PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL
SALAR DE ATACAMA



Informe de Monitoreo Componentes Bióticos y Físicos.

Informe N° 6. Campaña de abril 2012

Noviembre de 2012

geobiota consultores

SQM3900-REV-0

CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN 1-1

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS 2-4

2.1 Vegetación 2-4
2.1.1 Distribución, abundancia y vitalidad de la vegetación del Borde Este mediante análisis de imágenes satelitales 2-4
2.1.2 Cobertura, composición y estado vital de la vegetación en la zona de conexión vegetación-acuífero 2-10
2.1.3 Estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*) 2-11

2.2 Flora 2-12

2.3 Fauna 2-14
2.3.1 Reptiles 2-16
2.3.2 Aves 2-19
2.3.3. Mamíferos 2-24

2.4 Biota Acuática 2-24
2.4.1 Medio Abiótico 2-28
2.4.2 Medio Biótico 2-29
2.4.3 Tratamiento Estadístico de Datos Físico-Químicos y Biológicos 2-32

3 RESULTADOS OBTENIDOS 3-33

3.1 Vegetación 3-33
3.1.1 Vegetación del Borde Este del Salar de Atacama 3-33
3.1.2 Cobertura, composición y estado vital de la vegetación en la zona de conexión vegetación-acuífero. 3-46
3.1.3 Estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*) y proporción de copa viva 3-51

3.2 Flora 3-56
3.2.1 Riqueza florística 3-56
3.2.2 Frecuencia y abundancia de la flora 3-59
3.2.3 pH y conductividad eléctrica del suelo 3-62
3.2.4 Conductividad eléctrica 3-66

3.3 Fauna 3-70
3.3.1 Riqueza de Especies 3-70
3.3.2 Abundancias de especies de Fauna 3-75

3.4 Biota acuática 3-96
3.4.1 Medio abiótico y medición de clorofilas 3-96
3.4.2 Medio Biótico 3-138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Vértices del Área de estudio 1-1

Tabla 1-2 Frecuencia de medición de variables del PSA del Salar de Atacama de acuerdo a lo establecido en la RCA N° 226/06.....1-3

Tabla 2-1 Puntos de control de posición utilizados para georreferenciar la imagen satelital del Borde Este del Salar de Atacama 2-5

Tabla 2-2 Ubicación de transectos de muestreo para la prospección de reptiles y aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama..... 2-16

Tabla 2-3 Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas en el Salar de Atacama..... 2-19

Tabla 2-4 Sectores evaluados en el monitoreo de biota acuática en el Borde Este del Salar de Atacama. Campaña abril del 2012..... 2-25

Tabla 3-1. Frecuencia de puntos de muestreo de vegetación en Categorías de Vitalidad 3-36

Tabla 3-2. Frecuencia de puntos de muetreo de la vegetación en clases de Porcentaje de copa verde del..... 3-39

Tabla 3-3. Frecuencia de puntos de muestreo de vegetación según Fase Fenológica..... 3-40

Tabla 3-4. Superficie de la formaciones vegetales del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2012. 3-44

Tabla 3-5. Cobertura y composición de especies en la zona de conexión Vegetación-Acuífero. Campañas de Enero y Abril de 2012..... 3-47

Tabla 3-6. Frecuencia de puntos de muestreo en Zona de conexión vegetacion – acuífero en categorías de vitalidad..... 3-48

Tabla 3-7. Frecuencia de puntos de muestreo en Zona de conexión vegetacion – acuífero en clases de porcentaje de copa verde. Campañas abril 2007, enero-abril 2008 a 2012. 3-49

Tabla 3-8. Frecuencia de puntos de muestreo en Zona de conexión vegetacion – acuífero según fase fenológica. Campañas abril 2007, enero-abril 2008 a 2012. 3-51

Tabla 3-9 Vitalidad de los ejemplares de *Prosopis flexuosa* en la quebrada Camar. Campañas 2006-2012 3-52

Tabla 3-10 Porcentaje de copa verde de ejempalres de Algarrobo (prosopis flexuosa) en Quebrada Camar. Campañas 2006 a 2012. 3-54

Tabla 3-11 Precipitaciones (mm) registradas en la Estación Meteorológica Camar (DGA) 3-55

Tabla 3-12 Riqueza de especies presentes en el área de estudio 3-57

Tabla 3-13 Riqueza de especies presentes en el Area de Estudio. "Pastos de lluvia". 3-58

Tabla 3-14. Frecuencia de especies por transecto. Borde Este del Salar de Atacama, campañas 2006 a 2012. 3-61

Tabla 3-15. Resumen de frecuencia anual por especies y porcentaje de participación. campañas 2006 a 2012. 3-62

Tabla 3-16: Rangos de pH del suelo en transectos de muestreo de flora..... 3-63

Tabla 3-17: Distribución de rangos de pH en los transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2012.3-64

Tabla 3-18: Rangos de conductividad eléctrica del suelo en transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2012 3-66

Tabla 3-19: conductividad eléctrica obtenida en cada punto de muestreo de flora. Campaña abril de 2012. 3-67

Tabla 3-20 Catálogo de vertebrados presentes en el área de estudio 3-71

Tabla 3-21 Abundancias de reptiles en el Borde Este del Salar de Atacama..... 3-75

Tabla 3-22 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. 3-77

Tabla 3-23 Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama..... 3-80

Tabla 3-24 Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama..... 3-81

Tabla 3-25 Abundancia de flamencos en las lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto Campañas 2006 a 2012..... 3-83

Tabla 3-26 Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto Campañas 2006 a 2012..... 3-84

Tabla 3-27 Abundancia de flamencos en sistema lacustre Aguas de Quelana Campaña abril 2006 a 2012 3-87

Tabla 3-28 Abundancia de otras especies de aves acuáticas en sistema lacustre Aguas de Quelana. Campañas 2006 a 2012..... 3-88

Tabla 3-29 Abundancia de flamencos en las lagunas Salada, Saladita e Interna. 3-90

Tabla 3-30 Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2012..... 3-91

Tabla 3-31 Abundancia de micromamíferos en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2012..... 3-94

Tabla 3-32 Índice de visitas de zorro culpeo (*pseudalopex culpaeus*) a estaciones olfativas..... 3-95

Tabla 3-33 Parámetros de calidad de agua determinados in situ Sector Puilar- sistema Puilar. Campaña de abril 2012 3-96

Tabla 3-34 Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Puilar- Sistema Puilar. Campaña de abril 2012 3-101

Tabla 3-35 Clorofila a del fitoplancton y perifiton sector Puilar- sistema Puilar. Campaña de abril 2012. 3-102

Tabla 3-36 Parámetros de calidad de agua determinados in situ Sector SOncor- sistema SOncor. Campaña de abril 2012..... 3-107

Tabla 3-37 Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Soncor-Sistema Soncor. Campaña de abril 2012 3-111

Tabla 3-38 Clorofila a del fitoplancton y perifiton sector Soncor- sistema Soncor. Campaña de abril 2012..3-113

Tabla 3-39 Parámetros de calidad de agua determinados in situ sector Aguas de Quelana. Campaña de abril 2012 3-117

Tabla 3-40 Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Aguas de Quelana. Campaña de abril 2012 3-122

Tabla 3-41 Clorofila a del fitoplancton y perifiton sector Aguas de Quelana. Campaña de abril 2012.. 3-124

Tabla 3-42 Parámetros de calidad de agua determinados in situ Sector Peine (lagunas Interna, Salada y Saladita). Campaña de abril 2012 3-129

Tabla 3-43 Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Peine (lagunas Interna, Salada y Saladita). Campaña de abril 2012 3-133

Tabla 3-44 Clorofila a del fitoplancton y perifiton Sector Peine (lagunas Interna, Salada y Saladita). Campaña de abril 2012..... 3-135

Tabla 3-45 Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Puilar. Abril 2012 3-142

Tabla 3-46 Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector Soncor laguna Barros Negros. Abril 2012..... 3-150

Tabla 3-47 Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector Soncor laguna Chaxa. Abril 2012 3-152

Tabla 3-48 Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector Soncor Burro Muerto. Abril 2012 3-153

Tabla 3-49 Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Aguas de Quelana. Abril 2012 3-160

Tabla 3-50 Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector Peine (lagunas Interna, Salada y Saladita). Abril 2012 3-166

Tabla 3-51 Composición, abundancia total y relativa del fitoplancton sector Puilar. Abril 2012 3-183

Tabla 3-52 Composición, abundancia total y relativa del fitoplancton sector Soncor (lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto). Abril 2012 3-187

Tabla 3-53 Composición, abundancia total y relativa del fitoplancton del sector de Aguas de Quelana. Abril 2012 3-192

Tabla 3-54 Composición, abundancia total y relativa del fitoplancton. Sector Peine (lagunas Interna, Salada y Saladita). Abril 2012 3-196

Tabla 3-55 Composición, abundancia total y relativa de zoobentos. Sector de Puilar. Abril 2012 3-206

Tabla 3-56 Composición, abundancia total y relativa de zoobentos del sector Soncor. Abril 2012 3-209

Tabla 3-57 Composición, abundancia total y relativa de zoobentos del sector Aguas de Quelana. Abril 2012 3-212

Tabla 3-58 Composición, abundancia total y relativa de zoobentos del sector Peine: lagunas Interna (pe), Saladita (sa-1) y Salada (sa-2). Abril 2012 3-215

Tabla 3-59 Composición, abundancia total y relativa del zooplancton. Sector Puilar. Abril 2012 3-226

Tabla 3-60 Composición, abundancia total y relativa del zooplancton. Sector Soncor 3-229

Tabla 3-61 Composición, abundancia total y relativa del zooplancton. Sector Aguas de Quelana 3-232

Tabla 3-62 Composición, abundancia total y relativa del zooplancton. Sector Peine: lagunas Interna (pe), Saladita (sa-1) y Salada (sa-2) 3-235

Tabla 3-63 Composición y % cobertura de la vegetación acuática en los 4 sectores monitoreados en el Salar de Atacama. Abril 2012 3-245

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1-1 Ubicación de componentes bióticos objeto del Plan de Seguimiento Ambiental del Salar de Atacama 1-2

Figura 2.1-1 Distribución homogénea de la vegetación y su representación cartográfica. Ejemplo matorral de Brea-Cachiyuyo. 2-9

Figura 2.1-2 Distribución de la vegetación en mosaico y su representación cartográfica. Ejemplo pradera de grama salada. 2-9

Figura 2.1-3 Distribución de ejemplares de *Prosopis flexuosa* en la quebrada Camar 2-11

Figura 2.2-1 Ubicación de puntos de muestreo de flora 2-13

Figura 2.3-1 Hábitats para fauna presentes en el área de estudio 2-14

Figura 2.3-2 Sectores de muestreo de fauna 2-18

Figura 2.3-3 Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Soncor 2-21

Figura 2.3-4 Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Aguas de Quelana 2-22

Figura 2.3-5 Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Peine 2-23

Figura 2.4-1 Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Soncor 2-26

Figura 2.4-2 Ubicación de estaciones de monitoreo de biota acuática. Sector Aguas de Quelana 2-27

Figura 2.4-3 Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Peine 2-28

Figura 3.1-1 Estado del follaje de la vegetación en el Borde Este del Salar de Atacama en los meses de noviembre de 2005 y abril de 2006 3-34

Figura 3.1-2. Vitalidad de las Formaciones vegetacionales en el Borde Este del salar de Atacama. Campaña 2012. 3-35

Figura 3.1-3. Categorías de vitalidad de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Evolución temporal campañas 2006-2012. 3-35

Figura 3.1-4. Proporción de follaje verde de las formaciones vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Campaña 2012. 3-37

Figura 3.1-5 Fenología de las formaciones vegetacionales del Borde Este del Salar de Atacama. Campaña 2012. 3-38

Figura 3.1-6 Tipos Vegetacionales en el Borde Este del Salar de Atacama. Evolución histórica de la composición de la vegetación. Campañas 2006 a 2012. 3-41

