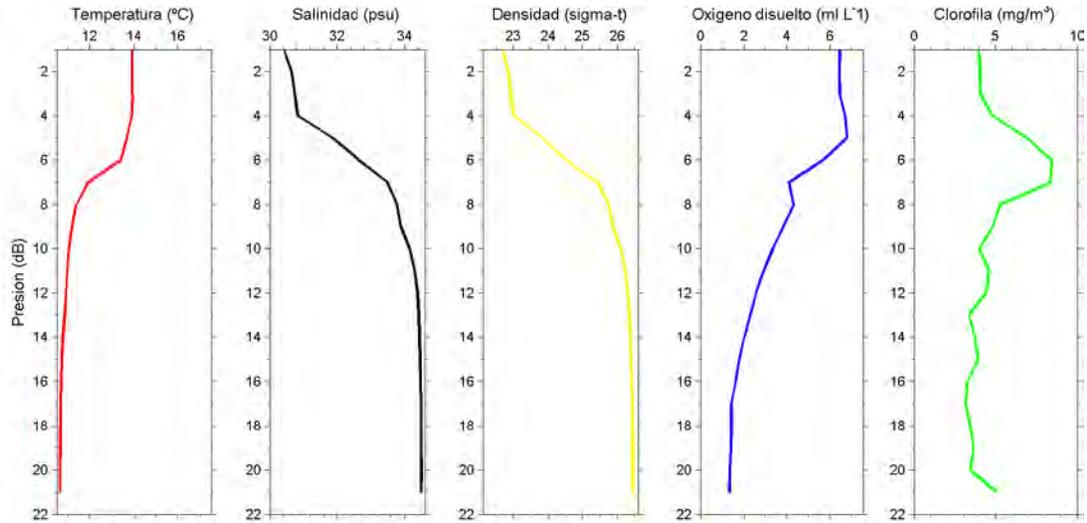
Anexo 4-8. Perfiles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L^{-1}) y Clorofila-a (mg m^{-3}) en la estación 8. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



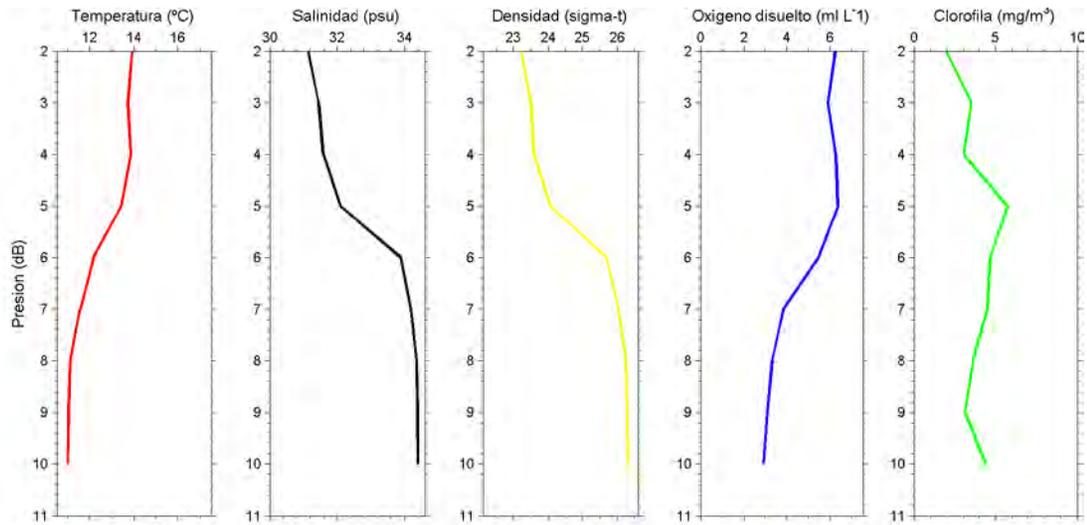
Anexo 4-9. Perfiles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L^{-1}) y Clorofila-a (mg m^{-3}) en la estación 9. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



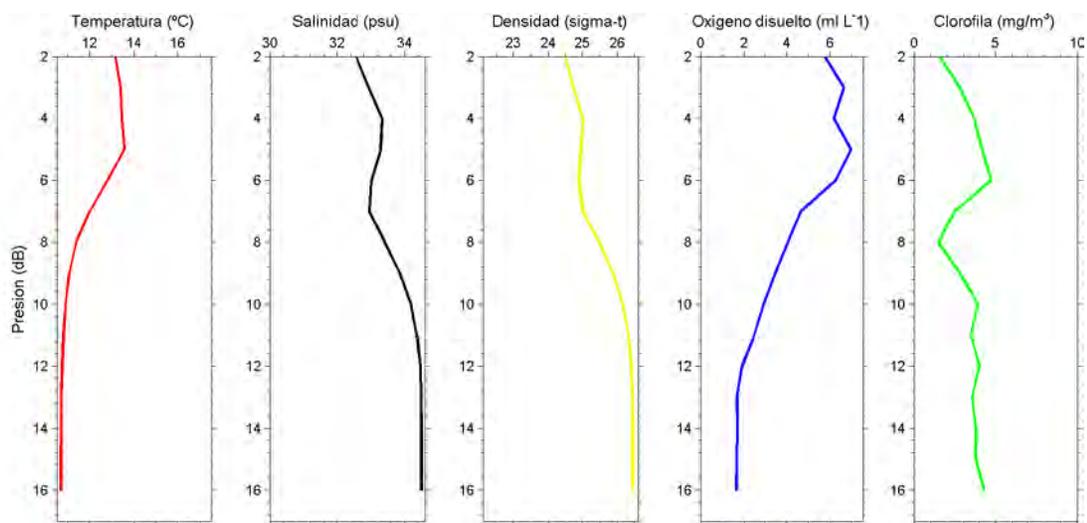
Anexo 4-10. Perfiles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L^{-1}) y Clorofila-a (mg m^{-3}) en la estación 10. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



Anexo 4-11. Perfiles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L^{-1}) y Clorofila-a (mg m^{-3}) en la estación 11. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



Anexo 4-12. Perfiles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad (psu), Densidad (sigma-t), Oxígeno Disuelto (ml L^{-1}) y Clorofila-a (mg m^{-3}) en la estación 12. Campaña del 08 de Octubre de 2013.



Anexo 4-13. Perfiles de Temperatura (°C). Salinidad (psu). Densidad (sigma-t). Oxígeno Disuelto (ml L-1) y Clorofila-a (mg m-3) en la estación 13. Campaña del 08 de Octubre de 2013.

V. ANALISIS SATELITAL

5.1. INTRODUCCIÓN

La oceanografía satelital permite la observación del océano y sus variables, permitiendo tener un mejor entendimiento de los procesos oceanográficos físicos (en este caso la temperatura superficial del Mar, TSM) y biológicos (en este caso la clorofila, Cl-a) que ocurren en la capa superficial del océano. Además, constituye una herramienta robusta para la obtención de datos puntuales geo-referenciados, la elaboración de series de tiempo y el análisis de la variabilidad espacial y temporal de éstas y otras variables. En el presente reporte, se analiza información satelital para dar cuenta de la variabilidad en el espacio y en el tiempo de la TSM y la Cl-a en el radio cercano de la Bahía de Coronel que está ubicada en el lado oriental del Golfo de Arauco, en las coordenadas 37°02'S y 73°10'W evidenciando una orientación hacia el SW.

Los objetivos de este análisis son:

- i) analizar la variabilidad espacial de la TSM y la Cl-a en el área frente a la región del Biobío.
- ii) Analizar la variabilidad temporal de la TSM y la Cl-a frente a la Bahía de Coronel.
- iii) Comparar la condición oceanográfica al interior de la bahía con las condiciones al exterior de ésta.

5.2. OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS IMÁGENES

Con el fin de evaluar las condiciones térmicas, y de productividad biológica en el contexto regional, además de obtener información para contrastar los resultados provenientes de mediciones hidrográficas evaluadas *in situ* (Bahía de Coronel), se utilizó información satelital. Para los meses de Diciembre de 2012 y Enero-Octubre de 2013, se obtuvieron datos satelitales de temperatura superficial del mar y clorofila desde el Programa MODIS Aqua Level-2 Globales, con una resolución espacial de 1x1 km y temporal diaria, desde el sitio OceanColor Web (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/ftp.html>). Las imágenes fueron escaladas y corregidas atmosféricamente con el software Matlab 2010b, para obtener finalmente valores de temperatura (en grados Celsius) y clorofila (expresadas en mg m⁻³) para la región costera frente a la región del Biobío. Esta metodología, además, permite obtener una serie de tiempo regular sobre las condiciones oceanográficas del área de estudio, tanto del sector de evaluación hidrográfica, como del sector situado inmediatamente afuera de la bahía (**Figura 5.1**) para establecer si éstas áreas presentan el mismo patrón de variabilidad. En el presente informe se muestra en detalle lo ocurrido durante el mes de Octubre 2013.

Debido a que una de las principales limitaciones de los sensores infrarrojos es que no obtienen información en zonas con cobertura nubosa, se implementó una metodología de interpolación en tres dimensiones que considera la variabilidad en el espacio y tiempo de los datos para su interpolación, (Marcotte D. 1991, Navarro *et al.* 2004) denominada co-kriging, con el propósito de mejorar la cobertura de información sin perder la variabilidad espacial y temporal propia del área de estudio. De esta manera se realizaron composiciones semanales de ambas variables y se contrastaron con los resultados obtenidos en las mediciones *in situ*.

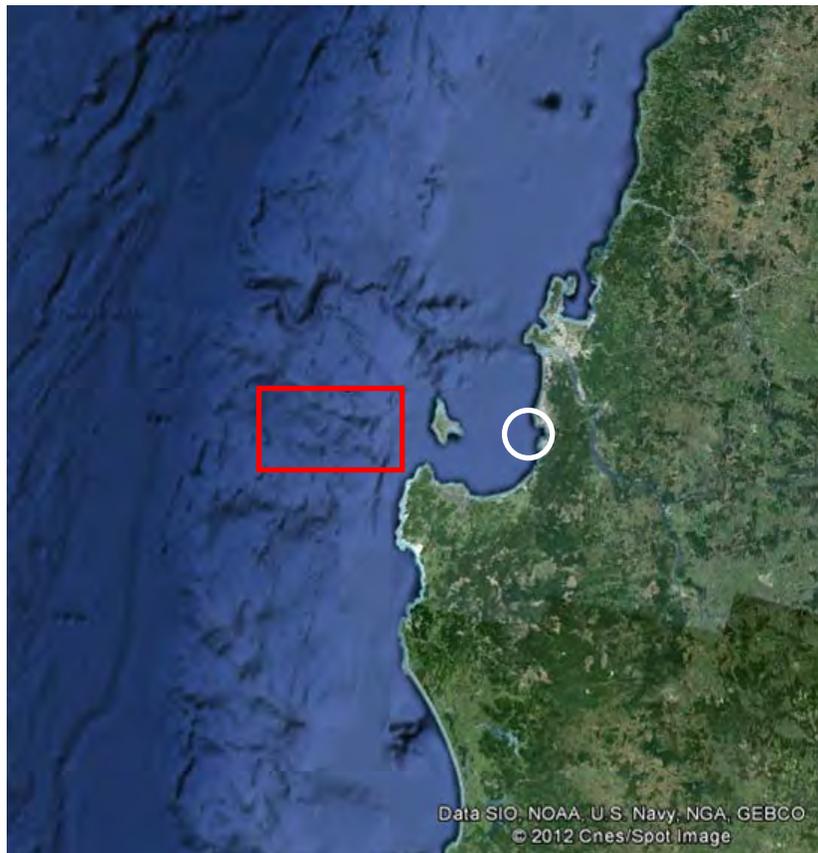


Figura 5.1. Área de estudio para la evaluación de la oceanografía satelital (rectángulo rojo) y zona de emplazamiento de proyecto (círculo blanco).

5.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.3.1.- Temperatura Superficial del Mar (TSM)

La **Figura 5.2** muestra la distribución espacial de la TSM colapsada semanalmente para el mes de Octubre de 2013. Las distribuciones espaciales de la TSM por semana revelan, en general, un sistema bastante homogéneo con gradientes débiles en las últimas semanas del mes. De esta manera, el sistema estuvo caracterizado por aguas entre 11 y 13,5°C. Durante la tercera semana del mes de Octubre existió una gran cobertura nubosa que impidió obtener una buena descripción espacial. Las dos últimas semanas del mes evidenciaron diferencias débiles entre el sector costero y el oceánico, con aguas comparativamente más cálidas al interior de las bahías que caracterizan al sector evaluado.