Figura 3.1-7 Ubicación de la principal Rectificación realizada en la clasificación de la vegetación durande 2012. Señala diferencias en los Mapas de vegetación de 2011 y 2012 y reclasificación realizada en 2012..... 3-43

Figura 3.1-8 Areas identificadas con extracción de ejemplares de Cachiyuyo..... 3-45

Figura 3.1-9. Cobertura de las formaciones vegetacionales en la zona de conexión vegetación-acuífero. campañas de enero y abril de 2012. 3-48

Figura 3.1-10. Vitalidad de la vegetación en la zona de conexión vegetación-acuífero. Diferencia estacional campañas enero y abril entre 2008 y 2012..... 3-49

Figura 3.1-11. Proporción de follaje verde en zona de conexión vegetación-Acuífero. Diferencia estacional entre campañas de 2008 a 2012. 3-50

Figura 3.1-12 Vitalidad de los ejemplares de *Prosopis flexuosa* en la quebrada Camar. Campañas 2006-2012 3-53

Figura 3.1-13 Porcentaje de copa verde de ejempalres de Algarrobo (prosopis flexuosa) en Quebrada Camar. Campañas 2006 a 2012. 3-54

Figura 3.2-1. Frecuencia de especies de flora en el Borde Este del Salar de Atacama 3-59

Figura 3.2-2: Comparación del pH actual con el obtenido en años anteriores. 3-65

Figura 3.2-3: Comparación de la conductividad eléctrica actual 3-68

Figura 3.3-1 Abundancia de flamencos en laguna Puilar 3-85

Figura 3.3-2 Abundancia de flamencos en laguna Chaxa..... 3-85

Figura 3.3-3 Abundancia de flamencos en laguna Barros Negros 3-86

Figura 3.3-4 Abundancia de flamencos en canal Burro Muerto 3-86

Figura 3.3-5 Abundancia de flamencos en el sistema lacustre Aguas de Quelana..... 3-88

Figura 3.3-6 Abundancia de flamencos en laguna Salada 3-92

Figura 3.3-7 Abundancia de flamencos en laguna Saladita 3-92

Figura 3.3-8 Abundancia de flamencos en laguna Interna 3-93

Figura 3.4-1 Variación anual de los parámetros temperatura y pH en columna de agua sector Puilar-sistema Puilar-Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012 3-98

Figura 3.4-2 Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector Puilar-sistema Puilar-Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012 3-99

Figura 3.4-3 Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y del agua intersticial. Sector Puilar-sistema Puilar-Salar de Atacama. Periodo 2009 a 2012 3-102

Figura 3.4-4 Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. Sector Puilar-sistema Puilar-Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012 3-104

Figura 3.4-5 Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Puilar-sistema Puilar-Salar de Atacama. Campaña 2012 3-105

Figura 3.4-6 Variación anual de los parámetros temperatura y ph en columna de agua sector Soncor-sistema Soncor-Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012 3-109

Figura 3.4-7 Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector Soncor-sistema Soncor-Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012..... 3-110

Figura 3.4-8 Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial. Sector Soncor-sistema Soncor-Salar de Atacama. Periodo 2009 a 2012 3-112

Figura 3.4-9 Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. Sector Soncor-sistema Soncor-Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012 3-114

Figura 3.4-10 Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector SOncor-sistema Puilar-Salar de Atacama. Campaña 2012..... 3-115

Figura 3.4-11 Variación anual de los parámetros temperatura y ph en columna de agua sector Aguas de Quelana-Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012 3-119

Figura 3.4-12 Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector Aguas de Quelana-Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012 3-120

Figura 3.4-13 Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial. Sector Aguas de Quelana-Salar de Atacama. Periodo 2009 a 2012 3-123

Figura 3.4-14 Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. Sector Aguas de Quelana-Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012 3-126

Figura 3.4-15 Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Aguas de Quelana-Salar de Atacama. Campaña 2012..... 3-127

Figura 3.4-16 Variación anual de los parámetros temperatura y pH en columna de agua sector Peine (lagunas Interna, Salada y Saladita)-Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012..... 3-131

Figura 3.4-17 Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector Peine (lagunas Interna, Salada y Saladita)-Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012 3-132

Figura 3.4-18 Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial. Sector Peine (lagunas Interna, Salada y Saladita) - Salar de Atacama. Periodo 2009 a 2012 3-134

Figura 3.4-19 Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. Sector Peine (lagunas Interna, Salada y Saladita)- Salar de Atacama. Periodo 2006 a 2012..... 3-136

Figura 3.4-20 Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Peine (lagunas Interna, Salada y Saladita)-Salar de Atacama. campaña 2012 3-137

Figura 3.4-21 Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados 3-140

Figura 3.4-22 Parámetros comunitarios evaluados en el sector Puilar. Abril 2012..... 3-146

Figura 3.4-23 Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Puilar..... 3-147

Figura 3.4-24 Parámetros comunitarios evaluados en el sector Soncor: lagunas Barros Negros (bn); Chaxa (ch) y Burro Muerto (bm). Abril 2012 3-149

Figura 3.4-25 Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Soncor, laguna Barros Negros. Abril 2012. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10% 3-155

Figura 3.4-26 Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Soncor, laguna Chaxa. Abril 2012. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10% 3-156

Figura 3.4-27 Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Soncor, laguna Burro Muerto. Abril 2012. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10% 3-157

Figura 3.4-28 Parámetros comunitarios evaluados en el sector Aguas de Quelana. Abril 2012..... 3-159

Figura 3.4-29 Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Aguas de Quelana, abril 2012. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%..... 3-164

Figura 3.4-30 Parámetros comunitarios evaluados en el sector Peine. Abril 2012 3-169

Figura 3.4-31 Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Peine. Laguna Interna (pe). Abril 2012. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10% 3-170

Figura 3.4-32 Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Peine Lagunas Saladita (sa-1) y Salada (sa-2). Abril 2012. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10% .3-171

Figura 3.4-33 Análisis históricos de la abundancia de fitobentos Sector Puilar 3-175

Figura 3.4-34 Análisis históricos de la riqueza de fitobentos Sector Puilar..... 3-176

Figura 3.4-35 Análisis históricos de la abundancia de fitobentos Sector Soncor (lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) 3-176

Figura 3.4-36 Análisis históricos de la riqueza de fitobentos Sector Soncor (lagunas Barros Negros (bn), Chaxa (ch-1) y Burro Muerto (bm-1)) 3-177

Figura 3.4-37 Análisis históricos de la abundancia de fitobentos Sector Aguas de Quelana..... 3-177

Figura 3.4-38 Análisis históricos de la riqueza de fitobentos Sector Aguas de Quelana 3-178

Figura 3.4-39 Análisis históricos de la abundancia de fitobentos Sector Peine (lagunas Interna (pe), Saladita (sa-1) y Salada (sa-2)) 3-178

Figura 3.4-40 Análisis históricos de la riqueza de fitobentos Sector Peine (lagunas Interna (pe), Saladita (sa-1) y Salada (sa-2)) 3-179

Figura 3.4-41 Análisis de los principales parámetros comunitarios del fitoplancton en los 4 sectores monitoreados 3-180

Figura 3.4-42 Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Puilar. Abril 2012 3-184

Figura 3.4-43 Abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas sector Puilar. Abril 2012 3-185

Figura 3.4-44 Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Soncor. Lagunas Barros Negros (bn); Chaxa (ch) y Burro Muerto (bm). Abril 2012 3-188

Figura 3.4-45 Abundancias relativas de microalgas fitoplanctónicas sector Soncor, lagunas Barros Negros; Chaxa y burros muerto. Abril 2012. 3-189

Figura 3.4-46 Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Aguas de Quelana. Abril 2012 3-193

Figura 3.4-47 Abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas. Sector Aguas de Quelana. Abril 2012 3-194

Figura 3.4-48 Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Peine: lagunas Interna (pe); Saladita (sa-1) y Salada (sa-2). Abril 2012 3-196

Figura 3.4-49 Abundancias relativas de microalgas fitoplanctónicas. Sector Peine. Lagunas Interna (pe); Saladita (sa-1) y Salada (sa-2). Abril 2012. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%. 3-197

Figura 3.4-50 Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton. Sector Puilar. 3-200

Figura 3.4-51 Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton. Sector Puilar. 3-201

Figura 3.4-52 Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton. Sector Soncor (lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) 3-201

Figura 3.4-53 análisis históricos de la riqueza del fitoplancton. Sector Soncor (lagunas Barros Negros (bn), Chaxa (ch-1) y Burro Muerto (bm-1)) 3-202

Figura 3.4-54 Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton. Sector Aguas de Quelana 3-202

Figura 3.4-55 Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton. Sector Aguas de Quelana 3-203

Figura 3.4-56 Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton. Sector Peine (lagunas Interna (pe), Saladita (sa-1) y Salada (sa-2)) 3-203

Figura 3.4-57 Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton sector Peine (lagunas Interna (pe), Saladita (sa-1) y Salada (sa-2)) 3-204

Figura 3.4-58 Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados 3-205

Figura 3.4-59 Parámetros comunitarios evaluados en el sector Puilar. Abril 2012 3-207

Figura 3.4-60 Abundancias relativas de los organismos de zoobentos. Sector Puilar. Abril 2012 3-208

Figura 3.4-61 Parámetros comunitarios de zoobentos evaluados en el sector Soncor: lagunas Barros Negros (bn); Chaxa (ch) y Burro Muerto (bm). Abril 2012 3-210

Figura 3.4-62 Abundancias relativas de los organismos de zoobentos. Sector Soncor: lagunas Barros Negros (bn); Chaxa (ch) y Burro Muerto (bm). Abril 2012 3-211

Figura 3.4-63 Parámetros comunitarios de zoobentos evaluados en el sector Aguas de Quelana. Abril 2012 3-213

Figura 3.4-64 Abundancias relativas de los organismos de zoobentos. Sector Aguas de Quelana. Abril 2012 3-214

Figura 3.4-65 Parámetros comunitarios de zoobentos evaluados en el sector Peine: Lagunas Interna (pe), Saladita (sa-1) y Salada (sa-2). Abril 2012 3-216

Figura 3.4-66 Abundancias relativas de los organismos de zoobentos. Sector Peine. Abril 2012 3-217

Figura 3.4-67 Análisis históricos de la abundancia de zoobentos. Sector Puilar 3-220

Figura 3.4-68 Análisis históricos de la riqueza de taxa de zoobentos. Sector Puilar 3-220

Figura 3.4-69 Análisis históricos de la abundancia de zoobentos sector Soncor: lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto 3-221

Figura 3.4-70 Análisis históricos de la riqueza de taxa de zoobentos sector Soncor: lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto 3-221

Figura 3.4-71 Análisis históricos de la abundancia de zoobentos sector Aguas de Quelana 3-222

Figura 3.4-72 Análisis históricos de la riqueza de taxa de zoobentos sector Aguas de Quelana 3-222

Figura 3.4-73 Análisis históricos de la abundancia de zoobentos sector Peine: lagunas Interna, Salada y Saladita 3-223

Figura 3.4-74 Análisis históricos de la riqueza de taxa de zoobentos sector Peine: lagunas Interna, Salada y Saladita 3-223

Figura 3.4-75 Análisis de los principales parámetros comunitarios del zooplancton en los 4 sectores monitoreados 3-225

Figura 3.4-76 Parámetros comunitarios del zooplancton evaluados. Sector Puilar. Abril 2012 3-227

Figura 3.4-77 Abundancias relativas de los organismos del zooplancton. Sector Puilar. Abril 2012 3-228

Figura 3.4-78 Parámetros comunitarios del zooplancton evaluados en el sector Soncor: lagunas Barros Negros (bn); Chaxa (ch) y Burro Muerto (bm). Abril 2012..... 3-230

Figura 3.4-79 abundancias relativas de los organismos del zoplaNCTON. Sector Soncor: lagunas Barros Negros (bn); Chaxa (ch) y Burro Muerto (bm). Abril 2012..... 3-231

Figura 3.4-80 Parámetros comunitarios del zooPLANCTON evaluados. Sector Aguas de Quelana. Abril 2012 3-233

Figura 3.4-81 Abundancias relativas de los organismos del zooplancton. Sector Aguas de Quelana. Abril 2012..... 3-234

Figura 3.4-82 Parámetros comunitarios del zooplancton evaluados en el sector Peine: lagunas Interna (pe), Saladita (sa-1) y Salada (sa-2). Abril 2012..... 3-236

Figura 3.4-83 Abundancias relativas de los organismos del zooplancton. Sector Peine. Abril 2012..... 3-237

Figura 3.4-84 Análisis históricos de la abundancia del zooplancton. Sector Puilar..... 3-240

Figura 3.4-85 Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton. Sector Puilar..... 3-240

Figura 3.4-86 Análisis históricos de la abundancia del zooplancton. Sector Soncor: lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto 3-241

Figura 3.4-87 Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton Sector Soncor: lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto..... 3-241

Figura 3.4-88 Análisis históricos de la abundancia del zooplancton. Sector Aguas de Quelana..... 3-242

Figura 3.4-89 Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton. Sector Aguas de Quelana 3-242

Figura 3.4-90 Análisis históricos de la abundancia del zooplancton. Sector Peine: lagunas Interna, Salada y Saladita..... 3-243

Figura 3.4-91 Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton. Sector Peine: lagunas Interna, Salada y Saladita..... 3-243

Figura 3.4-92 Análisis de la cobertura de vegetación acuática en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama. Campaña del 2012..... 3-244

Figura 3.4-93 Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática. Sector Puilar. Periodo 2006 a 2012..... 3-246

Figura 3.4-94 Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática. Sector Aguas de Quelana. Periodo 2006 a 2012 3-247

Figura 3.4-95 Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática. Sector Peine. Periodo 2006 a 2012..... 3-248

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I	Cartografía. Mapa de vegetación, versión 2012.
Anexo II	Base de datos vegetacional de terreno en Zona Borde Este
Anexo III	Base de datos vegetacional de terreno en Zona de conexión vegetación –acuífero
Anexo IV	Base de datos florística de terreno
Anexo V	Base de datos monitoreo de *Prosopis flexuosa* DC., sector pozo Camar 2
Anexo VI	Registro fotográfico de *Prosopis flexuosa* DC., sector pozo Camar 2
Anexo VII	Estadísticas de variables físico-químicas y clorofila
Anexo VIII	Estadísticas de variables bióticas
Anexo IX	Certificados Acreditación de Laboratorios
Anexo X	Rectificación y reclasificación de la vegetación
Anexo XI	Bibliografía

1 INTRODUCCIÓN

Es materia del presente Informe exponer los resultados de la **sexta campaña anual de monitoreo de componentes bióticos y físicos** del Proyecto "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama", contemplado en el Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) del Salar de Atacama, establecido en el numeral 10 de la Resolución Exenta Nº 226 de la Comisión Regional del Medio Ambiente[1] II Región (RCA Nº 226/2006), que aprueba ambientalmente dicho proyecto.

En la Tabla 1-1 se indica la ubicación del área objeto del PSA, en la que se insertan los componentes ambientales considerados relevantes.

Las variables que conforman el PSA se indican en la Tabla 1-2, junto con su frecuencia de medición y frecuencia de entrega de reportes a la autoridad.

Conforme a lo establecido en la RCA Nº 226/2006 y según lo modificado en el acuerdo Nº 9 de la Resolución Nº 056/2008, es materia del presente informe reportar los resultados de la campaña anual de los componentes Vegetación, Flora, Fauna y Biota Acuática, efectuada durante el mes de abril de 2012. Se reportan además mediciones efectuadas en enero de 2012 correspondientes a la evaluación de la vegetación ubicada en la zona de conexión vegetación acuífero, para la cual el PSA Biótico contempla mediciones tanto en enero como abril de cada año (Tabla 1-2).

Con fecha 13 de agosto de 2007, se inició el aumento escalonado de extracción de salmuera, dándose por iniciada la etapa de operación del proyecto. Posteriormente, con fecha 13 de marzo de 2008 comenzó la extracción de agua dulce con la puesta en marcha del pozo Camar 2, y con fecha 15 de septiembre de 2008 comenzó la operación de los pozos Mullay y Allana. Por consiguiente, **los resultados reportados en el presente informe, corresponden a la quinta campaña de medición de la Etapa de Operación del Proyecto**.

El presente informe, reporta en primer término los aspectos metodológicos de las variables evaluadas (sección 2), y posteriormente los resultados obtenidos (sección 3).

TABLA 1-1 VÉRTICES DEL ÁREA DE ESTUDIO

VERTICE	UTM ESTE	UTM NORTE
1	582.993	7.426.195
2	596.701	7.426.195
3	596.701	7.385.934
4	591.599	7.372.539
5	584.638	7.372.539
6	584.645	7.384.792
7	589.992	7.384.790
8	589.997	7.413.893

[1] Actual Servicio de Evaluación Ambiental

TABLA 1-1 VÉRTICES DEL ÁREA DE ESTUDIO

VERTICE	UTM ESTE	UTM NORTE
9	582.993	7.413.893

FIGURA 2.1-1 UBICACIÓN DE COMPONENTES BIÓTICOS OBJETO DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL SALAR DE ATACAMA

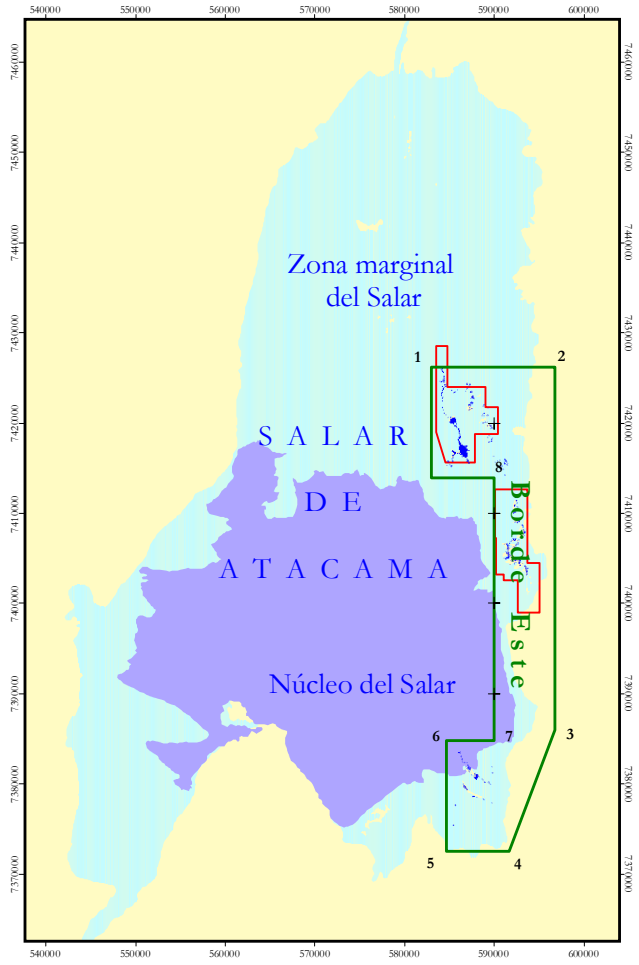


TABLA 1-2 FRECUENCIA DE MEDICIÓN DE VARIABLES DEL PSA DEL SALAR DE ATACAMA DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN LA RCA Nº 226/06

Componente ambiental	Considerando RCA Nº226/06	Variables de medición	Frecuencia de medición	Frecuencia de entrega de reportes
Hidrogeología	Considerando 10.2	Nivel de la napa de agua dulce y salmuera	Piezómetro manual: mensual Piezómetro automático: continuo	Semestral
		Calidad química del agua	Trimestral	Semestral
		Caudal superficial del Canal Burro Muerto	Estación de aforo existente (Pte. San Luis): continuo Estación de aforo por construir: mensual	Semestral
		Meteorología	Continuo	Semestral
		Volumen bombeado	Mensual	Semestral
		Superficie de lagunas	Estacas perimetrales: trimestral Topografía e Imagen satelital: anual	Semestral
		Conductividad eléctrica (Cuña Salina)	Semestral	Semestral
Contenido de humedad del suelo	Considerando 10.3.1	Contenido de humedad del suelo	Humedad del suelo: trimestral	Anual
		Vitalidad de la vegetación	2 veces al año	Anual
Vegetación	**Considerando 10.3.2**	**Distribución, abundancia y vitalidad de la vegetación en Imagen satelital**	**Anual**	**Anual**
		Cobertura, composición y vitalidad de la vegetación ubicada en zona de conexión vegetación – acuífero	**2 veces al año**	**Anual**
		Estado vital de ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*) en sector Camar 2	**Anual**	**Anual**
Flora	**Considerando 10.3.2**	**Composición y cobertura de especies**	**Anual**	**Anual**
		pH y salinidad en sustrato superficial suelo		
Fauna	**Considerando 10.4**	**Composición y abundancia de especies**	**Anual**	**Anual**
Biota Acuática	**Considerando 10.5**	**Composición y abundancia de especies**	**Anual**	**Anual**
		Parámetros físico – químicos del agua	**Anual**	**Anual**
Suelo[1]	Resuelve 1.3	Propiedades físicas, químicas y biológicas	1 vez[2]	1 vez

Las variables del PSA destacadas en negrita son reportadas en el presente informe.

[1] Se eliminó esta variable originalmente propuesta en el Resuelvo 1.3 de la RCA Nº226/06 de COREMA Región de Antofagasta, según lo indicado en el acuerdo Nº 9 de la Res.Nº056/2008 de CONAMA Dirección Ejecutiva.

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 Vegetación

El monitoreo de la vegetación se efectuó en el Borde Este del Salar de Atacama (Figura 2.1-1) y consideró una evaluación de la cobertura, composición y vitalidad de las formaciones vegetales presentes, a partir del análisis de una imagen satelital de alta resolución (WorldView II modalidad Bundle). La imagen satelital fue tomada en el mes de abril de 2012 en forma simultánea con los trabajos de prospección de terreno.

Este monitoreo se basa en la caracterización de la vegetación presente en 99 puntos de muestreo distribuidos en el área de estudio mostrada en la Figura 2.1-1 y que son representativos de todas las formaciones vegetacionales presentes en el lugar. El seguimiento del componente vegetación permitirá detectar si se producen cambios en la cobertura vegetal del Borde Este y que pudieran tener relación con la operación del proyecto. Para tales efectos, se utilizó la misma red de 99 puntos de terreno utilizada en la campaña pre-operacional efectuada en abril de 2006 y es concordante con lo establecido en la RCA N°226/2006 la cual calificó favorablemente el proyecto. La ubicación y caracterización completa de la vegetación en esos puntos se entrega en el Anexo II.

En base a la información de los puntos de monitoreo en terreno y a la delimitación e interpretación de unidades vegetacionalmente homogéneas sobre la imagen satelital se elaboró un Mapa de Vegetación para toda el área de estudio. En este mapa se muestra la distribución y abundancia de todos los tipos vegetacionales descritos para el área y se presenta en el Anexo I.

Adicionalmente, en los meses de enero y abril de 2012, se efectuó una evaluación de la cobertura, composición y vitalidad de la vegetación ubicada en la zona en donde se presume ocurre la conexión entre las raíces de la vegetación y la napa de agua subterránea.

Por otra parte, en el mes de abril de 2012, se efectuó mediciones del estado vital de los ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa)* ubicados en el sector del Pozo Camar 2.

A continuación se indica la metodología utilizada en el monitoreo de las formaciones vegetacionales anteriormente descritas.