Para contrastar la variabilidad térmica en la escala semanal ocurrida inmediatamente afuera del área de prospección hidrográfica (sector norte de Bahía de Coronel), se extrajo la información de cada imagen compuesta (semanal) del área comprendida entre los 37°-37°10'S y los 73°30'-74°W (océano inmediatamente adyacente), para conformar una serie de tiempo semanal que se muestra en la **Figura 5.3**. En esta serie se evidencia la alternancia de anomalías positivas y negativas que establecen dos periodos bien marcados. Para el periodo Diciembre-Febrero se observa la prevalencia de anomalías positivas con un periodo neutro a comienzos de Enero. Posteriormente el periodo Marzo-Junio muestran una disminución sostenida de la temperatura que en el contexto global de la serie constituyen anomalías negativas (aguas más frías) alcanzando el nivel más bajo en la ultima semana de Junio y manteniéndose hasta Septiembre. A partir de la segunda semana de Octubre se observa un alza sostenida de las temperaturas alcanzando temperaturas medias en torno a los 13,1 en el sector exterior de la bahía de Coronel, aunque siguen constituyendo anomalías levemente negativas. Con fines comparativos, se contrastó la señal satelital de la TSM del área situada inmediatamente fuera de Bahía de Coronel con el promedio de la temperatura superficial del mar medido en las estaciones de muestreo hidrográfico del sector norte de Bahía de Coronel (mostrada con asterisco en la **Figura 5.3**). La comparación evidenció dos situaciones, primero una condición más fría observada en la campaña de Diciembre de 2012 y Febrero de 2013 y una condición similar o más cálida en las campañas de Enero, Marzo, Abril, Mayo y Junio y particularmente más cálida en la semana de Julio de 2013 en el sector de evaluación hidrográfica respecto al área oceánica adyacente. En el presente mes de evaluación la temperatura registrada en la bahía fue notoriamente superior al área oceánica adyacente, similar a lo sucedido en Julio.

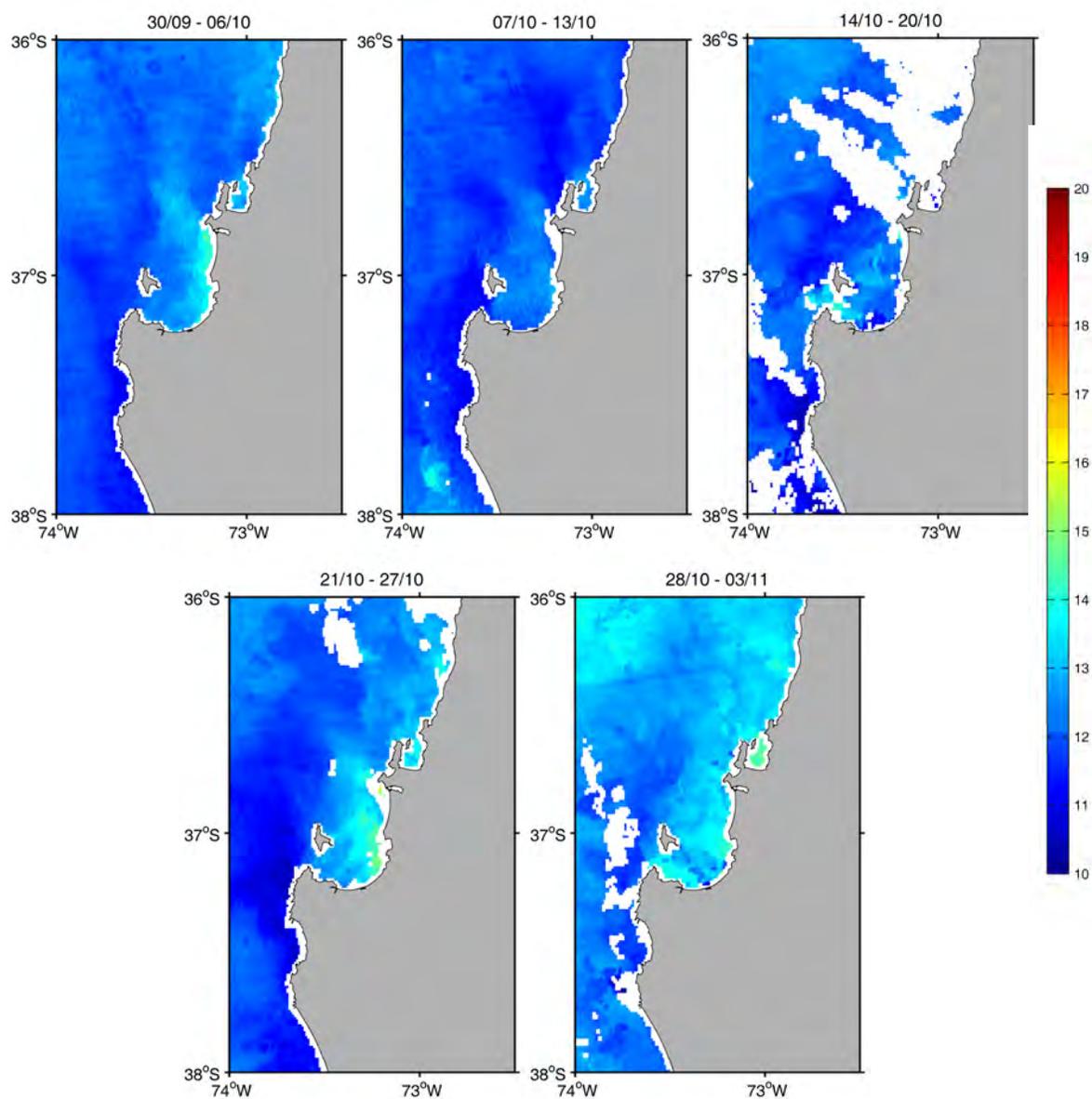


Figura 5.2. Distribución espacial de la temperatura satelital en la escala semanal, para el mes de Octubre de 2013.

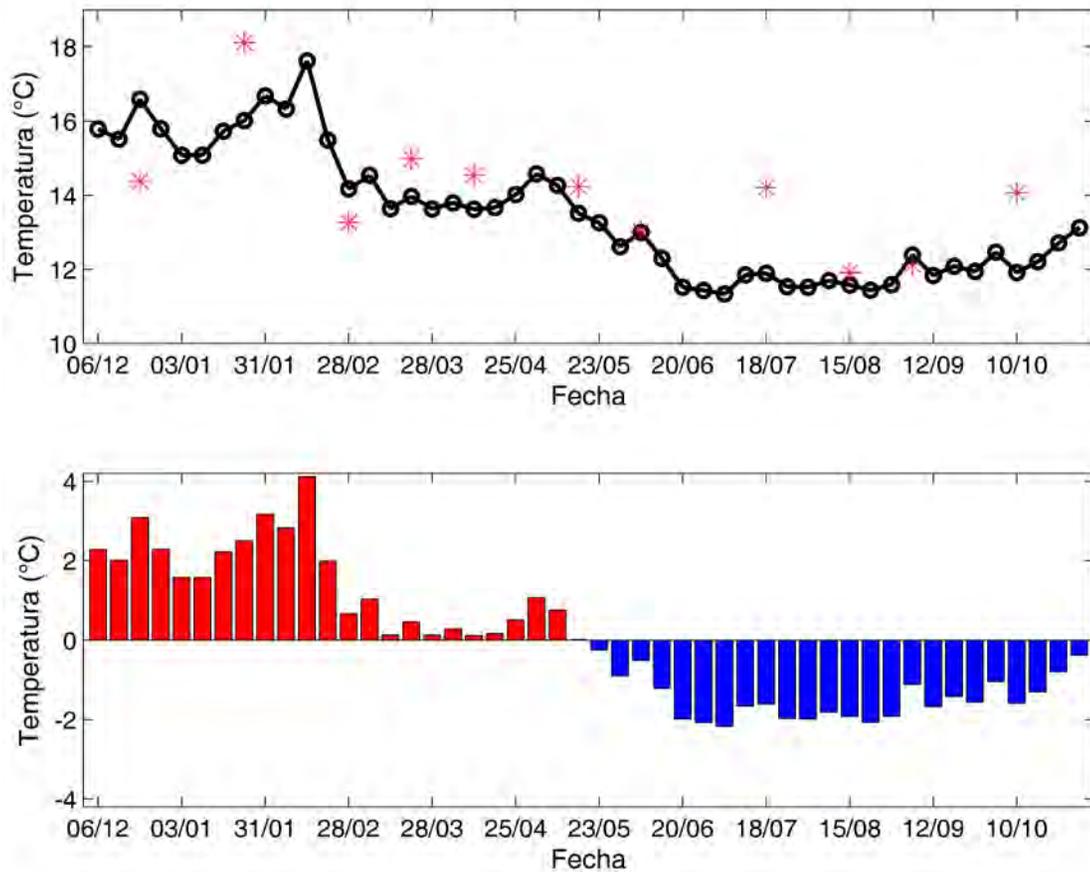


Figura 5.3. Panel superior: Serie de tiempo semana del promedio de temperatura satelital para el área comprendida entre los 37°-37°10'S y los 73°30'-74°W. Panel inferior. Serie de tiempo de anomalías de la TSM satelital para el período de evaluación.

5.3.2.- Clorofila superficial

La **Figura 5.4** muestra la distribución espacial de la clorofila superficial entre los días 30 de Septiembre y 03 de Noviembre de 2013. Las distribuciones semanales de esta variable revelan un gradiente zonal (costa-océano) en todas las semanas evaluadas. Destacan altas concentración de de clorofila-a en regiones cercanas a la costa, especialmente en la Bahía de Concepción y el fondo de saco y sector oriental del golfo de Arauco en donde se registraron niveles por sobre los 10 mg m^{-3} que tendieron a extenderse costa afuera en algunos sectores en forma de filamentos. Durante la tercera semana se observa una disminución en la concentración de clorofila-a en el sector costero. Estas concentraciones contrastaron con lo observado en la zona oceánica adyacente donde se observaron concentraciones notoriamente menores ($<0,5 \text{ mg m}^{-3}$).

Para contrastar la variabilidad de la clorofila en la escala semanal ocurrida inmediatamente afuera de la bahía de Coronel, se extrajo la información de cada imagen compuesta (semanal) del área comprendida entre los 37° - $37^{\circ}10'S$ y los $73^{\circ}30'$ - $74^{\circ}W$. La **Figura 5.5** muestra la serie de tiempo semanal de la clorofila superficial en el sector seleccionado, revelando en general concentraciones medias por sobre los 5 mg m^{-3} , con una marcada tendencia creciente a lo largo del mes de Diciembre de 2012 disminuyendo hacia fines del mes de Enero de 2013 y aumentando notoriamente en la última semana de Febrero donde se observó la máxima anomalía de la serie analizada. Entre Marzo y Mayo se observa un marcado descenso en las concentraciones de clorofila-a con anomalías que se mantienen positivas en Marzo, pero cambian a anomalías negativas durante los meses de Abril y Mayo, alcanzando su nivel más bajo durante la última semana de Mayo. Durante Junio y Julio, se observa un leve incremento de la concentración de clorofila-a aunque se mantienen las anomalías negativas. En el mes de Agosto y Septiembre se observa un marcado incremento en la concentración de clorofila-a constituyendo anomalías positivas en el contexto global de la serie de tiempo evaluada en el área de estudio Esta situación se acentúa durante Octubre en donde se observó un incremento significativo que constituyó las más altas anomalías positivas de clorofila en la serie, lo que solo se vio interrumpido por una disminución durante la tercera semana de este mes. En todas las campañas la concentración de clorofila-a medida al interior de la bahía de Coronel fue inferior a lo medido por el satélite en la zona oceánica adyacente. En la campaña de Septiembre esta comparación no fue factible de realizar por existir una alta cobertura nubosa durante la semana de evaluación hidrográfica.

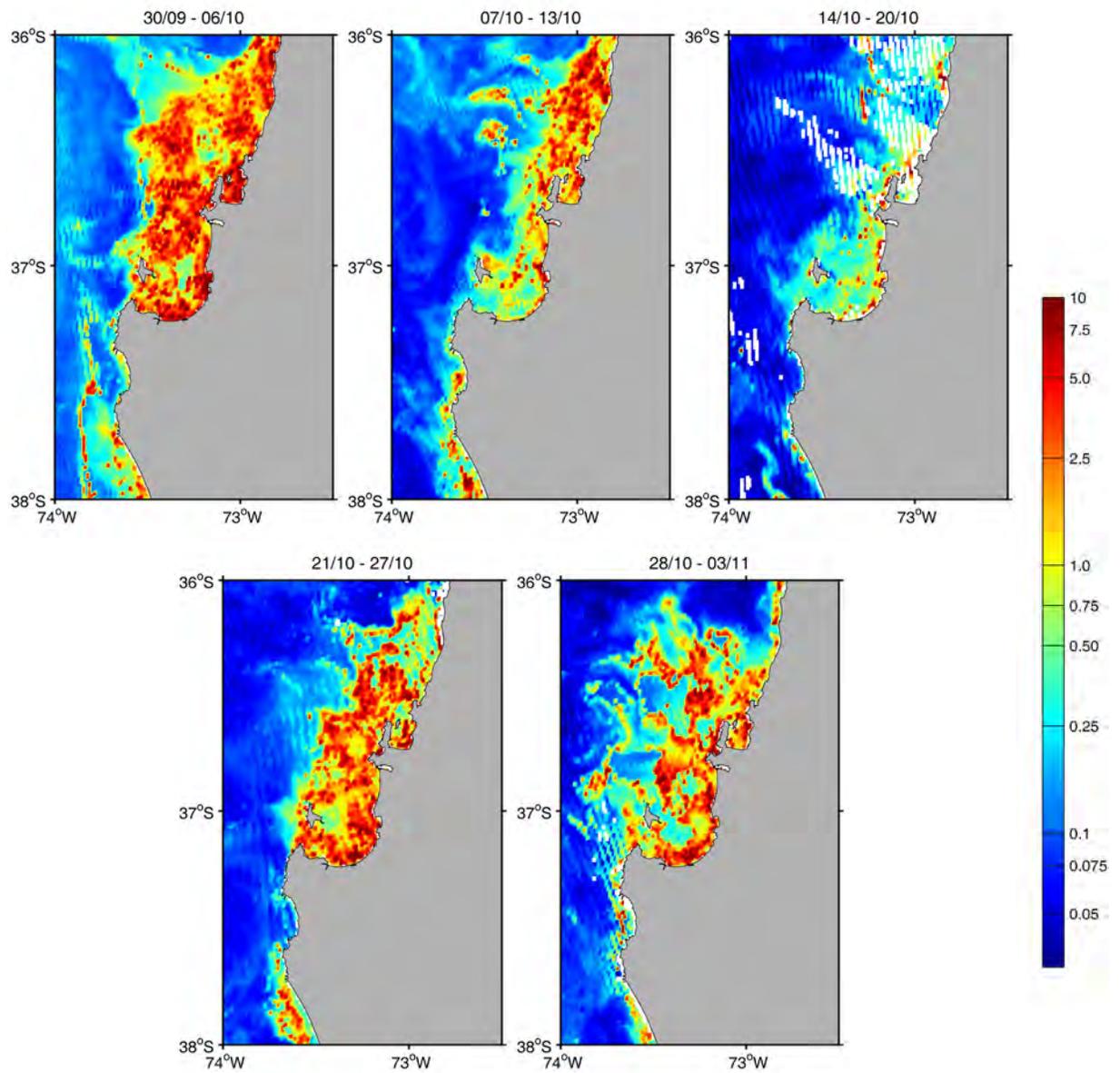


Figura 5.4. Distribución espacial de la clorofila satelital en la escala semanal, para el mes de Octubre de 2013.