2.1.1 Distribución, abundancia y vitalidad de la vegetación del Borde Este mediante análisis de imágenes satelitales

2.1.1.1 Georeferenciación y ecualización de bandas de la imagen satelital

En una primera etapa, se tomó una imagen WorldView II modalidad Bundle del área de interés (ver Figura 2.1-1 Tabla 1-1) en el mes de abril de 2012. Esta modalidad (Bundle) consiste en la toma simultánea de una imagen multiespectral de 4 bandas con una resolución espacial de 2 m y una imagen pancromática (1 banda) de resolución espacial 0,5 m.

Para la ortorectificación (o posicionar geográficamente) la imagen satelital, se utilizaron 13 puntos de control, correspondientes a elementos del paisaje que son de fácil identificación en la imagen y marcas que fueron especialmente instaladas en terreno. La localización de los puntos de control utilizados se entrega en coordenadas UTM (Datum PSAD 56, Huso 19) en Tabla 2-1. De los 13 puntos de control, 9 corresponden a hitos de fácil identificación en la imagen satelital, como por ejemplo cruces de caminos o infraestructura urbana. Los cuatro puntos restantes fueron instalados en el límite oeste del área de estudio, correspondiente a la zona marginal del salar, debido a la inexistencia de hitos visibles desde el aire. Con este procedimiento se consigue el calce espacial entre la imagen tomada durante la presente campaña y las imágenes de años anteriores.

TABLA 2-1 PUNTOS DE CONTROL DE POSICIÓN UTILIZADOS PARA GEORREFERENCIAR LA IMAGEN SATELITAL DEL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA

PUNTO DE CONTROL	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	HITO IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL
IM01	594.735	7.425.054	Cruce camino a Chaxa
IM02	594.744	7.425.082	Cruce camino a Chaxa
IM03	589.853	7.425.009	Camino a Chaxa Letrero Chico
IM04	584.682	7.424.825	Caseta CONAF Chaxa
IM05	584.676	7.424.838	Caseta CONAF Chaxa
IM06	594.891	7.409.266	Cruce camino a Camar
IM07	596.185	7.403.926	Cruce a camino Socaire
IM08	595.504	7.396.345	Cruce camino a SQM Salar pozo P2
IM09	590.776	7.393.887	Punto marcado con malla Raschell
IM10	595.672	7.387.999	Cruce camino a SQM Salar Camino público
IM11	587.471	7.384.316	Punto marcado con malla Raschell
IM12	592.136	3.377.731	Punto marcado con malla Raschell
IM13	589.944	7.419.773	Punto marcado con malla Raschell

Utilizando una plataforma SIG y con la ayuda de un programa procesador de imágenes, se identificaron los puntos de control tomados en terreno, con el propósito de georeferenciar la imagen. La corrección de posición se efectuó mediante el calce digital de las coordenadas de terreno con los puntos identificados sobre la imagen. Para tal efecto se utilizaron los parámetros de la proyección UTM zona 19, PSAD 56.

Con el uso de técnicas de corrección y ecualización, se aplicó un contraste inicial con el fin de resaltar las diferencias entre los niveles digitales (ND) de la imagen. Es así como se obtuvo una imagen más nítida, facilitando la identificación de los objetos reales, y proporcionando

una primera aproximación de la estimación de formaciones vegetacionales factibles de reconocer a simple vista.

2.1.1.2 Interpretación de patrones vegetacionales mediante clasificación supervisada de niveles digitales.

Una vez concluida la campaña de terreno, cada punto de muestreo fue identificado espacialmente en la imagen satelital previamente georeferenciada y ecualizada. Una vez localizados los puntos en la imagen se asignó la combinación de niveles digitales (ND) del punto a la formación vegetal observada en terreno. Sobre la base de un algoritmo de máxima similitud, todos los píxeles de la imagen fueron clasificados de acuerdo a las formaciones vegetales asignadas a los ND de los puntos de muestreo. De esta forma, se clasificó toda la imagen de acuerdo con la prospección vegetacional de terreno.

Para la identificación de patrones en la imagen se utilizó un software de análisis de imágenes, a través del cual se aplicó una clasificación supervisada a los ND. Esta técnica consiste en crear áreas de entrenamiento, representativas de las categorías que se desean clasificar. Como el proceso asume un cierto nivel de conocimiento del territorio, se consideraron los puntos de muestreo de vegetación los que permitieron corroborar el contenido de cada área de entrenamiento aplicada a las imágenes, generando finalmente un conjunto de categorías espectrales que permitieron iniciar el proceso de separación o asignación espectral.

Los ND fueron sometidos a una fase de asignación para cada categoría identificada. Este proceso fue iterativo, de modo de ajustar estadísticamente los valores digitales al interior de cada categoría. Una vez calculada la desviación típica y la matriz de covarianza, se realizó un proceso de frontera espectral mediante un clasificador de mínima distancia. Este paso consiste en asignar el píxel a la clase más cerca.

2.1.1.3 Elaboración de un Índice de Vegetación (NDVI)

El Índice diferencial de vegetación normalizado, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés, es un índice comúnmente usado para estimar presencia y vitalidad de la vegetación. Este índice se basa en la típica respuesta espectral de la vegetación en la banda roja e infrarroja del espectro electromagnético. Estas bandas se registran en los sensores utilizados en este estudio (Quickbird-II y Worldview II), pudiéndose elaborar una nueva imagen que cubre el área de estudio correspondiente al NDVI. Este índice asigna valores que van de -1 a +1 para todos los pixeles contenidos en la imagen. Valores de NDVI negativos corresponde principalmente a las nubes, el agua y la nieve, y los valores positivos cercanos a cero corresponden principalmente a las rocas y al terreno desnudo, por ello normalmente en estudios vegetacionales se acota el rango de variación de éste índice entre 0 y 1. Si bien los valores de NDVI dependen de la época del año en que se obtuvo la imagen, y de la fenología de las especies del lugar, en general se considera que los valores moderados de NDVI representan terrenos con arbustos y prados (0,2 a 0,3), mientras que los valores altos indican bosques de zonas templadas y tropicales (0,6 a 0,8). Las imágenes que representan los NDVI, en su forma original corresponden a imágenes en blanco y negro,

donde una escala de grises cubre toda la gama que va desde los valores -1 (representado por el color negro) al valor +1, representado por el blanco.

A partir de la imagen satelital captada en abril de 2012 y mediante el uso de software específicos se elaboró un NDVI para el área de estudio. Esta nueva imagen se utilizó como herramienta complementaria en la discriminación de presencia/ausencia de vegetación.

2.1.1.4 Segmentación de imagen satelital, delimitación de unidades vegetacionales y elaboración de cartografía

En base a la clasificación supervisada de la imagen satelital, el índice de vegetación NDVI elaborado, la interpretación visual de la imagen (de color, grano y textura) y la información recopilada en la campaña de terreno se realizó una segmentación de la imagen satélite para toda el área de estudio. Esta segmentación consiste en la identificación de áreas sobre las cuales la cobertura de uso de suelo en homogénea, así se diferenciaron áreas cubiertas con suelo desnudo, por cuerpos de agua y por vegetación.

Las unidades con vegetación identificadas en esta etapa Tipos Vegetacionales en esta etapa se basó en la información recopilada en terreno de los 99 puntos de muestreo señalados en la sección 2.1. Los criterios utilizados para la clasificación de la vegetación en categorías de cobertura, vitalidad, fenología y proporción de follaje verde se entregan en el Anexo II.

En esta etapa se realizaron correcciones a la segmentación realizada sobre la imagen satelital y monitoreo del año anterior, en base a la información obtenida en el levantamiento de terreno que se expone en la sección siguiente.

Producto de esta etapa se obtiene una cobertura digital de polígonos clasificados en Formaciones Vegetacionales. La representación de los distintos polígonos identificados para el área de estudio se presenta en un Mapa Temático de la Vegetación a escala 1:50.000 (Anexo I).

2.1.1.5 Prospección vegetacional de terreno

En forma paralela a la toma de las imágenes satelitales para el área de estudio, se efectuó durante abril de 2012 una campaña de terreno con el propósito de recoger la información necesaria para la caracterización estructural de las formaciones vegetales existentes en el Borde Este del Salar de Atacama y realizar la interpretación de los patrones vegetacionales en la imagen satelital. Para tales efectos se realizaron 99 descripciones vegetacionales en terreno, correspondientes a los puntos de monitoreo de las formaciones vegetacionales en el Borde Este del Salar de Atacama y contemplados en la RCA N°226/2006. En cada punto se registraron las especies presentes, cobertura, vitalidad, porcentaje de copa verde y fase fenológica. La ubicación y caracterización completa de la vegetación en esos puntos se entrega en el Anexo II.

Dado que la campaña de terreno se realiza la misma época de obtención de la imagen satelital, el material cartográfico utilizado en la prospección vegetacional corresponde a la imagen satelital captada el año anterior y la segmentación de ella para el área de estudio

realizada en el marco del monitoreo realizado en 2011. Por lo anterior, la prospección de terreno permite realizar una revisión y eventuales correcciones de las unidades generados mediante segmentación de imágenes en gabinete y descritas para el área. En los casos en que fue necesario se modificaron y redefinieron polígonos en terreno. Dada la extensa dimensión del área de estudio y la imposibilidad de describir en detalle todo ese territorio, adicionalmente la campaña de terreno es útil para la verificación de unidades vegetacionales que no han quedado representas en los puntos de monitoreo con el propósito de mejorar representación general de la vegetación en el Mapa elaborado.

2.1.1.6 Clasificación de la vegetación y generalización de la información

Consiste en asignar cada polígono identificado en las etapas anteriores dentro de alguno de los Tipos Vegetacionales descritos para el área de estudio. Para ello se utilizó como base la información registrada en terreno de los 99 puntos de monitoreo. Los polígonos generados en la etapa de segmentación se revisaron y en algunos casos se modificaron según la información de terreno, escala de trabajo adoptada y criterios de similitud de colores, tonos y texturas. El resultado de esta etapa es una base de datos y cobertura digital de la vegetación para la totalidad del área de estudio, la que permite representar gráficamente la abundancias y distribución de la vegetación por Tipos Vegetacionales, de acuerdo a las especies dominantes y grados de cobertura que ellos poseen.

2.1.1.7 Escala de trabajo

Conforme a la metodología utilizada, la escala de trabajo fue de 1:10.000. La unidad mínima cartografiable y representada en el Mapa de Vegetación fue de 5 ha, con lo que unidades vegetacionales de menor superficie fueron integradas en unidades de mayores. Se entenderá por unidad mínima cartografiable, a la unidad espacial de menor superficie que podrá ser representada adecuadamente en un mapa.

El criterio utilizado en la definición de la unidad mínima cartografiable permite garantizar una adecuada representación e identificación de los polígonos que representan las unidades vegetacionales definidas y descritas en terreno. Adicionalmente acoge las recomendaciones generales en la elaboración de cartografía temática de la vegetación.

2.1.1.8 Distribución homogénea de la vegetación y distribución en mosaicos.

Conforme al patrón espacial en que la vegetación de distribuye en el terreno, ésta puede ser homogénea o en mosaico. Una distribución homogénea es aquella en que los individuos que constituyen la formación vegetal se distribuyen espacialmente en forma regular sobre la superficie, ocupando de manera uniforme el área sobre la que se distribuyen (Figura 2.1-1). Cuando la vegetación se distribuye en mosaicos, la vegetación se distribuye irregularmente sobre la superficie, identificándose sectores en que la cobertura de la vegetación puede ser del 100%, entremezclándose con sectores de suelo descubierto. Conforme a la escala de trabajo, y a la unidad mínima cartografiable, ésta unidades territoriales cubiertas con vegetación, en algunos casos no pueden ser representadas adecuadamente en los mapas de vegetación ya que corresponde a superficies muy pequeñas y que se distribuyen

espacialmente en forma irregular, con lo que la definición de mosaicos para esos sectores permite una caracterización y representación más adecuada de la distribución de la vegetación (Figura 2.1-2).