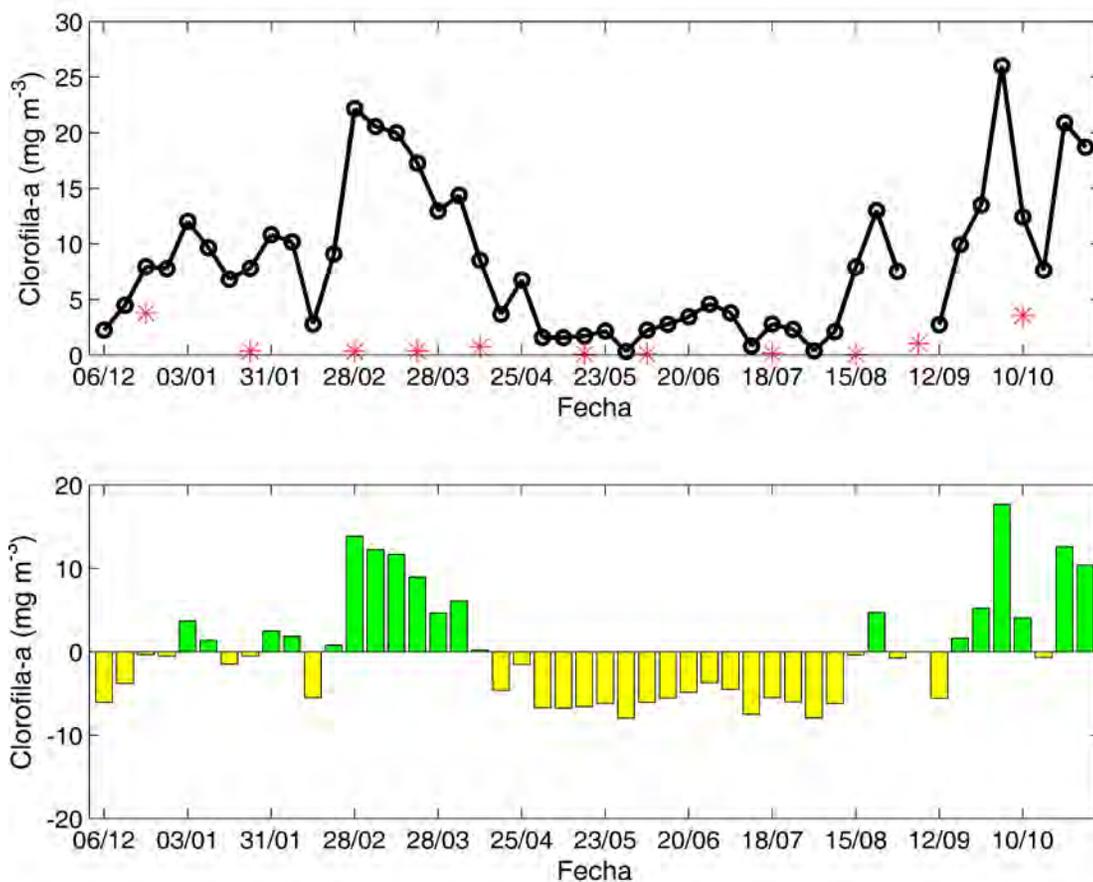


Figura 5.5. Panel superior: Serie de tiempo semana del promedio de la clorofila satelital para el área comprendida entre los 37°-37°10'S y los 73°30'-74°W. Panel inferior. Serie de tiempo de anomalías de la clorofila satelital para el periodo de evaluación.

VI. ESTUDIOS DE TOXICIDAD

6.1. INTRODUCCIÓN

Para determinar los efectos tóxicos y evaluar los cambios que pudieran inducir los residuos de la actividad antrópica en los sistemas biológicos, se han implementado diferentes pruebas experimentales conocidas como pruebas de toxicidad (Chapman 1995).

Los ensayos ecotoxicológicos (generalmente denominados bioensayos) han sido una herramienta ampliamente utilizada para determinar el grado de toxicidad de diferentes sustratos (sedimento, agua, riles, etc.). Estas experiencias han sido incorporadas en la legislación ambiental de EEUU y Europa con el fin de medir en forma objetiva, a través de un sustrato biológico, la calidad de los diferentes sustratos desde el punto de vista de la contaminación orgánica e inorgánica.

Entre los experimentos de ecotoxicología se encuentra el bioensayo agudo, que se caracteriza porque la respuesta que mide es la muerte de los individuos. Otro tipo de estudios son los ensayos crónicos donde se determina un efecto colateral, es decir, un efecto que no provoque la muerte. Entre las respuestas a medir en los bioensayos crónicos se destacan: cambios en el comportamiento, inhibición de la capacidad de fertilización, disminución de la reproductividad, etc.

En los diferentes bioensayos ecotoxicológicos se utilizan organismos de especies que han sido previamente evaluadas para determinar su utilidad en este tipo de experiencias. Las características que estas especies deben presentar son las siguientes: fácil de obtener o cultivar, fácil mantenimiento en laboratorio ser abundante durante todo el año, sensible a los tóxicos, los resultados de los experimentos deben ser repetibles, etc.

Para la realización de este estudio se utilizarán las siguientes especies: *Dunaliella tertiolecta* (microalga/productor), *Emerita análoga* (crustáceo consumidor primario y detritívoro habitante del intermareal), *Tisbe longicornis* (crustáceo detritívoro, habitante del zooplancton), *Aulacomya ater* (consumidor tipo filtrador, bentónico).

6.2. OBJETIVO

- Evaluar la toxicidad aguda en agua de mar de diferentes especies expuestas al agua de descarga de la central Bocamina, Unidad 1 y 2.

6.3 MATERIALES Y MÉTODOS

6.3.1 Estaciones de muestreo.

El muestreo fue realizado durante el día 8 de octubre del 2013, a bordo de una lancha pesquera artesanal, la cual fue equipada con el instrumental científico adecuado para este tipo de estudios. Se tomó muestras de agua de tres estaciones, las cuales son E1, E2 y E3. Estaciones que se pueden observar en la **Figura 6.1**.



Elaboración: Ingeniería Endesa Latam, 2012

Figura 6.1. Ubicación de las estaciones de muestreo de agua para la realización de ensayos de toxicidad. Octubre, 2013.

6.3.4 Bioensayos

6.3.4.1 Bioensayo con *Tisbe longicornis*

En este bioensayo se utilizó como sustrato biológico juveniles del copépodo *Tisbe longicornis*, los cuales se obtuvieron de cultivos de laboratorio. La batería de recipientes son envases de 30 mL de volumen, con 10 mL de la cada una de las muestras de agua de mar para evaluar. Se expusieron 5 ejemplares por réplica, con 4 réplicas por tratamiento, por un período de 48 horas. Al término del período de exposición, se contabilizaron los individuos que no presentan movilidad, presumiéndose su muerte. Los resultados fueron expresados en porcentaje de supervivencia de *T. longicornis*

6.3.4.2 Bioensayo con *Dunaliella tertiolecta*

El protocolo de este bioensayo con microalgas se basa en la Norma Chilena oficial NCh2706.Of2002: Calidad de Agua- bioensayo de inhibición del crecimiento de algas en agua dulce con *Selelnastrum capricornutum* (*Raphidocelis subcapitata*), adaptado para microalgas marinas. (Cifuentes et al, 1998).

La unidad experimental son tubos de ensayo, los cuales fueron tratados con las muestra de las estaciones en estudio. Este ensayo fue realizado en triplicado con un tiempo de exposición de 96 horas. Los resultados fueron expresados en tasa de crecimiento (porcentaje) de *D. tertiolecta*.

6.3.4.3 Bioensayo con *Emerita análoga*

Por cada unidad experimental se introdujeron 10 ejemplares juveniles del crustáceo *E. analoga* (chanchito de mar). Los ensayos se realizaron en triplicado. Exponiendo a los organismos al agua obtenida de las diferentes estaciones de muestreo. El tiempo de exposición bioensayo fue de 96 horas. Los resultados fueron expresados en porcentaje de supervivencia.

6.3.4.4 Bioensayo con *Aulacomya ater*

Se extrajeron juveniles del bivalvo *A. ater* (Cholga) desde Caleta Tumbes, luego en laboratorio se utilizaron 10 organismos por unidad experimental. Los ensayos se realizaron en triplicado con las muestras de agua de las tres estaciones en estudio. El efecto agudo se expresó como porcentaje de supervivencia en un tiempo de exposición de 96 horas.

6.3.5 Controles experimentales

Control negativo

Al realizar experiencias de tipo científico, es necesario tener un control que permita comparar nuestros resultados. Los resultados obtenidos de los ensayos deben ser comparados con el obtenido en el control, el cual se caracteriza por no presentar tóxicos.

Debido a que el control negativo está libre de contaminación, el porcentaje de supervivencia o fertilización debe superar el 90 %.

6.3.6 Análisis estadístico de la información

Los resultados registrados en la muestra control se compararán con aquellos de las distintas muestras de la pluma de descarga y área control usando el paquete estadístico del programa TOXSTAT o uno análogo. Donde haya diferencias en los valores medidos, su significancia se establecerá, previa verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, aplicando un análisis de varianza seguido del test de Dunnett.

6. 4 RESULTADOS

6.4.1 Bioensayos con *Tisbe longicornis*

En la siguiente **Tabla 6.1**, se muestran los resultado del bioensayo agudo realizado con juveniles de *Tisbe longicornis* expuestos a las muestras de agua de mar de Bahía Coronel. Ver Informe de resultados N° 11-21-2013 en anexos.

Tabla 6.1. Toxicidad aguda sobre el copépodo *Tisbe longicornis* expuesto por 48 horas a las muestra de agua de mar. Octubre, 2013.

| Estación | Supervivencia Promedio |
|----------|------------------------|
| Control | 100% |
| E-1 | 100% |
| E-2 | 100% |
| E-3 | 100% |

En la presente campaña, Octubre 2013, *T. longicornis* presentó porcentajes de supervivencia del 100% en las tres muestras en estudio y en el grupo control.

6.4.2 Bioensayos con *Dunaliella tertiolecta*

En la **Tabla 6.2**. se presentan los resultados del bioensayo de toxicidad con la microalga *D. tertiolecta*, expuesta a las muestras de agua de mar de tres estaciones de bahía Coronel. Ver informe de resultados en anexos LB-BIOE-R-05/1444.

Tabla 6.2. Tasa de crecimiento (k , div./día) de *Dunaliella tertiolecta* en agua de mar. El valor de k del control se considera como 100%. Octubre, 2013.

| | N (cel mL ⁻¹ X10 ⁵) | K (div.dia ⁻¹) | %k | % Inhibición de k | % Activación de k |
|---------|---|----------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|
| Control | 4,27 | 1,35 | 100,0 | -- | -- |
| E-1 | 4,36 | 1,36 | 100,7 | -- | 0,7 |
| E-2 | 4,75 | 1,39 | 103,0 | -- | 3,0 |
| E-3 | 5,34 | 1,43 | 106,3 | -- | 6,3 |

No se observó inhibición del crecimiento de *D. tertiolecta* en las tres muestras ensayadas de Bahía Coronel. Dos muestras (E-2 y E-3) produjeron una leve estimulación del crecimiento del alg en estudio (3,0% y 6,3% respectivamente).

6.4.3 Bioensayos con *Emerita analoga*

En la **Tabla 6.3** se presentan los resultados de los bioensayos realizados con las muestras de agua de mar de Bahía Coronel con la especie *E. análoga*. Ver Informe de resultados N° 11-22-2013 en anexos.

Tabla 6.3. Toxicidad aguda sobre *E. analoga* al ser expuesto por 96 horas a las muestra de agua de mar. Octubre, 2013.

| Estación | Supervivencia Promedio |
|----------|------------------------|
| Control | 100% |
| E-1 | 100% |
| E-2 | 100% |
| E-3 | 100% |

Las tres muestras de agua en estudio y el grupo control presentaron porcentajes de supervivencia del 100%.

6.4.4 Bioensayos con *Aulacomya ater*

A continuación, en la **Tabla 6.4.** se presentan los resultado del bioensayo con *A. ater* expuestos a las muestras de agua de mar de Bahía Coronel, para la campaña Octubre, 2013. En Anexos se presenta el informe de resultados N° 11-23 -2013

Tabla 6.4. Toxicidad aguda sobre el bivalvo *A. ater* al ser expuesto por 96 horas a las muestra de agua de mar de estaciones en estudio. Septiembre, 2013.

| Estación | Supervivencia Promedio |
|----------|------------------------|
| Control | 100% |
| E-1 | 100% |
| E-2 | 100% |
| E-3 | 100% |

Aulacomya ater presentó supervivencias del 100% en los ensayos realizados con las muestras de agua de las tres estaciones en estudio y el grupo control.

6.5. CONCLUSIONES

En la presente campaña, correspondiente al mes de Octubre del 2013, las especies: *T. longicornis*, *E. analoga* y *A. ater* presentaron porcentajes de supervivencia del 100% en las tres muestras de agua de las estaciones en estudio (E1, E2 y E3).

En el ensayo realizado con la microalga *D. tertiolecta* no se observó inhibición del crecimiento en las muestras de agua de Bahía Coronel. Dos de las estaciones en estudio produjeron una leve estimulación del crecimiento poblacional de esta microalga.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente campaña (Octubre, 2013), éstos indican que las muestras de agua de mar de Bahía Coronel, en las tres estaciones en estudio (E1, E2 y E3), no presentan toxicidad para las especies ensayadas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AHUMADA, R. 1989. Producción y destino de la biomasa fitoplanctónica en un sistema de bahías en Chile central: una hipótesis. *Biología Pesquera (Chile)* 18:53-66.
- ANDRADE J & LIÑERO I (1993) Sustratos energéticos en *Americanuphis magna* y su uso como dieta de camarones. From discovery to commercialization (Resumen). *European Aquaculture Society. Special Publication*. 19: 106 pp.
- ANDRADE J & LIÑERO I (1993) Aspectos etológicos de *Americanuphis magna* Andrews (Polychaeta: Onuphidae). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ, Oriente*, 32 (1 y 2): 11 16.
- ANDRADE J (1994) Algunos aspectos sobre la biología de *Americanuphis magna* (Polychaeta; Annelida). Tesis de Mestría. Postgrado en Ciencias Marinas, mención Biología Pesquera. Universidad de Oriente 116 p.
- BARANGE M, FIELD J, HARRIS R, EILEEN , HOFMANN E, PERRY RI an WERNER F (2010) *Marine Ecosystems and Global Change*. Oxford University Press. ISBN 9780199558025.
- BARTHA, A., ALVERA-AZCÁRATE, A., TROUPIN, C., OUBERDOUS, M., BECKERS, JM. 2010. A web interface for gridding arbitrarily distributed in situ data based on Data-Interpolating Variational Analysis (DIVA). *Advances in Geosciences*, 28: 29-37, doi:10,5194/adgeo-28-29-2010 <http://www.advgeosci.net/28/29/2010/adgeo-28-29-2010.html>.
- BIGGS B (1996) Response Patterns in Benthic Algae of Stream. 31 - 56. In: *Algal Ecology. Freshwater benthic ecosystems*. Stevenson J., Bothwell M. & R. Love Eds. Academic Press. 753 pp.
- BOLTOVSKOY, D. (ED). 1981. ATLAS DEL ZOOPLANCTON DEL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL Y MÉTODOS DE TRABAJO CON EL ZOOPLANCTON MARINO. PUBLICACIÓN ESPECIAL DE INIDEP, MAR DEL PLATA, ARGENTINA. 936 P.
- BUCHANAN J & KAIN J (1971). Measurement of the physical and chemical environment, in: Holme, N.A. *et al.* (Ed.) (1971). *Methods for the study of marine benthos. IBP Handbook*, 16: pp. 30-58
- CHAPMAN P. 1995 Bioassay testing for Australia as part water quality assessment programmes. *Australian Journal of Ecology*. 20: 7-19
- CIFUENTES. A, SILVA. J, E. BAY-SCHMITH & A. LARRAIN. (1998) bioensayo de inhibición del crecimiento de algas de agua dulce con *Salenastrum capricornatum* (*Raphidocelis subcapitata*), adaptado para microalgas marinas. *Gayana Oceanol.* 61 (1-2):1-9.
- CONAMA. 2004. Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas. Comisión Nacional del medio Ambiente. Santiago, Chile.

- CLEMENTS & NEWMAN M (2002) Community ecotoxicology. Joh Wiley and sons, Chchester, Reino Unido. 336 pp.
- FAÚNDEZ, P; C. MORALES Y D. ARCOS. 2001. Variabilidad espacial y temporal en la hidrografía invernal del sistema de bahías frente a la VIII región (Chile centro-sur). Rev. Chil. Hist. Nat. 74(4):817 – 831.
- FIGUEROA, R [et. al.] (2003) Macroinvertebrados Bentónicos Como Bioindicadores De Calidad De Agua De Ríos Del Sur De Chile. Revista Chilena De Historia Natural. 76. P. 191-201.
- FRANCO L, DE LA CRUZ G, CRUZ A, ROCHA A, NAVARRETE N, FLORES G, KATO E, COLÓN S, ABARCA L & BEDIA C (1989) Manual de ecología, trillar, Mexico 266 pp.
- GIMENEZ F (2000) Bioindicators. Tools for the Impact Assessment of Aquaculture Activities on the Marine Communities. In : Environmental Impact Assessment Of Mediterranean Aquaculture Farms; Proceedings Of The Seminar Of The Ciheam Network On Technology Of Aquaculture In The Mediterranean (Tecam), Jointly Organized By Ciheam And Fao, Zaragoza (Spain), 17-21 January 2000.
- GRIFFITHS, F. B. G. H. Brown, D.D. Ried & R.R. Parker. 1984. Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter sub-samples. J. Plank. Res., 6(5):721-731.
- HARRIS, R.P., P.H. WIEBE, J. LENZ, H.R. SKJODAL & M. HUNTLEY. 2000. Zooplankton methodology manual. Academic Press. 684 p.
- Mac Donald et al. (1996). Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida Coastal Waters. Ecotoxicology 5: 253:278.
- MONTES, R. & R. QUIÑONES. 1999. The effect of rainfall and runoff of the Biobío and Itata rivers on the landing of the clams *Protothaca thaca* and *Venus antiqua* in central-south Chile. Revista Chilena de Historia Natural 72: 13-30.
- MUÑOZ P & SALAMANCA M (2001) Flujo De Plomo Particulado A Los Sedimentos Marinos Y Su Incorporación En *Paraprionospio Pinnata* (Polychaeta: Spionidae) En Bahía Concepción (36° Lat. S), Chile. *Gayana (Concepc.)*. [Online]. 2001, Vol.65, No.2, P.155-166.
- NEWMAN M & UNGER M (2003) Fundamentals of Ecotoxicology. Lewis Publisher, Estados Unidos. 458 pp.
- PARSONS, T.R., Y. MAITA & C.M. LALLI. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. 172 pp. Pergamon Press.
- PARRA O & BICUDO C (2006) Introducción a la biología y sistemática de microalgas de aguas continentales. Universidad de Concepción, pp.171 – 178.
- REYNOLDS C, HUSZAR V, KRUK C, NASELLI-FLORES L & MELO S (2002) Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. Journal of Plancton research 24 (5): 417 – 428.

- RIVERA P (1983) A Guide for References and Distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18°28'S and 58°S. *Bibliotheca Diatomologica* Vol. 3, 386 pp.
- RIVERA P (2006) Estado de conocimiento de las diatomeas dulceacuícolas de Chile. *Gayana* 70 (1): 1-7.
- ROUND F, CRAWFORD R & MANN D (1996) *The Diatoms. Biology and morphology of the genera.* Cambridge Univ. Press. Cambridge. 735 pp.
- SEA-BIRD ELECTRONICS. 2011. SEASOFT V2: SBE Data Processing, Sea-Bird Electronics, Inc, Washington, USA, 152 p.
- SOBARZO, M. E. SANSONE, A. MAIO, M. SALAMANCA & J. HENRÍQUEZ. 1993. Oceanografía física del Golfo de Arauco: variabilidad espacio-temporal de la estructura hidrográfica del Golfo de Arauco, Volumen 4, Centro EULA-Chile. Serie de Monografías Científicas, Concepción, Chile, 64 pp, + figuras.
- STOERMER E & SMOL J (2004) *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences.* Cambridge University Press. 469 pp.
- TROUPIN, C., MACHÍN, F., OUBERDOUS, M., SIRJACOBS, D., BARTH, A., BECKERS, JM. 2010. High-resolution Climatology of the North-East Atlantic using Data-Interpolating Variational Analysis (Diva). *Journal of Geophysical Research*, 115: C08005, doi: 10.1029/2009JC005512, <http://www.agu.org/pubs/crossref/2010/2009JC005512.shtml>.
- Universidad de Playa Ancha y Oikos Chile S.A.. 2002. Antecedentes científico-técnicos para la generación de la norma de calidad secundaria de sedimentos marinos y lacustres. Informe Final. Comisión Nacional del medio Ambiente. Obispo Donoso N° 6, Providencia. Santiago, Chile.
- WARWICK R (1986) A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities, *Mar. Biol.*, 92, 557-562.
- WETZEL R & LIKENS G (2001) *Limnological analyses.* 3th ed. Springer-Verlag, Nueva York. 391 p.
- WETZEL R (2001) *Limnology. Lake and River Ecosystems.* Third Ed. Academic Press, San Diego. xvi, 1006 pp.
- Wu J (1999) A generic index of diatom assemblages as bioindicator of pollution in the Keelung River of Taiwan. *Hydrobiologia* 397: 79-87.



SERVICIO DE LABORATORIO INFORME DE RESULTADOS N° 8804

| | |
|-------------------------|---|
| CLIENTE | DEPARTAMENTO ESTUDIOS AMBIENTALES INPESCA |
| ATENCIÓN | LUIS FURET |
| CON CARGO A | PROGRAMA VIGILANCIA AMBIENTAL ENDESA |
| LUGAR DE MUESTREO | BAHÍA CORONEL – CALIDAD COLUMNA DE AGUA |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 08/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 19/11/13 |

| | |
|----------------|---------------|
| TIPO MUESTRA | AGUA DE MAR |
| TIPO MUESTREO | PUNTUAL |
| N° MUESTRAS | 10 |
| FECHA MUESTREO | 08/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:00 – 15:00 |

RESULTADOS

| Identificación Muestras 22455 a 22464 | Análisis | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------|
| | Aceites y Grasas (mg/L) | Cobre (mg/L) | Coliformes Totales (NMP/100mL) | Coliformes Fecales (NMP/100mL) | Cloro Libre Residual (mg/L) | Hierro (mg/L) |
| E/1 | 3,0 | <0,014 | 39 | 24 | <0,02 | <0,15 |
| E/2 | 2,8 | <0,014 | 79 | 49 | <0,02 | <0,15 |
| E/3 | 4,0 | <0,014 | 2,0 | <1,8 | <0,02 | <0,15 |
| E/4 | 2,4 | <0,014 | 23 | 13 | <0,02 | <0,15 |
| E/5 | 1,4 | <0,014 | 350 | 170 | <0,02 | <0,15 |
| E/6 | 2,5 | <0,014 | 240 | 240 | <0,02 | <0,15 |
| E/7 | 2,8 | <0,014 | 13 | 7,8 | <0,02 | <0,15 |
| E/8 | 2,2 | <0,014 | 4,5 | <1,8 | <0,02 | <0,15 |
| E/11 | 1,9 | <0,014 | 14 | 4,5 | <0,02 | <0,15 |
| E/13 | 3,0 | <0,014 | 49 | 22 | <0,02 | <0,15 |
| Fecha Inicio Análisis | 11/10/13 | 16/10/13 | 09/10/13 | | 08/10/13 | 14/10/13 |



| Identificación Muestras 22455 a 22464 | Análisis | | | | |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| | Hidrocarburos Totales (ug/L) | Sólidos Sedimentables (mL/L*h) | Sólidos Suspendedos Totales (mg/L) | Sulfatos (mg/L) | Carbono Orgánico Total (mg/L) |
| E/1 | <1,0 | <0,1 | 37,0 | 2.342 | 4,05 |
| E/2 | <1,0 | <0,1 | 33,0 | 1.850 | 5,03 |
| E/3 | <1,0 | <0,1 | 48,0 | 1.733 | 6,24 |
| E/4 | <1,0 | <0,1 | 33,0 | 2.025 | 8,58 |
| E/5 | <1,0 | <0,1 | 33,0 | 1.567 | 10,15 |
| E/6 | <1,0 | <0,1 | 46,0 | 2.025 | 5,94 |
| E/7 | <1,0 | <0,1 | 50,0 | 2.617 | 4,45 |
| E/8 | <1,0 | <0,1 | 64,0 | 2.121 | 10,07 |
| E/11 | <1,0 | <0,1 | 52,0 | 2.025 | 7,19 |
| E/13 | <1,0 | <0,1 | 60,0 | 2.942 | 10,47 |
| Fecha Inicio Análisis | 17/10/13 | 08/10/13 | 08/10/13 | 14/10/13 | 18/10/13 |

METODOLOGÍAS UTILIZADAS

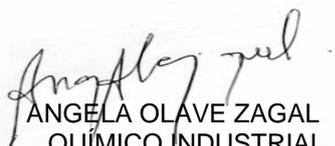
Aceites y Grasas NCh 2313/6 Of1997. Cobre EPA 200.8. Hierro NCh 2313/25 Of1997. Hidrocarburos Totales EPA 8015 B. Sólidos Sedimentables NCh 2313/4 Of1995. Sólidos Suspendedos Totales NCh 2313/3 Of1995. Sulfatos SM 4500 SO4 C. Coliformes Fecales y Totales según Standard Methods for the examination of water and wastewater 21 edition, 2005. Carbono Orgánico Total SM 5310 C. Cloro Libre Residual según método colorimétrico Spectroquant análogo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Método 4500-CI F.