FIGURA 2.1-1 DISTRIBUCIÓN HOMOGÉNEA DE LA VEGETACIÓN Y SU REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA. EJEMPLO MATORRAL DE BREA-CACHIYUYO.

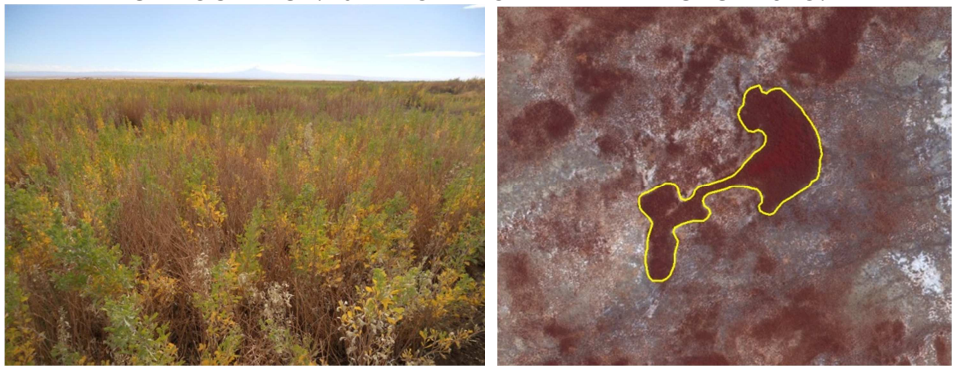


FIGURA 2.1-2 DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN MOSAICO Y SU REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA. EJEMPLO PRADERA DE GRAMA SALADA.



2.1.1.9 Evaluación del estado vital de la vegetación

El estado vital de la vegetación se evaluó a partir de observaciones directas de terreno en 99 puntos de muestreo. En cada punto de muestreo se efectuaron observaciones de vitalidad y porcentaje de copa verde para cada especie presente en la unidad vegetacional presente, además de la fase fenológica en la que se encontraba, de acuerdo con las siguientes categorías:

Vitalidad

0 Ejemplares secos: No presentan follaje verde ni estructuras reproductivas.

1 Ejemplares muy débiles: Presentan escaso follaje verde, sin producción de frutos. Se observan signos de ataque de patógenos.

2 Ejemplares débiles: Aun cuando presentan follaje verde puede observarse signos leves de ataques de patógenos. No obstante, son capaces de producir algunos frutos.

3 Ejemplares de crecimiento normal: Presentan gran parte de su follaje verde. Producción de frutos. Sin signos de patógenos

4 Ejemplares excepcionalmente vigorosos: Presentan abundancia de follaje y estructuras reproductivas.

Porcentaje de copa verde

Corresponde a la proporción de copa del árbol que presenta follaje con capacidad fotosintética (verde). La pérdida parcial o completa del follaje, en forma sincrónica y fuera de estación, en muchos ejemplares de una población es un fenómeno conocido como "muerte regresiva" (Le Quesne, 2002). Su ocurrencia se asocia a la intervención de un agente abiótico (Ej. disponibilidad de agua), un agente biótico (patógeno) o al efecto combinado de ambos (Ej. el estrés hídrico predispone a los árboles a sufrir ataques de defoliadores o barrenadores de madera). Las categorías de porcentaje de copa verde utilizadas se indican a continuación:

0 0%
1 <5%
2 5-25%
3 25-50%
4 50-75%
5 75-100%

Fenología:

1 Senescente
2 Crecimiento vegetativo
3 Floración
4 Fructificación

2.1.2 Cobertura, composición y estado vital de la vegetación en la zona de conexión vegetación-acuífero

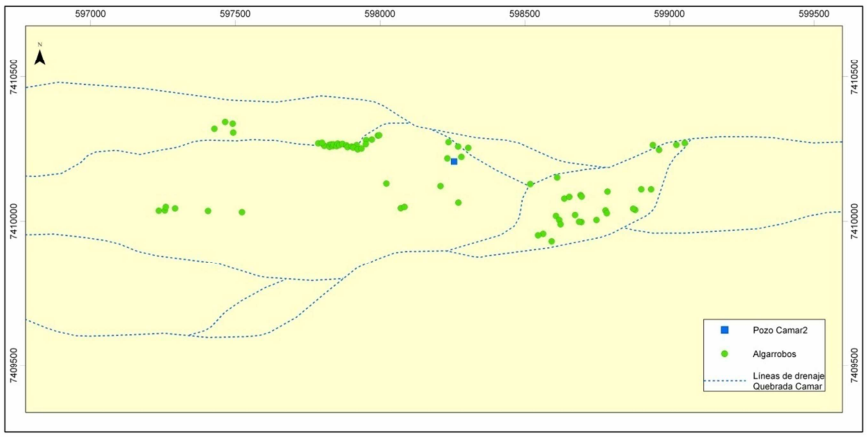
A objeto de monitorear el efecto del bombeo de agua dulce del proyecto sobre la vegetación de la zona de conexión vegetación-acuífero definida en el Anexo II de la Adenda III del EIA, se seleccionó un conjunto de 19 puntos en donde se realizaron mediciones directas de terreno, de cobertura, composición y vitalidad de la vegetación, en los meses de enero y abril. Las observaciones de vitalidad se realizaron utilizando las categorías indicadas en la Sección 2.1.1.6 del presente documento. El detalle de las descripciones vegetacionales de terreno se entregan en el Anexo III.

2.1.3 Estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*)

Se efectuó una evaluación del estado vital de los ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*) existentes en las proximidades del pozo de Camar 2 en el mes de abril de 2012.

La ubicación de los ejemplares se indica en la Figura 2.1-3, se ubica topográficamente en un sector de quebrada con escurrimientos superficiales esporádicos y corresponde estructuralmente a un matorral arborescente ralo (<10% de recubrimiento), formado exclusivamente por ejemplares de Algarrobos y unos pocos ejemplares de Rica rica (*Acantholippia deserticola*) y Pingo pingo (*Ephedra multiflora*).

FIGURA 2.1-3 DISTRIBUCIÓN DE EJEMPLARES DE *Prosopis flexuosa* EN LA QUEBRADA CAMAR



Para cada ejemplar marcado en terreno se efectuaron observaciones de vitalidad y porcentaje de copa verde utilizando las categorías indicadas en la Sección 2.1.1-d del presente documento, además se registró la altura de cada individuo de acuerdo a los siguientes rangos:

- < 0,25 metros
- 0,25 - 0,5 metros
- 0,5 - 1 metros
- 1 - 2 metros
- 2 - 4 metros

Las mediciones fueron complementadas con un completo registro fotográfico. El detalle de la prospección de terreno se entrega en el Anexo V del presente documento. El registro fotográfico de cada ejemplar evaluado se entrega en el Anexo VI.

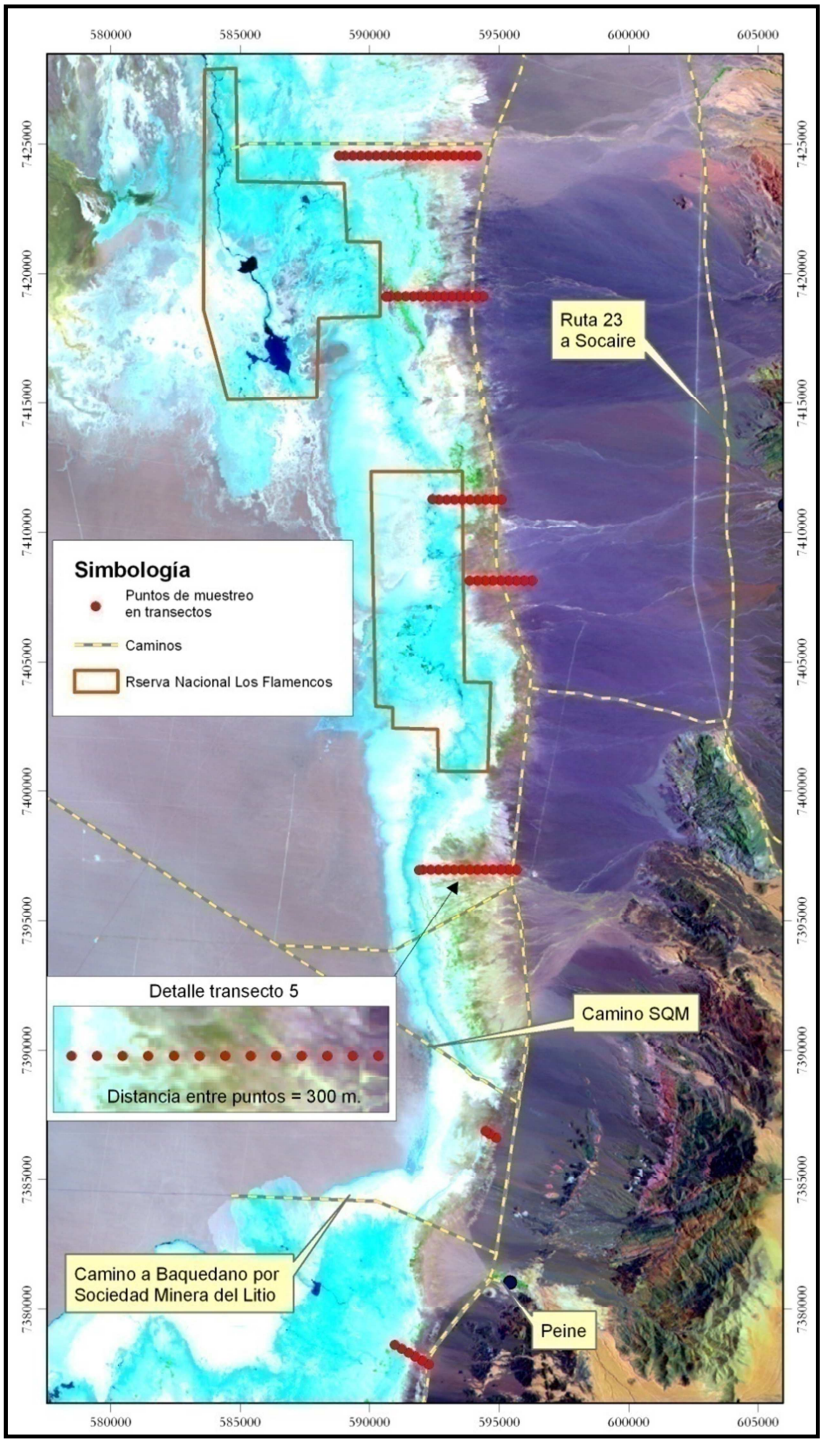
2.2 Flora

Para el seguimiento de la flora del Borde Este se utilizó una red de puntos de muestreo ubicada en la zona con presencia de vegetación del Borde Este del Salar de Atacama (Figura 2.2-1). Consiste en un conjunto de siete transectos orientados en sentido Este-Oeste, en los que se dispuso un total de 75 puntos de muestreo, ubicados sistemáticamente cada 300 m. La ubicación de los puntos de muestreo se entrega en el Anexo IV del presente documento. Cada punto de muestreo está compuesto por cinco parcelas de 4 m^2, lo que hace un total de 375 parcelas. Las parcelas se encuentran separadas entre sí por una distancia de 10 m, y dispuestas en forma de "X" (Figura 2.2-1), la disposición de las parcelas permitió capturar de mejor manera la variación de la cobertura que puede producirse de una temporada a otra, principalmente en el caso de las especies herbáceas.

En cada punto de muestreo se registró las especies presentes y la cobertura por especie. En cada punto de muestreo se realizó además mediciones de salinidad y pH en el sustrato superficial del suelo. Se registró además las especies observadas fuera de los puntos de muestreo, para así poder completar el catálogo florístico para toda el área de estudio.