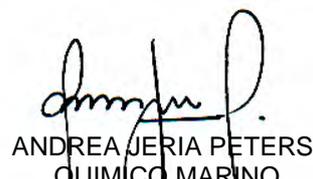
OBSERVACIONES

Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).

Cobre, Hierro, Hidrocarburos Totales, Sulfatos, Coliformes Fecales y Totales y Carbono Orgánico Total análisis contratados a laboratorios externos.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUÍMICO INDUSTRIAL
ANÁLISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUÍMICO MARINO
JEFE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

IIP-LAB-0005 (1)

Informe 8804 página 2 de 2



SERVICIO DE LABORATORIO INFORME RESULTADOS N° 8811

| | |
|-------------------------|---|
| CLIENTE | DEPARTAMENTO ESTUDIOS AMBIENTALES INPESCA |
| ATENCIÓN | LUIS FURET |
| CON CARGO A | PROGRAMA VIGILANCIA AMBIENTAL ENDESA |
| LUGAR DE MUESTREO | BAHÍA CORONEL – CALIDAD FONDO MARINO |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 14/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 18/11/13 |

| | |
|----------------|---------------|
| TIPO MUESTRA | SEDIMENTOS |
| TIPO MUESTREO | PUNTUAL |
| N° MUESTRAS | 10 |
| FECHA MUESTREO | 08/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:00 a 15:00 |

RESULTADOS

| Identificación Muestras 22474 a 22483 | Análisis | | | |
|---|----------------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| | Materia Orgánica (%) | Cobre (mg/Kg) | Hierro (mg/Kg) | Sulfatos (g/Kg) |
| E/1 | 2,89 | 38,08 | 31.123,24 | 0,40 |
| E/2 | 8,21 | 31,71 | 21.521,51 | 1,10 |
| E/3 | 20,91 | 19,39 | 18.090,11 | 0,40 |
| E/4 | 4,44 | 27,14 | 25.849,29 | 0,80 |
| E/5 | 12,50 | 41,66 | 30.564,01 | 1,20 |
| E/6 | 1,54 | 30,00 | 30.297,20 | 0,70 |
| E/7 | 1,65 | 17,47 | 27.045,95 | 0,20 |
| E/8 | 9,71 | 36,25 | 22.700,19 | 0,90 |
| E/9 | 17,70 | 41,27 | 22.517,63 | 1,20 |
| E/10 | 2,99 | 26,66 | 28.041,99 | 0,50 |
| Fecha Inicio Análisis | 04/11/13 | 28/10/13 | 28/10/13 | 21/10/13 |

METODOLOGÍAS UTILIZADAS

Materia Orgánica por Gravimetría - Calcinación a 450 °C. Cobre, Hierro por Standard Methods 3120 B y Sulfatos por INIA 2000.

OBSERVACIONES

Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).
Cobre, Hierro y Sulfatos análisis contratados a laboratorio externo.

ANGELA OLAVE ZAGAL
QUIMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO

ANDREA JERIA PETERS
QUIMICO MARINO
JEFE DE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA
IIP-LAB-0005 (1)

Informe 8811 página 1 de 1



SERVICIO DE LABORATORIO
INFORME RESULTADOS N° 8813

| | |
|-------------------------|---|
| CLIENTE | DEPARTAMENTO ESTUDIOS AMBIENTALES INPESCA |
| ATENCIÓN | LUIS FURET |
| CON CARGO A | PROGRAMA VIGILANCIA AMBIENTAL ENDESA |
| LUGAR DE MUESTREO | BAHÍA CORONEL – CALIDAD ARENA DE PLAYA – BENTOS LITORAL |
| DIRECCIÓN / CIUDAD | PEDRO AGUIRRE CERDA 1013 - CORONEL |
| FECHA RECEPCIÓN MUESTRA | 14/10/13 |
| FECHA ENTREGA INFORME | 14/11/13 |

| | |
|----------------|----------------|
| TIPO MUESTRA | ARENA DE PLAYA |
| TIPO MUESTREO | PUNTUAL |
| N° MUESTRAS | 10 |
| FECHA MUESTREO | 01-02/10/13 |
| HORA MUESTREO | 10:00 a 15:00 |

RESULTADOS

| Identificación Muestras 22494 a 22503 | Análisis |
|---|----------------------------|
| | Materia Orgánica (%) |
| T1 | 0,73 |
| T2 | 0,58 |
| T3 | 0,65 |
| T4 | 0,71 |
| T5 | 0,63 |
| T6 | 0,84 |
| T7 | 0,76 |
| T8 | 0,76 |
| T9 | 0,82 |
| T10 | 0,69 |
| Fecha Inicio Análisis | 06/11/13 |

METODOLOGÍAS UTILIZADAS

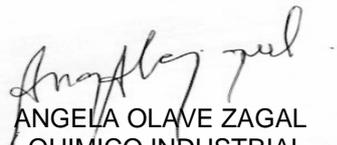
Materia Orgánica por Gravimetría - Calcinación a 450 °C.

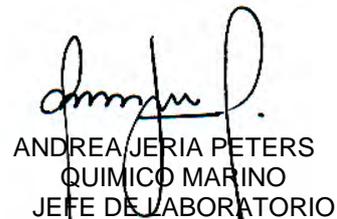
OBSERVACIONES

Resultados válidos sólo para la(s) muestra (s) analizada (s).

Materia Orgánica ensayo no acreditado.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
LABORATORIO DE ANALISIS
Inpesca@inpesca.cl
AV. COLON 2780 - TALCAHUANO


ANGELA OLAVE ZAGAL
QUIMICO INDUSTRIAL
ANALISTA LABORATORIO


ANDREA JERIA PETERS
QUIMICO MARINO
JEFE DE LABORATORIO

Este informe no debe ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización escrita del INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA
IIP-LAB-0005 (1)

Informe 8813 página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS 215

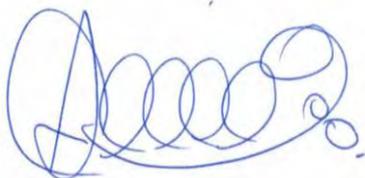
| ANTECEDENTES GENERALES | | | |
|------------------------|----------------------------|-----------------|------------|
| Fecha emisión informe: | 08-11-2013 | Nombre Titular: | INPESCA |
| Nombre Cliente: | INPESCA | Ubicación: | TALCAHUANO |
| N° de OT | INP-255-2013-BCOR | At. Sr(a): | LUIS FURET |
| Dirección Cliente: | AV. COLON #2780 TALCAHUANO | | |

| ANALISIS DE LABORATORIO | | | | | |
|-------------------------|-----------------|---------------------------|---|-------------------|---------------------------|
| Tipo de muestra | | SEDIMENTO | | | |
| Información muestreo | | | Información ingreso muestras | | |
| Fecha | Hora de término | Temperatura promedio (°C) | Fecha | Hora de ingreso | Temperatura promedio (°C) |
| 08-10-2013 | NR | NR | 08-10-2013 | 16:00 | 15 |
| Tipo de análisis | | N° de muestras | Temperatura promedio inicio análisis (°C) | Fecha de análisis | |
| GRANULOMETRIA | | 10 | 10 | Inicio | Término |
| MACROFAUNA | | 30 | | 05-11-2013 | 07-11-2013 |
| | | | | 08-10-2013 | 03-11-2013 |

| INFORMACION DE TERRENO | | | | |
|------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|---------|
| Tipo de información | N° de datos o muestras | Tipo de producto al que aplica | Fecha de muestreo | |
| | | | Inicio | Término |
| POTENCIAL REDOX | NR | NR | NR | NR |
| TEMPERATURA | NR | NR | NR | NR |

Nota: NR; no registrado. Muestreo realizado por cliente.

Metodología de análisis establecida en la Resolución Exenta SUBPESCA N° 3.612 de 2009



VALENTINA VALENCIA MUÑOZ
16.328.186-4
ASISTENTE DE LABORATORIO



JOSÉ CONSTANZO AVALOS
13.135.451-7
JEFE DE LABORATORIO

I. RESULTADOS

Tabla 1. Análisis granulométrico para las 10 estaciones de sedimentos marinos, porcentajes de grava, arenas y fango, diámetro promedio del grano, grado de selección, clasificación, curtósis, asimetría y características físicas (Folk & Ward, 1957).

| | | | INP - 255 - 2013 - BCOR | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----|---------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | | | Muestra | | | | | | | | | |
| Clave interna: | | | EBOC/1 | EBOC/2 | EBOC/3 | EBOC/4 | EBOC/5 | EBOC/6 | EBOC/7 | EBOC/8 | EBOC/9 | EBOC/10 |
| Prof. Estación (m) | | | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR |
| Fración sedimentaria | f | mm | % | | | | | | | | | |
| Grava | -1 | 4 - 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Arena muy gruesa | 0 | 2 - 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,08 | 1,59 | 1,28 | 1,27 | 0,00 |
| Arena gruesa | 1 | 1 - 0,5 | 3,61 | 3,25 | 1,30 | 0,62 | 6,85 | 60,27 | 13,09 | 2,94 | 5,53 | 0,00 |
| Arena media | 2 | 0,5 - 0,25 | 6,03 | 8,30 | 4,79 | 1,93 | 8,26 | 23,15 | 30,82 | 5,95 | 14,98 | 1,29 |
| Arena fina | 3 | 0,25 - 0,125 | 19,49 | 19,82 | 57,94 | 23,44 | 12,39 | 7,86 | 45,10 | 21,29 | 19,31 | 30,34 |
| Arena muy fina | 4 | 0,125 - 0,063 | 65,91 | 62,72 | 33,78 | 71,38 | 49,15 | 5,25 | 9,01 | 61,56 | 48,63 | 64,39 |
| Fango | 5 | < 0,063 | 4,96 | 5,92 | 2,19 | 2,63 | 23,35 | 0,39 | 0,33 | 6,98 | 10,29 | 3,97 |
| Diámetro medio del grano (µm) | | | 112,34 | 115,34 | 139,88 | 106,10 | 108,38 | 647,99 | 250,47 | 113,56 | 134,95 | 109,56 |
| Grano de selección (µm) | | | 1,73 | 1,78 | 1,60 | 1,50 | 2,11 | 2,35 | 2,08 | 1,79 | 2,21 | 1,53 |
| Clasificación | | | MS | MS | MBS | MBS | PS | PS | PS | MS | PS | MBS |
| Curtósis (µm) | | | 1,26 | 1,15 | 0,88 | 1,05 | 1,34 | 0,94 | 1,23 | 1,21 | 1,03 | 0,86 |
| Asimetría (µm) | | | 0,41 | 0,40 | -0,12 | 0,28 | 0,47 | -0,17 | 0,24 | 0,39 | 0,44 | 0,23 |
| Color | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Olor | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Textura | | | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena |

NR: no registrada; MBS: moderadamente bien seleccionada; PS: pobremente seleccionada; MS: moderadamente seleccionada.

| Análisis Geométrico de Folk y Ward (1957) | | |
|---|--------------|-----------------------------------|
| Grado de Selección | Asimetría | Curtósis |
| Muy bien seleccionado | <1,27 | Muy Platicúrtico <0,67 |
| Bien seleccionado | 1,27 - 1,41 | Platucúrtico 0,67 - 0,90 |
| Moderadamente bien seleccionado | 1,41 - 1,62 | Mesocúrtico 0,90 - 1,11 |
| Moderadamente seleccionado | 1,62 - 2,00 | Leptocúrtico 1,11 - 1,50 |
| Pobremente seleccionado | 2,00 - 4,00 | Muy Leptocúrtico 1,50 - 3,00 |
| Muy pobremente seleccionado | 4,00 - 16,00 | Extremadamente Leptocúrtico >3,00 |
| Extremadamente pobre seleccionado | >16,00 | |

| Análisis organoléptico | | |
|------------------------|-------------|---------|
| Escala Color | Escala Olor | Textura |
| Amarillo | 1 | No |
| Gris | 2 | Suave |
| Negro | 3 | Fuerte |