La información obtenida en la prospección, permitió evaluar la riqueza florística del Borde Este del Salar de Atacama en la presente temporada (abril de 2012), así como la frecuencia de las especies presentes y su distribución en el gradiente de pH y salinidad. El detalle de la prospección florística de terreno se entrega en el Anexo IV del presente documento.

FIGURA 2.2-1 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE FLORA

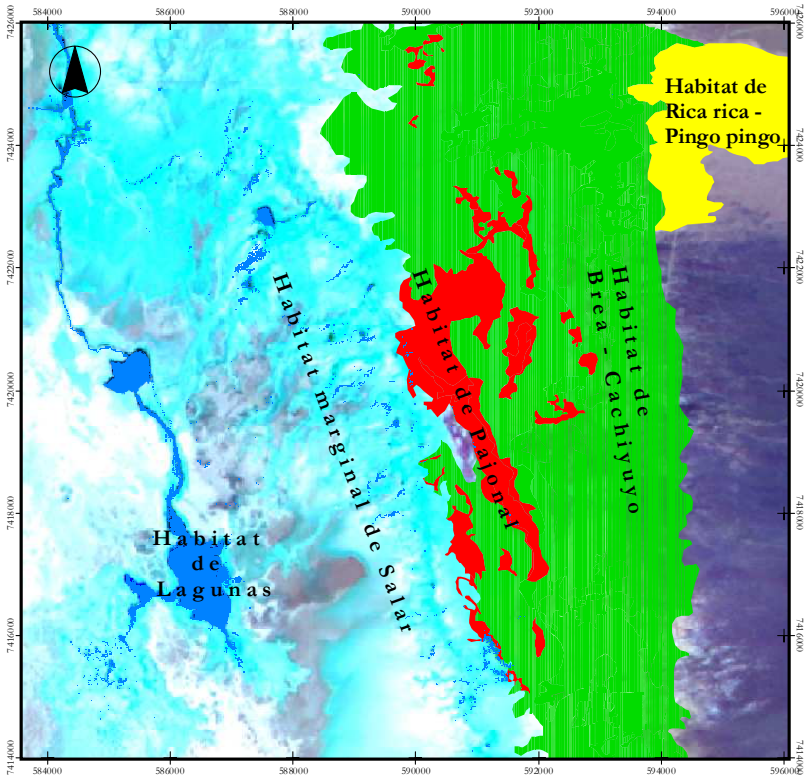


2.3 Fauna

El monitoreo de la fauna se efectúa sobre la base del muestreo de la presencia y la abundancia de la fauna en los diferentes hábitats presentes en el área del proyecto, complementado con el análisis de las localidades de captura de especímenes depositados en la colección de vertebrados del Museo Nacional de Historia Natural (considerando además Núñez, 1992; y Torres-Mura, 1991) y una completa revisión bibliográfica. Se consultó los trabajos generales de Jaksic (1996), Lazo y Silva (1993) y Torres-Mura (1994) que contienen una extensa bibliografía, los resultados específicos del "Proyecto Sectorial Biomas y Climas Terrestres y Marinos del Norte de Chile" desarrollado en la región de Antofagasta (Spotorno *et al.*, 1998, Rau *et al*., 1998, Veloso y Núñez, 1998, Marquet *et al*., 1998) y además las páginas bibliográficas de E. Silva-Aránguiz en la red global (www.bio.puc.cl/auco).

El área de monitoreo está conformada por el sector denominado Borde Este del Salar de Atacama y los sistemas lacustres de Soncor, Aguas de Quelana y Peine (ver Figura 2.3-1). El presente informe corresponde a la 6ta campaña de Seguimiento de la fauna, cuyo trabajo de terreno fue realizado en abril de 2012. Los hábitats reconocidos y estudiados se indican en la Figura 2.3-1 a continuación.

FIGURA 2.3-1 HÁBITATS PARA FAUNA PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO



Tal como se observa en la Figura 2.3-1, los hábitats se distribuyen espacialmente en concordancia con las diferentes formaciones vegetacionales en el Borde Este del Salar de Atacama. A continuación se describen los hábitats identificados.

a. Hábitat de Rica rica – Pingo pingo: Corresponde a un matorral ralo (<10% de cobertura) de Rica rica – Pingo pingo (*Acantholippia deserticola – Ephedra multiflora*). Esta formación se desarrolla sobre laderas levemente inclinadas con sustratos arenosos de ceniza y escorias volcánicas, aprovechando las aguas superficiales provenientes de la cordillera. Además es posible encontrar individuos de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*, *Atriplex imbricata*) en el sector norte del área de estudio, y en menor medida, individuos de *Tiquilia atacamensis*. Este hábitat presenta discontinuidad espacial en sentido norte-sur.

b. Hábitat de Brea – Cachiyuyo: Corresponde a la formación vegetal denominada Matorral de Brea – Cachiyuyo (*Tessaria absinthioides – Atriplex atacamensis*) y además la formación vegetal Pradera de Grama Salada (*Distichlis spicata*). Se distribuye en una franja continua de vegetación orientada en sentido norte – sur, predominando las coberturas abiertas (25-50% de recubrimiento). En el margen oriental de la franja, la cobertura arbustiva disminuye a valores inferiores al 10% de recubrimiento. En el margen occidental, la cobertura arbustiva disminuye a valores inferiores a 10% de recubrimiento, dando a paso a la formación vegetal de Pradera de Grama Salada (*Distichlis spicata*). Este hábitat, está ampliamente dominado por ejemplares de Brea (*Tessaria absinthioides*), los que pueden presentarse en forma pura o acompañados por Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*). Otra especie vegetal presente en este hábitat es la Rica rica (*Acantholippia deserticola*), la que usualmente se encuentra asociada a la presencia de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*).

c. Hábitat de Pajonal: Corresponde a la formación vegetal denominada Pajonal de *Juncus balticus*, *Scirpus americanus* y *Baccharis juncea.* Este hábitat se caracteriza por la presencia de formaciones higrófilas, cuyas especies dominantes son *Juncus balticus*, *Scirpus americanus* y *Baccharis juncea.* Dichas formaciones presentan mayoritariamente coberturas densas (75-100% de recubrimiento) y en menor medida coberturas abiertas o muy abiertas (25-50% y 10-25% de recubrimiento respectivamente). Otras especies vegetales presentes en este hábitat son *Distichlis spicata*, *Festuca hypsophilla* y *Puccinellia frigida*. Emplazado cerca del margen oriental del núcleo, algunos sectores de la Vega de Carvajal, Vega de Quelana y otras de menor tamaño ubicadas al sur de las lagunas Salada, Saladita e Interna forman parte de este hábitat.

d. Hábitat marginal de salar: Corresponde a una extensa franja de costra salina ubicada entre el núcleo del salar y la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Se caracteriza por la presencia de una matriz salina, que en algunos sectores presenta un alto contenido de humedad, y en otros se presenta como una costra de sal de gran dureza y grosor, completamente seca en la superficie. Presenta además un sistema de cuerpos lacustres de agua salada de tamaño y profundidad variables. Este hábitat se encuentra totalmente carente de vegetación.

e. Hábitat de Lagunas: Está representado por los cuerpos lacustres localizados en la Zona Marginal, a saber, Sistema Lacustre Soncor (que incluye las lagunas Barros Negros, Chaxa y Puilar); el Sistema Lacustre Aguas de Quelana y el Sistema Lacustre Peine (con las lagunas Salada, Saladita e Interna).

Para cada hábitat se estableció el listado de especies de fauna presentes y sus abundancias relativas. La determinación taxonómica de los animales se efectuó mediante consultas a la siguiente bibliografía específica:

- Reptiles: Donoso-Barros (1966), Pincheira-Donoso y Núñez (2005);
- Aves: Jaramillo (2003), Johnson (1965, 1967), Martínez y González (2005), Stotz *et al*. (1997);
- Mamíferos: Iriarte (2008), Mann, (1978) y Muñoz y Yáñez (2009).

Las metodologías utilizadas para la elaboración de los listados faunísticos y el cálculo de las abundancias de los distintos grupos de fauna se indican a continuación.

2.3.1 Reptiles

La metodología utilizada para este grupo de fauna consideró prospecciones terrestres efectuadas sobre un total de 17 transectos lineales distribuidos en cinco sectores, los que se indican en la Tabla 2-2 y Figura 2.3-2. Los sectores seleccionados tienen representados los cuatro hábitats relevantes para reptiles identificados en el área de estudio, a saber: hábitat de Rica rica – Pingo pingo; hábitat de Brea – Cachiyuyo; hábitat de Pajonal y hábitat marginal de salar.

Cada transecto de 300 m fue recorrido a pie una vez por día durante tres días. Para cada recorrido se registró los individuos observados a una distancia de hasta 30 m a cada lado del transecto y se estandarizó el tiempo de muestreo a 20 minutos para todos los transectos. Este método permitió registrar el número de especies presentes en cada hábitat y su abundancia relativa.

TABLA 2-2 UBICACIÓN DE TRANSECTOS DE MUESTREO PARA LA PROSPECCIÓN DE REPTILES Y AVES TERRESTRES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA

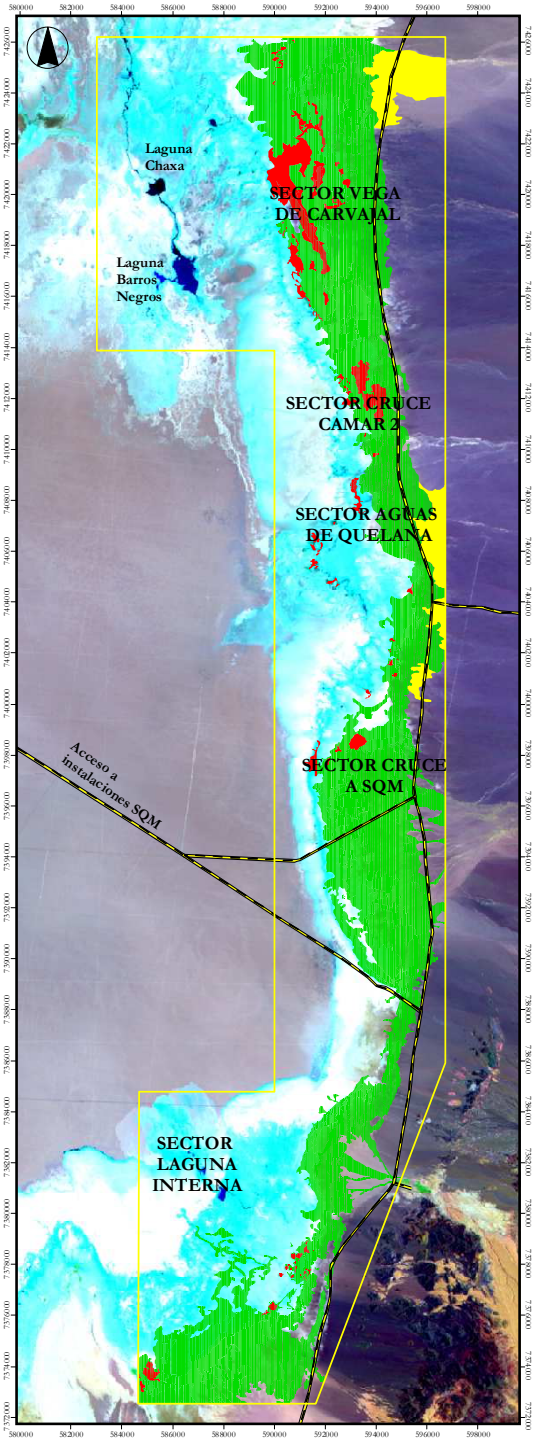
SECTOR	HÁBITAT	TRANSECTO Nº	COORDENADA INICIO		COORDENADA FIN	
			NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
Vega de Carvajal	Hábitat de Rica rica - Pingo pingo	1	7.417.820	593.654	7.417.520	593.654
	Hábitat de Brea – Cachiyuyo	2	7.417.792	593.812	7.417.492	593.812
	Hábitat de Pajonal	3	7.418.091	591.760	7.417.791	591.760
	Hábitat marginal de salar	4	7.418.111	590.598	7.417.811	590.598
Cruce Camar	Hábitat de Rica rica - Pingo pingo	5	7.411.932	595.003	7.411.632	595.003

TABLA 2-2 UBICACIÓN DE TRANSECTOS DE MUESTREO PARA LA PROSPECCIÓN DE REPTILES Y AVES TERRESTRES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA

SECTOR	HÁBITAT	TRANSECTO Nº	COORDENADA INICIO		COORDENADA FIN	
			NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
	Hábitat de Brea – Cachiyuyo	6	7.411.794	593.544	7.411.494	593.544
	Hábitat de Pajonal	7	7.412.188	593.009	7.411.888	593.009
	Hábitat marginal de salar	8	7.411.962	592.780	7.411.662	592.780
Aguas de Quelana	Hábitat de Rica rica – Pingo pingo	9	7.403.255	596.114	7.402.955	596.114
	Hábitat de Brea – Cachiyuyo	10	7.403.878	595.444	7.403.578	595.444
	Hábitat de Pajonal	11	7.403.873	594.644	7.403.573	594.644
	Hábitat marginal de salar	12	7.403.878	594.073	7.403.578	594.073
Cruce SQM	Hábitat de Rica rica - Pingo pingo	13	7.396.480	595.779	7.396.180	595.779
	Hábitat de Brea – cachiyuyo	14	7.395.620	594.207	7.395.320	594.207
	Hábitat de Pajonal	15	7.394.526	592.227	7.394.226	592.227
	Hábitat marginal de salar	16	7.394.389	591.774	7.394.089	591.774
Laguna Interna	Hábitat de salar	17	7.383.636	586.066	7.383.336	586.066

Nota: Al igual que en los informes de los años anteriores, las coordenadas de los transectos de aves terrestres y reptiles presentan una pequeña variación respecto de las indicadas en la RCA, debido a que se detectó una diferencia entre lo correspondiente a terreno y lo indicado en la RCA.

FIGURA 2.3-2 SECTORES DE MUESTREO DE FAUNA



2.3.2 Aves

Los sectores seleccionados tienen representados los cuatro hábitats relevantes para aves terrestres identificados en el área de estudio, a saber: hábitat de Rica rica – Pingo – pingo; hábitat de Brea – Cachiyuyo; hábitat de Pajonal y hábitat marginal de Salar. En el caso de las aves acuáticas los sectores prospectados corresponden al hábitat de Lagunas.

Para establecer la presencia y abundancia de aves terrestres, en cada transecto de 300 m se realizó un recorrido a pie una vez por día durante tres días estandarizando el tiempo de muestreo a 20 minutos para todos los transectos. La presencia de aves terrestres se determinó sobre la base de observaciones directas en terreno. Finalmente se calcularon las abundancias de aves por transectos a partir del promedio de animales observados en los tres días. Sin perjuicio de lo anterior, y considerando que este método produce un sesgo en la estimación de abundancias de especies de alta movilidad y detectabilidad (i.e. rapaces) que impide su comparación con otras taxa, tales especies fueron tratadas como presentes (i.e. observadas) o ausentes. Se registraron además los ejemplares observados fuera de transecto (observaciones efectuadas con anterioridad o posterioridad al tiempo de recorrido de cada transecto) para completar el catálogo de avifauna terrestre.

En el caso de las aves acuáticas, se seleccionaron 25 puntos de observación en el perímetro de los principales cuerpos lacustres de los sistemas Soncor, Aguas de Quelana y Peine. La Tabla 2-3 indica la ubicación (coordenadas UTM) de los puntos de observación utilizados en esta campaña. En la Figura 2.3-3, Figura 2.3-4 y Figura 2.3-5 se presentan las distribuciones de los puntos señalados en la Tabla 2-3 en cada uno de los sistemas estudiados.

TABLA 2-3 UBICACIÓN DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE AVES ACUÁTICAS EN EL SALAR DE ATACAMA

SISTEMA	SECTOR	TRANSECTO Nº	COORDENADA	
			NORTE	ESTE
Soncor	Canal Burro Muerto	1	7.424.806	584.613
		2	7.424.099	584.122
		3	7.423.143	583.925
	Canal Chaxa – Barros Negros	4	7.419.100	585.801
	Laguna Barros Negros	5	7.417.886	585.857
		6	7.417.398	585.979
		7	7.416.709	586.036
	Laguna Chaxa	8	7.419.957	585.428
	Laguna Puilar	9	7.422.785	588.401
Aguas de Quelana	Aguas de Quelana	10	7.408.552	593.240

TABLA 2-3 UBICACIÓN DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE AVES ACUÁTICAS EN EL SALAR DE ATACAMA

SISTEMA	SECTOR	TRANSECTO Nº	COORDENADA	
			NORTE	ESTE
Aguas de Quelana	Aguas de Quelana	11	7.407.822	593.202
		12	7.407.300	593.597
		13	7.407.030	592.873
		14	7.406.001	591.568
		15	7.405.829	591.569
		16	7.405.120	592.132
		17	7.404.708	592.603
		18	7.403.941	593.704
Peine	Laguna Salada	19	7.381.162	587.770
		20	7.381.070	587.800
		21	7.380.884	587.789
	Laguna Saladita	22	7.381.835	587.309
		23	7.381.634	587.302
	Laguna Interna	24	7.382.745	586.404
		25	7.382.455	586.822

FIGURA 2.3-3 UBICACIÓN DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE AVES ACUÁTICAS SISTEMA SONCOR

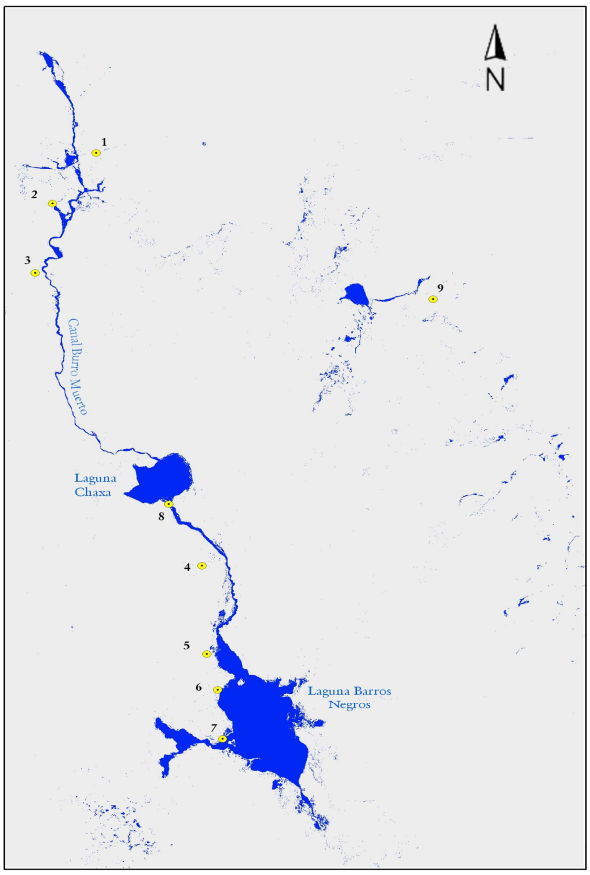


FIGURA 2.3-4 UBICACIÓN DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE AVES ACUÁTICAS SISTEMA AGUAS DE QUELANA

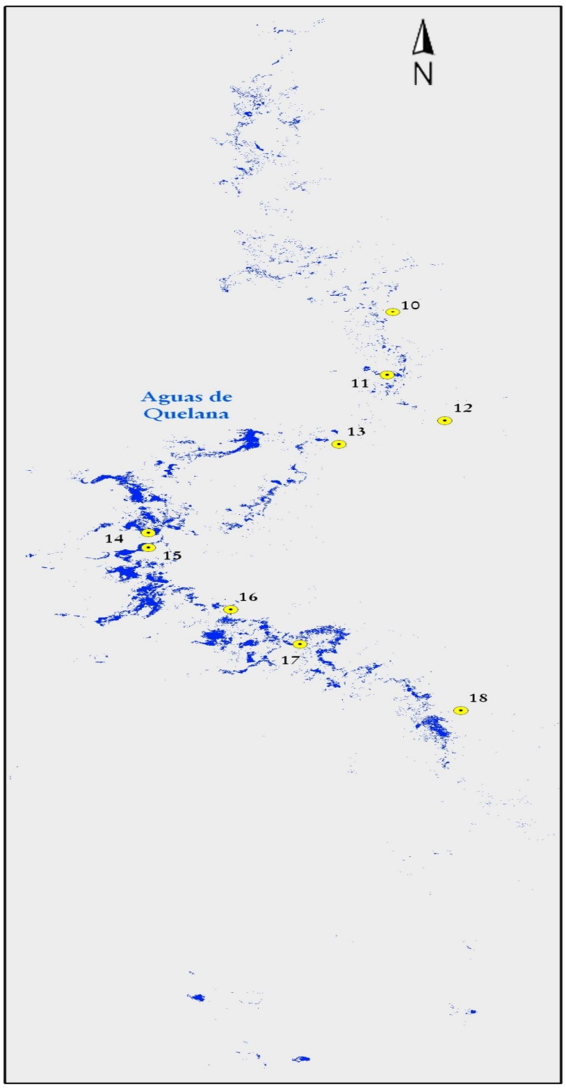
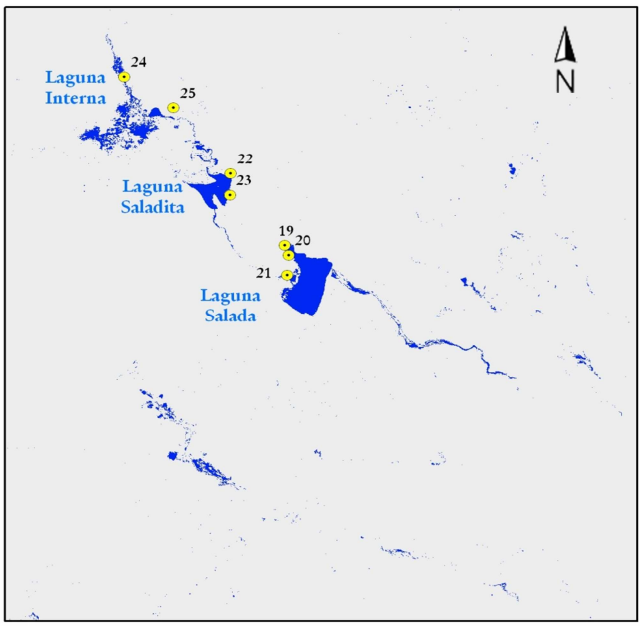


FIGURA 2.3-5 UBICACIÓN DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE AVES ACUÁTICAS SISTEMA PEINE



Las abundancias se calcularon utilizando la metodología estándar que se aplica en los Censos Neotropicales de Aves Acuáticas y en los Censos Internacionales de Aves Acuáticas (Blanco y Carbonell, 2001; Delany, 2005; Espinosa 1998; López-Lanús y Blanco, 2005). La metodología consiste en recorrer el cuerpo de agua de forma tal de poder contar todos los individuos de las especies presentes, evitando los conteos dobles debido al movimiento de las aves.

Entre las consideraciones técnicas contempladas en las campañas de terreno se encuentran las siguientes:

- Equipo profesional con experiencia en trabajo de campo y capacidad de reconocer las especies. En este estudio los censos fueron realizados por tres biólogos con amplia experiencia en la región y con conocimiento de las especies involucradas.
- Equipamiento óptico adecuado a la actividad (Binoculares 8x40, 10x40 y telescopio 40x).
- Uso de equipo portátil de posicionamiento geográfico (GPS).
- Para una adecuada determinación de las especies y conteo de los ejemplares, se seleccionaron estaciones de observación que permitieran abarcar mediante un barrido visual toda el área de interés, manteniendo una distancia que permitiera determinar las especies y contar individuos, sin interferir con el normal desarrollo conductual de las especies presentes. Las campañas de seguimiento se efectúan fuera de la época

reproductiva por lo que no es necesario tomar medidas especiales para resguardar la nidificación.