Según Folk y Ward (1957)

Tabla 2. Nomenclatura de los sedimentos, según los porcentajes de grava, arena y fango Folk (1980).

| N° de muestra | Nomenclatura |
|---------------|--|
| EBOC/1 | Arena muy fina moderadamente seleccionada |
| EBOC/2 | Arena muy fina moderadamente seleccionada |
| EBOC/3 | Arena fina moderadamente bien seleccionada |
| EBOC/4 | Arena muy fina moderadamente bien seleccionada |
| EBOC/5 | Arena fina pobremente seleccionada |
| EBOC/6 | Arena gruesa pobremente seleccionada |
| EBOC/7 | Arena fina pobremente seleccionada |
| EBOC/8 | Arena muy fina moderadamente seleccionada |
| EBOC/9 | Arena muy fina pobremente seleccionada |
| EBOC/10 | Arena muy fina moderadamente bien seleccionada |

Tabla 3. Abundancia (número de individuos/m²), biomasa (gramos de peso húmedo/ m²) y parámetros comunitarios de las especies de la macrofauna de sedimentos marinos encontrada en las diferentes estaciones submareales.

| Phylum | Familia | Nombre científico | Clave interna: 561 | | | | | |
|-------------------------|---------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | | | Muestra | | | | | |
| | | | EBOC 1 R1 | EBOC 1 R2 | EBOC 1 R3 | EBOC 1 R1 | EBOC 1 R2 | EBOC 1 R3 |
| | | | Abundancia (Ind/m ²) | | | Biomasa (g/m ²) | | |
| Annelida | Onuphidae | <i>Diopatra chilensis</i> | 40 | 0 | 30 | 0,48 | 0,00 | 0,48 |
| Annelida | Pectinariidae | <i>Cistenides ehlersi</i> | 0 | 10 | 0 | 0,00 | 34,90 | 0,00 |
| Annelida | Spionidae | <i>Prionospio sp</i> | 120 | 0 | 0 | 1,05 | 0,00 | 0,00 |
| Annelida | Spionidae | <i>Spiophanes bombyx</i> | 0 | 0 | 10 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| Annelida | Capitellidae | <i>Mediomastus sp</i> | 0 | 0 | 10 | 0,00 | 0,00 | 0,23 |
| Annelida | Goniadidae | <i>Glycinde armigera</i> | 0 | 0 | 10 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| Annelida | Ampharetidae | <i>Ampharete kerguelensis</i> | 0 | 0 | 10 | 0,00 | 0,00 | 0,18 |
| Arthropoda | Paguridae | <i>Pagurus sp</i> | 0 | 20 | 0 | 0,00 | 6,65 | 0,00 |
| Mollusca | Mactridae | <i>Mulinia edulis</i> | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 2,05 |
| Mollusca | Nassaridae | <i>Nassarius dentifer</i> | 0 | 0 | 10 | 0,00 | 0,00 | 16,99 |
| N° de taxa | | | 2 | 2 | 7 | | | |
| N° de ejemplares | | | 160 | 30 | 110 | | | |
| Dominancia (D) | | | 0,63 | 0,56 | 0,19 | | | |
| Diversidad (H') | | | 0,56 | 0,64 | 1,80 | | | |
| Uniformidad (J') | | | 0,81 | 0,92 | 0,92 | | | |

| Phylum | Familia | Nombre científico | Clave interna: 562 | | | | | |
|------------------|--------------|---------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | | | Muestra | | | | | |
| | | | EBOC 2 R1 | EBOC 2 R2 | EBOC 2 R3 | EBOC 2 R1 | EBOC 2 R2 | EBOC 2 R3 |
| | | | Abundancia (Ind/m ²) | | | Biomasa (g/m ²) | | |
| Annelida | Capitellidae | <i>Capitella capitata</i> | 40 | 260 | 40 | 1,42 | 11,20 | 1,66 |
| Annelida | Onuphidae | <i>Diopatra chilensis</i> | 0 | 120 | 0 | 0,00 | 4,60 | 0,00 |
| Annelida | Sigalionidae | <i>Sthenelais helenae</i> | 0 | 10 | 0 | 0,00 | 0,34 | 0,00 |
| Mollusca | Macridae | <i>Mulinia edulis</i> | 0 | 150 | 120 | 0,00 | 53,30 | 34,94 |
| N° de taxa | | | 1 | 4 | 2 | | | |
| N° de ejemplares | | | 40 | 540 | 160 | | | |
| Dominancia (D) | | | 1,00 | 0,36 | 0,63 | | | |
| Diversidad (H') | | | 0,00 | 1,12 | 0,56 | | | |
| Uniformidad (J') | | | 0,00 | 0,80 | 0,81 | | | |

| Phylum | Familia | Nombre científico | Clave interna: 563 | | | | | |
|------------------|---------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | | | Muestra | | | | | |
| | | | EBOC 3 R1 | EBOC 3 R2 | EBOC 3 R3 | EBOC 3 R1 | EBOC 3 R2 | EBOC 3 R3 |
| | | | Abundancia (Ind/m ²) | | | Biomasa (g/m ²) | | |
| Annelida | Oweniidae | <i>Owenia fusiformis</i> | 50 | 300 | 260 | 3,27 | 28,40 | 13,07 |
| Annelida | Nereidae | <i>Perinereis gualpensis</i> | 10 | 0 | 0 | 0,79 | 0,00 | 0,00 |
| Annelida | Paraonidae | <i>Aricidea pigmentata</i> | 20 | 0 | 0 | 0,26 | 0,00 | 0,00 |
| Annelida | Goniadidae | <i>Goniada sp</i> | 50 | 0 | 20 | 2,04 | 0,00 | 0,32 |
| Annelida | Glyceridae | <i>Glycera americana</i> | 10 | 0 | 10 | 3,79 | 0,00 | 2,80 |
| Annelida | Orbiniidae | <i>Haploscoloplos kerguelensis</i> | 0 | 0 | 20 | 0,00 | 0,00 | 1,27 |
| Annelida | Maldanidae | <i>Maldane chilensis</i> | 20 | 0 | 0 | 0,23 | 0,00 | 0,00 |
| Annelida | Lumbrineridae | <i>Lumbrineris composita</i> | 30 | 0 | 20 | 0,38 | 0,00 | 0,52 |
| Annelida | Nephtyidae | <i>Nephtys sp</i> | 0 | 0 | 30 | 0,00 | 0,00 | 0,42 |
| Annelida | Onuphidae | <i>Diopatra chilensis</i> | 20 | 0 | 0 | 12,35 | 0,00 | 0,00 |
| Mollusca | Nassaridae | <i>Nassarius dentifer</i> | 60 | 50 | 50 | 57,90 | 31,80 | 0,00 |
| N° de taxa | | | 9 | 2 | 7 | | | |
| N° de ejemplares | | | 270 | 350 | 410 | | | |
| Dominancia (D) | | | 0,15 | 0,76 | 0,43 | | | |
| Diversidad (H') | | | 2,03 | 0,41 | 1,27 | | | |
| Uniformidad (J') | | | 0,92 | 0,59 | 0,65 | | | |

| Phylum | Familia | Nombre científico | Clave interna: 564 | | | | | |
|------------------|--------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | | | Muestra | | | | | |
| | | | EBOC 4 R1 | EBOC 4 R2 | EBOC 4 R3 | EBOC 4 R1 | EBOC 4 R2 | EBOC 4 R3 |
| | | | Abundancia (Ind/m ²) | | | Biomasa (g/m ²) | | |
| Annelida | Capitellidae | <i>Capitella capitata</i> | 60 | 20 | 30 | 1,99 | 0,15 | 0,25 |
| Annelida | Onuphidae | <i>Onuphis sp</i> | 0 | 20 | 0 | 0,00 | 0,45 | 0,00 |
| Annelida | Orbiniidae | <i>Scoloplos sp</i> | 0 | 0 | 20 | 0,00 | 0,00 | 0,29 |
| Annelida | Orbiniidae | <i>Haploscoloplos kerguelensis</i> | 0 | 30 | 0 | 0,00 | 0,36 | 0,00 |
| Annelida | Spionidae | <i>Prionospio sp</i> | 0 | 30 | 0 | 0,00 | 0,25 | 0,00 |
| Annelida | Spionidae | <i>Spiophanes bombyx</i> | 0 | 20 | 0 | 0,00 | 0,18 | 0,00 |
| Mollusca | Macridae | <i>Mulinia edulis</i> | 0 | 120 | 100 | 0,00 | 8,98 | 6,86 |
| N° de taxa | | | 1 | 6 | 3 | | | |
| N° de ejemplares | | | 60 | 240 | 150 | | | |
| Dominancia (D) | | | 1,00 | 0,30 | 0,50 | | | |
| Diversidad (H') | | | 0,00 | 1,49 | 0,86 | | | |
| Uniformidad (J') | | | 0,00 | 0,83 | 0,78 | | | |

| Phylum | Familia | Nombre científico | Clave interna: 565 | | | | | |
|-------------------------|---------------|------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | | | Muestra | | | | | |
| | | | EBOC 5 R1 | EBOC 5 R2 | EBOC 5 R3 | EBOC 5 R1 | EBOC 5 R2 | EBOC 5 R3 |
| | | | Abundancia (Ind/m ²) | | | Biomasa (g/m ²) | | |
| Annelida | Eunicidae | <i>Marphysa aenea</i> | 70 | 0 | 30 | 2,03 | 0,00 | 1,62 |
| Annelida | Maldanidae | <i>Maldane sp</i> | 0 | 100 | 0 | 0,00 | 0,90 | 0,00 |
| Annelida | Nereidae | <i>Perinereis gualpensis</i> | 0 | 20 | 30 | 0,00 | 2,70 | 1,57 |
| Annelida | Nephtyidae | <i>Nephtys ferruginea</i> | 60 | 40 | 20 | 2,94 | 5,60 | 1,02 |
| Annelida | Spionidae | <i>Spiophanes bombyx</i> | 20 | 0 | 0 | 0,68 | 0,00 | 0,00 |
| Annelida | Spionidae | <i>Scoletepis chilensis</i> | 0 | 0 | 20 | 0,00 | 0,00 | 1,36 |
| Annelida | Lumbrineridae | <i>Lumbrineris composita</i> | 40 | 15 | 60 | 5,76 | 9,45 | 1,84 |
| Annelida | Orbinidae | <i>Scoloplos sp</i> | 20 | 20 | 0 | 0,29 | 0,45 | 0,00 |
| Arthropoda | Pinnotheridae | <i>Pinnixa sp</i> | 0 | 0 | 10 | 0,00 | 0,00 | 14,69 |
| Arthropoda | Calappidae | <i>Mursia gaudichaudi</i> | 0 | 0 | 10 | 0,00 | 0,00 | 26,38 |
| Mollusca | Nassaridae | <i>Nassarius dentifer</i> | 10 | 0 | 0 | 10,30 | 0,00 | 0,00 |
| Mollusca | Thyasiridae | <i>Thyasira sp</i> | 10 | 30 | 100 | 3,90 | 6,87 | 11,40 |
| Mollusca | Nassaridae | <i>Nassarius dentifer</i> | 0 | 20 | 0 | 0,00 | 34,20 | 0,00 |
| N° de taxa | | | 7 | 7 | 8 | | | |
| N° de ejemplares | | | 230 | 245 | 280 | | | |
| Dominancia (D) | | | 0,21 | 0,23 | 0,21 | | | |
| Diversidad (H') | | | 1,71 | 1,70 | 1,79 | | | |
| Uniformidad (J') | | | 0,88 | 0,88 | 0,86 | | | |

| Phylum | Familia | Nombre científico | Clave interna: 566 | | | | | |
|-------------------------|---------------|------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | | | Muestra | | | | | |
| | | | EBOC 6 R1 | EBOC 6 R2 | EBOC 6 R3 | EBOC 6 R1 | EBOC 6 R2 | EBOC 6 R3 |
| | | | Abundancia (Ind/m ²) | | | Biomasa (g/m ²) | | |
| Annelida | Onuphidae | <i>Diopatra chilensis</i> | 0 | 70 | 0 | 0,00 | 3,34 | 0,00 |
| Annelida | Lumbrineridae | <i>Lumbrineris composita</i> | 10 | 0 | 200 | 0,18 | 0 | 2,80 |
| Annelida | Spionidae | <i>Boccardia sp</i> | 0 | 0 | 40 | 0,00 | 0 | 0,58 |
| Annelida | Syllidae | <i>Exogone sp</i> | 0 | 0 | 60 | 0,00 | 0 | 0,31 |
| Annelida | Goniadidae | <i>Glycinde armigera</i> | 0 | 0 | 80 | 0,00 | 0 | 1,20 |
| Annelida | Sigalionidae | <i>Sthenelais helenae</i> | 0 | 0 | 20 | 0,00 | 0 | 0,38 |
| Annelida | Capitellidae | <i>Mediomastus sp</i> | 0 | 10 | 0 | 0,00 | 0,24 | 0,00 |
| Annelida | Lumbrineridae | <i>Ninoe sp</i> | 0 | 20 | 0 | 0,00 | 0,22 | 0,00 |
| Mollusca | Macluridae | <i>Mulinia edulis</i> | 30 | 90 | 30 | 248,40 | 10,1 | 124,80 |
| N° de taxa | | | 2 | 4 | 6 | | | |
| N° de ejemplares | | | 40 | 190 | 430 | | | |
| Dominancia (D) | | | 0,63 | 0,37 | 0,29 | | | |
| Diversidad (H') | | | 0,56 | 1,11 | 1,49 | | | |
| Uniformidad (J') | | | 0,81 | 0,80 | 0,83 | | | |

| Phylum | Familia | Nombre científico | Clave interna: 567 | | | | | |
|------------------|---------------|-------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | | | Muestra | | | | | |
| | | | EBOC 7 R1 | EBOC 7 R2 | EBOC 7 R3 | EBOC 7 R1 | EBOC 7 R2 | EBOC 7 R3 |
| | | | Abundancia (Ind/m ²) | | | Biomasa (g/m ²) | | |
| Annelida | Nephtyidae | <i>Nephtys sp</i> | 0 | 30 | 0 | 0,00 | 0,82 | 0 |
| Mollusca | Macridae | <i>Mulinia edulis</i> | 0 | 10 | 20 | 0,00 | 22,30 | 302,40 |
| Mollusca | Veneridae | <i>Protothaca thaca</i> | 30 | 0 | 0 | 0,98 | 0,00 | 0,00 |
| Arthropoda | Pinnotheridae | <i>Pinnixa sp</i> | 0 | 10 | 0 | 0,00 | 1,00 | 0,00 |
| N° de taxa | | | 1 | 3 | 1 | | | |
| N° de ejemplares | | | 30 | 50 | 20 | | | |
| Dominancia (D) | | | 1,00 | 0,44 | 1,00 | | | |
| Diversidad (H') | | | 0,00 | 0,95 | 0,00 | | | |
| Uniformidad (J') | | | 0,00 | 0,87 | 0,00 | | | |

| Phylum | Familia | Nombre científico | Clave interna: 568 | | | | | |
|------------------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | | | Muestra | | | | | |
| | | | EBOC 8 R1 | EBOC 8 R2 | EBOC 8 R3 | EBOC 8 R1 | EBOC 8 R2 | EBOC 8 R3 |
| | | | Abundancia (Ind/m ²) | | | Biomasa (g/m ²) | | |
| Annelida | Onuphidae | <i>Diopatra chilensis</i> | 0 | 0 | 110 | 0,00 | 0,00 | 3,54 |
| Annelida | Onuphidae | <i>Onuphis sp</i> | 80 | 0 | 0 | 1,10 | 0,00 | 0,00 |
| Annelida | Sigalionidae | <i>Shenelais helenae</i> | 0 | 10 | 0 | 0,00 | 0,46 | 0,00 |
| Annelida | Nereidae | <i>Perinereis gualpensis</i> | 0 | 0 | 20 | 0,00 | 0,00 | 0,40 |
| Annelida | Ampharetidae | <i>Ampharete kerguelensis</i> | 0 | 0 | 20 | 0,00 | 0,00 | 0,28 |
| Annelida | Cossuridae | <i>Cossura sp</i> | 0 | 0 | 30 | 0,00 | 0,00 | 0,24 |
| Annelida | Orbiniidae | <i>Scoloplos sp</i> | 0 | 0 | 30 | 0,00 | 0,00 | 0,32 |
| Mollusca | Macridae | <i>Mulinia edulis</i> | 0 | 40 | 30 | 0,00 | 22,18 | 2,24 |
| N° de taxa | | | 1 | 2 | 6 | | | |
| N° de ejemplares | | | 80 | 50 | 240 | | | |
| Dominancia (D) | | | 1,00 | 0,68 | 0,27 | | | |
| Diversidad (H') | | | 0,00 | 0,50 | 1,55 | | | |
| Uniformidad (J') | | | 0,00 | 0,72 | 0,87 | | | |

| Phylum | Familia | Nombre científico | Clave interna: 569 | | | | | |
|------------------|---------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | | | Muestra | | | | | |
| | | | EBOC 9 R1 | EBOC 9 R2 | EBOC 9 R3 | EBOC 9 R1 | EBOC 9 R2 | EBOC 9 R3 |
| | | | Abundancia (Ind/m ²) | | | Biomasa (g/m ²) | | |
| Annelida | Onuphidae | <i>Diopatra chilensis</i> | 80 | 0 | 10 | 0,50 | 0,00 | 7,47 |
| Annelida | Arenicolidae | <i>Abarenicola sp</i> | 0 | 10 | 0 | 0,00 | 13,22 | 0,00 |
| Annelida | Nephtyidae | <i>Nephtys ferruginea</i> | 10 | 0 | 20 | 0,63 | 0,00 | 1,03 |
| Annelida | Lumbrineridae | <i>Lumbrineris composita</i> | 0 | 0 | 10 | 0,00 | 0,00 | 3,44 |
| Annelida | Orbiniidae | <i>Haploscoloplos kerguelensis</i> | 10 | 0 | 0 | 0,36 | 0,00 | 0,00 |
| Annelida | Goniadidae | <i>Goniada sp</i> | 0 | 0 | 20 | 0,00 | 0,00 | 2,50 |
| Annelida | Nereidae | <i>Perinereis gualpensis</i> | 10 | 0 | 0 | 0,15 | 0,00 | 0,00 |
| Mollusca | Nassaridae | <i>Nassarius dentifer</i> | 0 | 20 | 0 | 0,00 | 36,52 | 0,00 |
| Mollusca | Macridae | <i>Mulinia edulis</i> | 10 | 50 | 0 | 1,07 | 39,20 | 0,00 |
| N° de taxa | | | 5 | 3 | 4 | | | |
| N° de ejemplares | | | 120 | 80 | 60 | | | |
| Dominancia (D) | | | 0,47 | 0,47 | 0,28 | | | |
| Diversidad (H') | | | 1,10 | 0,90 | 1,33 | | | |
| Uniformidad (J') | | | 0,68 | 0,82 | 0,96 | | | |

| Phylum | Familia | Nombre científico | Clave interna: 570 | | | | | |
|-------------------------|---------------|------------------------------------|----------------------------------|------------|------------|-----------------------------|------------|------------|
| | | | Muestra | | | | | |
| | | | EBOC 10 R1 | EBOC 10 R2 | EBOC 10 R3 | EBOC 10 R1 | EBOC 10 R2 | EBOC 10 R3 |
| | | | Abundancia (Ind/m ²) | | | Biomasa (g/m ²) | | |
| Annelida | Goniadidae | <i>Glycinde armigera</i> | 20 | 0 | 0 | 2,77 | 0,00 | 0,00 |
| Annelida | Goniadidae | <i>Goniada sp</i> | 30 | 20 | 0 | 0,88 | 2,09 | 0,00 |
| Annelida | Onuphidae | <i>Diopatra chilensis</i> | 0 | 20 | 20 | 0,00 | 10,38 | 1,86 |
| Annelida | Lumbrineridae | <i>Lumbrineris composita</i> | 50 | 100 | 80 | 5,35 | 5,40 | 2,98 |
| Annelida | Orbiniidae | <i>Haploscoloplos kerguelensis</i> | 20 | 0 | 30 | 0,97 | 0,00 | 1,48 |
| Annelida | Glyceridae | <i>Glycera americana</i> | 10 | 10 | 0 | 1,85 | 0,94 | 0,00 |
| Annelida | Nephtyidae | <i>Nephtys sp</i> | 30 | 0 | 0 | 0,73 | 0,00 | 0,00 |
| Annelida | Oweniidae | <i>Owenia fusiformis</i> | 100 | 170 | 0 | 8,34 | 14,88 | 0,00 |
| Echinodermata | Ophiuridae | <i>Ophiura sp</i> | 0 | 30 | 0 | 0,00 | 14,88 | 0,00 |
| Mollusca | Nassaridae | <i>Nassarius dentifer</i> | 40 | 50 | 10 | 46,64 | 50,66 | 56,87 |
| N° de taxa | | | 8 | 7 | 4 | | | |
| N° de ejemplares | | | 300 | 400 | 140 | | | |
| Dominancia (D) | | | 0,19 | 0,27 | 0,40 | | | |
| Diversidad (H') | | | 1,87 | 1,56 | 1,12 | | | |
| Uniformidad (J') | | | 0,90 | 0,80 | 0,81 | | | |

INFORME DE RESULTADOS 216 B

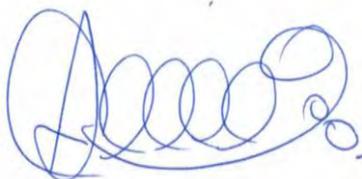
| ANTECEDENTES GENERALES | | | |
|------------------------|----------------------------|-----------------|------------|
| Fecha emisión informe: | 24-10-2013 | Nombre Titular: | INPESCA |
| Nombre Cliente: | INPESCA | Ubicación: | TALCAHUANO |
| N° de OT | INP-256-2013-PCOR B | At. Sr(a): | LUIS FURET |
| Dirección Cliente: | AV. COLON #2780 TALCAHUANO | | |

| ANALISIS DE LABORATORIO | | | | | |
|-------------------------|-----------------|---------------------------|---|-------------------|---------------------------|
| Tipo de muestra | | SEDIMENTO | | | |
| Información muestreo | | | Información ingreso muestras | | |
| Fecha | Hora de término | Temperatura promedio (°C) | Fecha | Hora de ingreso | Temperatura promedio (°C) |
| 02-10-2013 | NR | NR | 09-10-2013 | 14:25 | 15 |
| Tipo de análisis | | N° de muestras | Temperatura promedio inicio análisis (°C) | Fecha de análisis | |
| GRANULOMETRIA | | 10 | 20 | Inicio | Término |
| | | | | 22-10-2013 | 24-10-2013 |

| INFORMACION DE TERRENO | | | | |
|------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|---------|
| Tipo de información | N° de datos o muestras | Tipo de producto al que aplica | Fecha de muestreo | |
| | | | Inicio | Término |
| POTENCIAL REDOX | NR | NR | NR | NR |
| TEMPERATURA | NR | NR | NR | NR |

Nota: NR; no registrado. Muestreo realizado por cliente.

Metodología de análisis establecida en la Resolución Exenta SUBPESCA N° 3.612 de 2009



VALENTINA VALENCIA MUÑOZ
16.328.186-4
ASISTENTE DE LABORATORIO



JOSÉ CONSTANZO AVALOS
13.135.451-7
JEFE DE LABORATORIO

I. RESULTADOS

Tabla 1. Análisis granulométrico para las 10 estaciones de sedimentos marinos (T1 a T10), porcentajes de grava, arenas y fango, diámetro promedio del grano, grado de selección, clasificación, curtosis, asimetría y características físicas (Folk & Ward, 1957).

| | | | Clave interna: INP - 256 - 2013 - PCOR B (T1 A T10) | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----|---------------|---|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Muestra | | | | | | | | | |
| Prof. Estación (m) | | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
| | | | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR |
| Fración sedimentaria | f | mm | % | | | | | | | | | |
| Grava | -1 | 4 - 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,38 | 0,00 |
| Arena muy gruesa | 0 | 2 - 1 | 0,26 | 0,38 | 0,24 | 0,10 | 30,79 | 0,56 | 0,44 | 0,78 | 8,82 | 2,25 |
| Arena gruesa | 1 | 1 - 0,5 | 16,77 | 17,55 | 35,33 | 37,58 | 58,70 | 30,79 | 34,50 | 45,31 | 75,06 | 56,73 |
| Arena media | 2 | 0,5 - 0,25 | 60,22 | 62,84 | 54,85 | 53,35 | 9,70 | 58,70 | 58,74 | 49,00 | 13,28 | 37,13 |
| Arena fina | 3 | 0,25 - 0,125 | 22,07 | 18,96 | 9,28 | 8,69 | 0,20 | 9,70 | 6,13 | 4,77 | 2,30 | 3,77 |
| Arena muy fina | 4 | 0,125 - 0,063 | 0,64 | 0,26 | 0,28 | 0,26 | 0,05 | 0,20 | 0,15 | 0,09 | 0,12 | 0,09 |
| Fango | 5 | < 0,063 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| Diámetro medio del grano (µm) | | | 335,21 | 356,74 | 495,66 | 506,42 | 1280,19 | 475,49 | 500,67 | 558,01 | 941,29 | 653,43 |
| Grano de selección (µm) | | | 1,80 | 1,79 | 1,98 | 1,99 | 2,12 | 1,95 | 1,91 | 1,93 | 1,93 | 1,98 |
| Clasificación | | | MS | MS | MS | MS | PS | MS | MS | MS | MS | MS |
| Curtosis (µm) | | | 1,60 | 1,66 | 1,00 | 0,95 | 0,81 | 1,14 | 0,96 | 0,76 | 1,01 | 0,72 |
| Asimetría (µm) | | | 0,08 | 0,14 | 0,31 | 0,30 | -0,06 | 0,32 | 0,38 | 0,34 | -0,02 | 0,10 |
| Color | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Olor | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Textura | | | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena | Arena |

NR: no registrada; MS: moderadamente seleccionada; PS: pobremente seleccionada.

| Análisis Geométrico de Folk y Ward (1957) | | |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|
| Grado de Selección | Asimetría | Curtosis |
| Muy bien seleccionado | Asimetría muy fina -0,3 a -1,0 | Muy Platocúrtico <0,67 |
| Bien seleccionado | Asimetría fina -0,1 a -0,3 | Platocúrtico 0,67 - 0,90 |
| Moderadamente bien seleccionado | Simétrico -1,0 a +1,0 | Mesocúrtico 0,90 - 1,11 |
| Moderadamente seleccionado | Asimetría gruesa +0,1 a +0,3 | Leptocúrtico 1,11 - 1,50 |
| Pobremente seleccionado | Asimetría muy gruesa +0,3 a +0,1 | Muy Leptocúrtico 1,50 - 3,00 |
| Muy pobremente seleccionado | | Extremadamente Leptocúrtico >3,00 |
| Extremadamente pobre seleccionado | | |

| Análisis organoléptico | | |
|------------------------|-------------|--------------------------|
| Escala Color | Escala Olor | Textura |
| Amarillo 1 | No 1 | Según Folk y Ward (1957) |
| Gris 2 | Suave 2 | |
| Negro 3 | Fuerte 3 | |

Tabla 2. Nomenclatura de los sedimentos, según los porcentajes de grava, arena y fango Folk (1980).

| N° de muestra | Nomenclatura |
|---------------|---|
| T1 | Arena media moderadamente seleccionada |
| T2 | Arena media moderadamente seleccionada |
| T3 | Arena media moderadamente seleccionada |
| T4 | Arena media moderadamente seleccionada |
| T5 | Arena gruesa pobremente seleccionada |
| T6 | Arena media moderadamente seleccionada |
| T7 | Arena media moderadamente seleccionada |
| T8 | Arena media moderadamente seleccionada |
| T9 | Arena gruesa moderadamente seleccionada |
| T10 | Arena gruesa moderadamente seleccionada |



ANÁLISIS MUESTRAS DE BENTOS LITORAL

FECHA TOMA DE MUESTRAS: 02 de Octubre de 2013

FECHA RECEPCIÓN MUESTRAS: 02 de Octubre de 2013

FECHA ANÁLISIS MUESTRAS: 28 al 30 de Octubre de 2013

PROCEDENCIA MUESTRAS: PLAYAS ENDESA, CORONEL

LUGAR ANÁLISIS: LABORATORIO SEDIMENTOS



RESULTADOS

Abundancia 10 transectos playas ENDESA

| Especie | Abundancia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------|-----|----|-----|----|-----|----|---|----|---|----|-----|----|---|----|-----|----|-----|-----|-----|-------|-------|
| | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | | T7 | | T8 | | T9 | | T10 | | TOTAL | |
| | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % |
| <i>E.analoga</i> | 1 | 100 | 0 | 0 | 1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100 | 0 | 0 | 22 | 85 | 9 | 100 | 9 | 100 | 43 | 87,76 |
| <i>E.hirsuticauda</i> | 0 | 0 | 2 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 10,20 |
| <i>O.tuberculata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2,04 |
| <i>N.impressa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Total | 1 | 100 | 2 | 100 | 1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100 | 0 | 0 | 26 | 100 | 9 | 100 | 9 | 100 | 49 | 100 |

Biomasa 10 transectos playas ENDESA

| Especie | Biomasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|-----|------|-----|------|-----|------|---|------|---|------|-----|------|---|-------|-------|------|-----|------|-----|-------|-------|
| | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | | T7 | | T8 | | T9 | | T10 | | TOTAL | |
| | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % | nº | % |
| <i>E.analoga</i> | 0,12 | 100 | 0,00 | 0 | 0,48 | 100 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,60 | 100 | 0,00 | 0 | 23,57 | 98,0 | 7,26 | 100 | 9,68 | 100 | 41,71 | 98,56 |
| <i>E.hirsuticauda</i> | 0,00 | 0 | 0,12 | 100 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,38 | 1,6 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,50 | 1,18 |
| <i>O.tuberculata</i> | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,11 | 0,5 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,11 | 0,26 |
| <i>N.impressa</i> | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 0,12 | 100 | 0,12 | 100 | 0,48 | 100 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,60 | 100 | 0,00 | 0 | 24,06 | 100,0 | 7,26 | 100 | 9,68 | 100 | 42,32 | 100 |

Rodrigo Hernán Figueroa Contreras
 Biólogo Marino en Oceanografía y Calidad Ambiental
 Laboratorio Sedimentos, INPESCA.
 rfigueroa@inpesca.cl



INFORME DE RESULTADOS

Código: IIP-11-23-2013

Página 1 de 2

BIOENSAYO DE TOXICIDAD AGUDA CON *Aulacomya ater*

CONDICIONES DEL ENSAYO

Proyecto : PVA Central Bocamina I y II
Especie usada : *Aulacomya ater*
Muestras : Agua de mar
Fecha de Muestreo : 8 de Octubre 2013
Muestra Control : Agua de mar sector Chivilingo
Origen de organismos : Caleta Tumbes
Tipo de ensayo : Estático, sin recambio
Duración del ensayo : 96 horas
Edad de los organismos : Juveniles
Volumen/unidad experimental: 1 L
Número de organismos : 10
Número de réplicas : 3
Respuesta medida : Supervivencia
Criterio de aceptabilidad : Supervivencia del control >90%
Análisis estadístico : Paquete estadístico Toxtat

RESULTADOS

| Estación | Replicas | | | Total | Porcentaje Supervivencia |
|----------|----------|-------|-------|-------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| Control | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 30 | 100 % |
| E - 1 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 30 | 100 % |
| E - 2 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 30 | 100 % |
| E - 3 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 30 | 100 % |



INFORME DE RESULTADOS

Código: IIP-11-23-2013

Página 2 de 2

CONCLUSIONES

Aulacomya ater en el periodo de exposición de 96 horas, no presentó toxicidad aguda en las muestras de agua evaluadas, provenientes de Bahía Coronel.

Karla Montecinos Cerna
Laboratorio de Ecotoxicología

Luis Furet Cárcamo
Jefe Depto. Estudios Ambientales





INFORME DE RESULTADOS

Código: IIP-11-22-2013

Página 1 de 2

BIOENSAYO DE TOXICIDAD AGUDA CON *Emerita analoga*

CONDICIONES DEL ENSAYO

Proyecto : PVA Central Bocamina I y II
Especie usada : *Emerita analoga*
Muestras : Agua de mar
Fecha de Muestreo : 8 de Octubre 2013
Muestra Control : Agua de mar sector Chivilingo
Origen de organismos : Chivilingo
Tipo de ensayo : Estático, sin recambio
Duración del ensayo : 96 horas
Edad de los organismos : Juveniles
Volumen/unidad experimental: 1 L
Número de organismos : 10
Número de réplicas : 3
Respuesta medida : Supervivencia
Criterio de aceptabilidad : Supervivencia del control >90%
Análisis estadístico : Paquete estadístico Toxtat

RESULTADOS

| Estación | Replicas | | | Total | Porcentaje Supervivencia |
|----------|----------|-------|-------|-------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| Control | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 30 | 100 % |
| E - 1 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 30 | 100 % |
| E - 2 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 30 | 100 % |
| E - 3 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 30 | 100 % |



INFORME DE RESULTADOS

Código: IIP-11-22-2013

Página 2 de 2

CONCLUSIONES

Emerita análoga no presentó toxicidad aguda, en el periodo de exposición de 96 horas en las muestras de agua de las estaciones en estudio de bahía Coronel.

Karla Montecinos Cerna
Laboratorio de Ecotoxicología

Luis Furet Cárcamo
Jefe Depto. Estudios Ambientales





INFORME DE RESULTADOS

Código: IIP-11-21-2013

Página 1 de 2

BIOENSAYO DE TOXICIDAD AGUDA CON *Tisbe longicornis*

CONDICIONES DEL ENSAYO

Proyecto : PVA Central Bocamina I y II
Especie usada : *Tisbe longicornis*
Muestras : Agua de mar
Fecha de Muestreo : 8 de Octubre 2013
Muestra Control : Agua de mar sector Chivilingo
Origen de organismos : Cultivo laboratorio
Tipo de ensayo : Estático, sin recambio
Duración del ensayo : 48 horas
Edad de los organismos : Juveniles
Volumen/unidad experimental: 10 mL
Número de organismos : 5
Número de réplicas : 4
Respuesta medida : Supervivencia
Criterio de aceptabilidad : Supervivencia del control >90%
Análisis estadístico : Paquete estadístico Toxtat

RESULTADOS

| Tratamiento | Replicas | | | | Total | Porcentaje Supervivencia |
|-------------|----------|-----|-----|-----|-------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Control | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 20 | 100 % |
| E -1 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 20 | 100 % |
| E - 2 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 20 | 100 % |
| E - 3 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 20 | 100 % |



INFORME DE RESULTADOS

Código: IIP-11-21-2013

Página 2 de 2

CONCLUSIONES

La especie *Tisbe longicornis*, no presentó toxicidad aguda en las muestras de agua estudiadas para bahía Coronel, en la campaña del mes de Octubre 2013. Encontrándose promedios de supervivencia del 100% e todas las estaciones.

Avda. I

Chile - F

Karla Montecinos Cerna
Laboratorio de Ecotoxicología

Luis Furet Cárcamo
Jefe Depto. Estudios Ambientales





INFORME DE BIOENSAYOS DE TOXICIDAD

Código Informe: LB-BIOE-R-05/1444

Fecha: 29 de octubre 2013

CODIGO MUESTRA (INTERNO) : LB-BIOE-R-02/2212 - (Bio/E1)
: LB-BIOE-R-02/2213 - (Bio/E2)
: LB-BIOE-R-02/2214 - (Bio/E3)

SOLICITADO POR : Karla Montecinos (INPESCA)
TIPO DE BIOENSAYO : Toxicidad crónica
ESPECIE : *Dunaliella tertiolecta*
RESPUESTA MEDIDA : Inhibición tasa de crecimiento de la población

FECHA INICIO BIOENSAYOS : 18 de octubre de 2013
TIEMPO DE EXPOSICION : 96 horas



CONDICIONES EXPERIMENTALES DEL BIOENSAYO

MUESTRA OBTENIDA POR : INPESCA
TIPO DE MUESTRA : Agua de mar, Bahía de Coronel
IDENTIFICACION MUESTRAS : Bio/E1, Bio/E2 y Bio/E3
VOLUMEN / UNIDAD EXP. : 50 ml
DENSIDAD CELULAR INICIAL : 10.000 céls.ml⁻¹
TIPO DE CULTIVO : Estático
DENSIDAD DE FLUJO FOTONICO : 110 μmol m⁻² s⁻¹
FOTOPERIODO : Iluminación continua
AIREACION : No, agitación manual 2 veces al día
TEMPERATURA EXPOSICIÓN : 24 ± 1°C
NUMERO REPLICAS : 3
PARAMETRO MEDIDO : Densidad celular (céls.ml⁻¹)
NUMERO DE TRATAMIENTOS : 4 (Control y 100 % concentración de las muestras de agua)
AGUA DE DILUCION : Medio EPA X 5 en agua de mar

RESUMEN DE LA METODOLOGIA DEL BIOENSAYO

El protocolo de este bioensayo se basa en la Norma Chilena Oficial NCh2706.Of2002: Calidad de agua – Bioensayo de inhibición del crecimiento de algas en agua dulce con *Selenastrum capricornutum* (*Raphidocelis subcapitata*), adaptado para microalgas marinas (Cifuentes A., J. Silva, E. Bay-Schmith y A. Larrain. 1998. Selección de cepas de microalgas para ser utilizadas en bioensayos de toxicidad. Gayana Oceanol. 61(1-2):1-9.



RESULTADOS:

El resultado del bioensayo de toxicidad crónica con *Dunaliella tertiolecta* expuesta a las muestras de agua de mar se presenta en la tabla 1.

Tabla 1: Tasa de crecimiento (k, div./día) de *Dunaliella tertiolecta* en agua de mar. El valor de k del control se considera como 100 %.

| Tratamiento | Réplica | N (células ml ⁻¹) x 10 ⁵ | k (div.día ⁻¹) | % k | % activación de k |
|----------------|---------|--|----------------------------|--------------|-------------------------|
| Control | 1 | 4,01 | | | |
| | 2 | 4,29 | | | |
| | 3 | 4,51 | | | |
| Prom | | 4,27 | 1,35 | 100 | - |
| Bio/E1 100% | 1 | 4,71 | | | |
| | 2 | 4,33 | | | |
| | 3 | 4,03 | | | |
| Prom | | 4,36 | 1,36 | 100,7 | 0,7 |
| Bio/E2 100% | 1 | 5,08 | | | |
| | 2 | 4,66 | | | |
| | 3 | 4,51 | | | |
| Prom | | 4,75 | 1,39 | 103,0 | 3,0 |
| Bio/E3 100% | 1 | 5,52 | | | |
| | 2 | 5,47 | | | |
| | 3 | 5,02 | | | |
| Prom | | 5,34 | 1,43 | 106,3 | 6,3 |

CONCLUSIÓN:

No se observó inhibición del crecimiento algal en ninguna de las 3 muestras ensayadas al 100 % de su concentración. Por el contrario, 2 de ellas produjeron una leve estimulación de la velocidad de crecimiento de la población de *Dunaliella* de un 3,0 % (Bio/E2) y de un 6,3 % (Bio/E3).

Ana S. Cifuentes

Ana Silvia Cifuentes
 Investigador responsable

Er Bay Schmith

Dr. Enrique Bay-Schmith B.
 Director