- Uso de doble conteo repetitivo, lo que implica que cada observador realiza los censos en forma independiente, aceptándose el censo, sólo cuando la variación del conteo directo entre ambos sea menor a un 5% de diferencia.

2.3.3. Mamíferos

La metodología utilizada para este grupo de fauna consideró captura de ejemplares para los micromamíferos, la instalación de parcelas olfativas, observación directa y métodos indirectos para los carnívoros. La instalación de trampas y parcelas olfativas se efectuó en el sector de Vega de Carvajal y en Aguas de Quelana, en los que se encuentran representados los hábitats relevantes para estos mamíferos, a saber, hábitat de Rica rica - Pingo pingo, hábitat de Brea - Cachiyuyo y hábitat de Pajonal.

Para el estudio de los micromamíferos se instalaron 15 trampas Sherman en cada una de tres estaciones de muestreo ubicadas en el sector de Vega de Carvajal y 15 trampas Sherman en cada una de tres estaciones de muestreo ubicadas en Aguas de Quelana (ver Figura 2.3-2). Las estaciones de muestreo fueron instaladas en los tres hábitats considerados relevantes para este grupo. Las trampas (de captura viva) se cebaron con avena y se mantuvieron abiertas por un período de tres noches lo que da un esfuerzo de captura de 135 trampas/noche por sector y un esfuerzo total de captura de 270 trampas/noche por área estudiada. Para la instalación de trampas se solicitaron los permisos necesarios al Servicio Agrícola y Ganadero. Las abundancias se calcularon a partir del promedio de animales capturados en cada estación de muestreo en los tres días de muestreo.

Para establecer la abundancia relativa de carnívoros se utilizó un índice de visitas a estaciones de atracción olfativa. El método consiste en atraer mediante cebos olfativos a los animales hacia estaciones donde pueda registrarse su presencia en base a las huellas dejadas en ellas (usualmente sobre un sustrato de tierra cernida) (Conner et al., 1983). Como índice de visitas se utilizó la proporción de visitas por animales en relación al número de estaciones en operación (Muñoz-Pedreros et al., 1995). Se instalaron dos estaciones olfativas en el sector de Aguas de Quelana y dos en Vega de Carvajal, en hábitat de Rica rica - Pingo pingo y en hábitat de Brea - Cachiyuyo. No se consideró hábitat de pajonal debido a la alta densidad y altura de las especies presentes, lo que imposibilita la implementación de estaciones olfativas. Las estaciones fueron monitoreadas durante un período de tres días.

2.4 Biota Acuática

El monitoreo de biota acuática se efectuó a partir de la evaluación de la composición y abundancia de especies de fitobentos, fitoplancton, zoobentos, zooplancton y plantas acuáticas presentes en los sistemas lacustres Soncor, Aguas de Quelana y Peine. Se evaluaron además parámetros físico – químicos del agua de los sistemas lacustres con presencia de componentes biológicos acuáticos. Para tales efectos se implementaron 25 estaciones de

muestreo distribuidas en los sistemas lacustres anteriormente señalados, cuya ubicación se entrega en la Tabla 2-4 y Figura 2.4-1, Figura 2.4-2 y Figura 2.4-3.

TABLA 2-4 SECTORES EVALUADOS EN EL MONITOREO DE BIOTA ACUÁTICA EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA ABRIL DEL 2012

SECTOR	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM-ESTE	COORDENADAS UTM-NORTE
Soncor	Puilar vertiente	PU-1	588.428	7.423.077
	Puliar canal 2	PU-2	588.037	7.422.781
	Puilar laguna 2	PU-3	587.710	7.422.784
	Puilar canal 1	PU-4	588.572	7.422.427
	Puilar laguna 1	PU-5	588.332	7.422.450
	Barros Negros Canal	BN-1	586.163	7.418.924
	Barros Negros entrada laguna	BN-2	586.058	7.417.690
	Barros Negros Laguna	BN-3	586.051	7.417.305
	Laguna Chaxa	CH-1	585.373	7.419.999
	Canal Burro Muerto	BM-1	584.423	7.424.944
Aguas de Quelana	Quelana 0	Q-0	593.515	7.403.773
	Quelana 1	Q-1	592.834	7.407.070
	Quelana 2	Q-2	592.419	7.407.112
	Quelana 3	Q-3	593.361	7.407.902
	Quelana 4	Q-4	593.150	7.407.635
	Quelana 5	Q-5	593.034	7.408.518
	Quelana 6	Q-7	593.034	7.408.558
	Quelana 7	Q-7	594.148	7.411.864
	Quelana 8	Q-8	592.784	7.411.921
	Quelana 9	Q-9	592.516	7.411.812
Peine	Interna	PE-1	586.603	7.382.268
		PE-2	586.342	7.382.304
		PE-3	586.091	7.382.197
	Saladita	SA-1	587.040	7.381.712
	Salada	SA-2	587.884	7.381.063

FIGURA 2.4-1 UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO DE BIOTA ACUÁTICA. SECTOR SONCOR

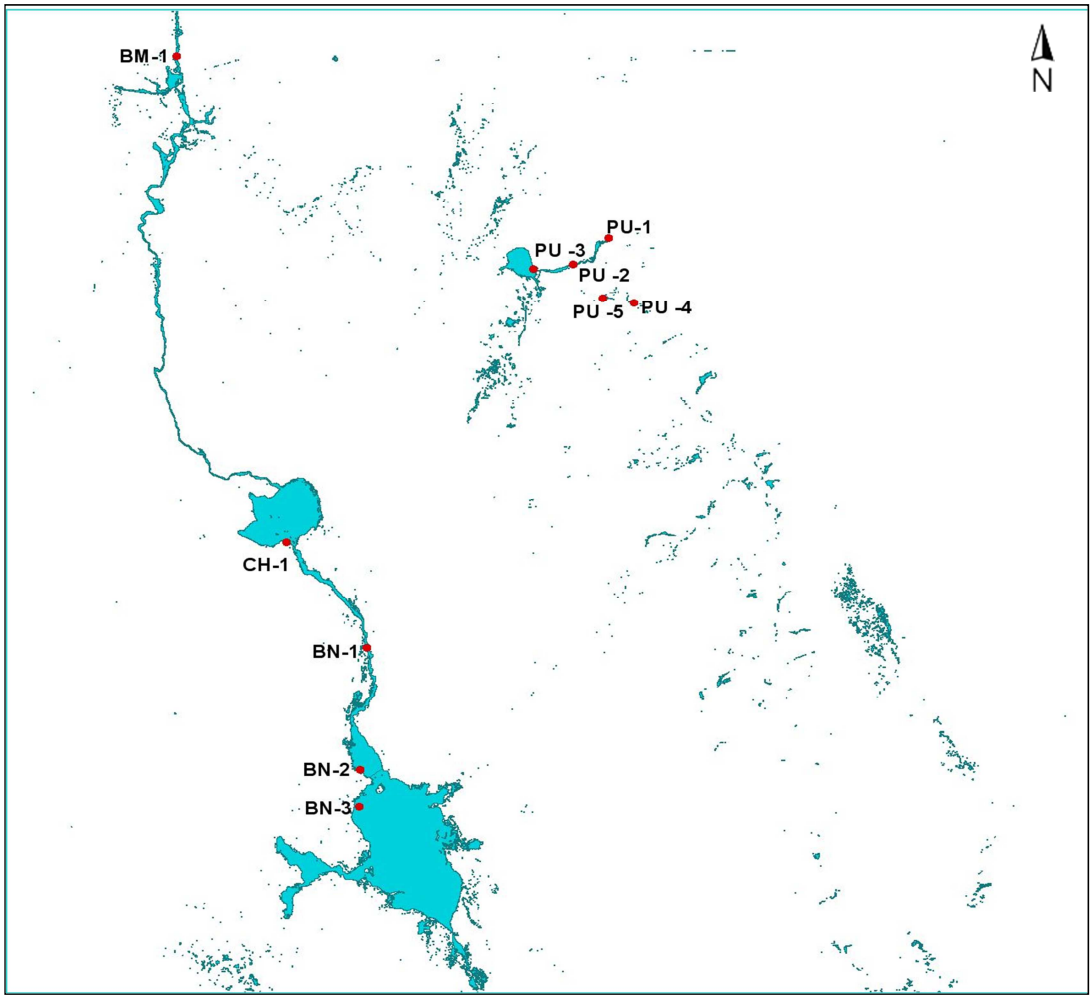


FIGURA 2.4-2 UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO DE BIOTA ACUÁTICA. SECTOR AGUAS DE QUELANA

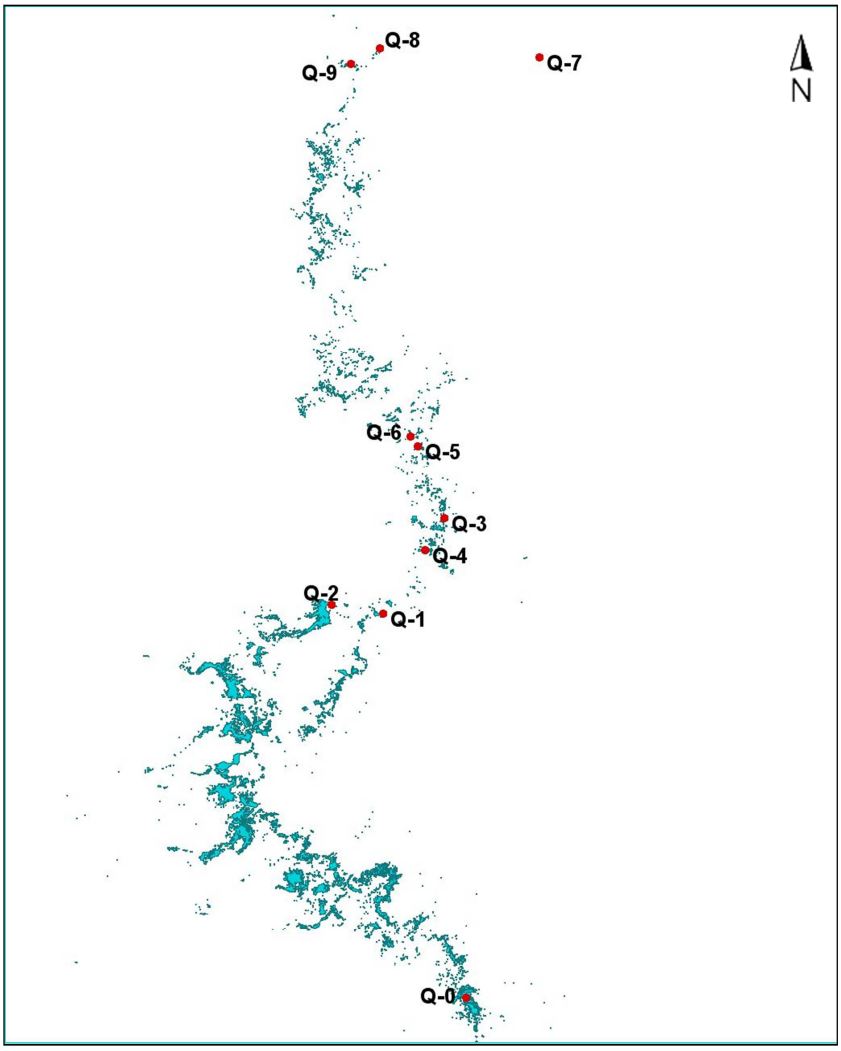
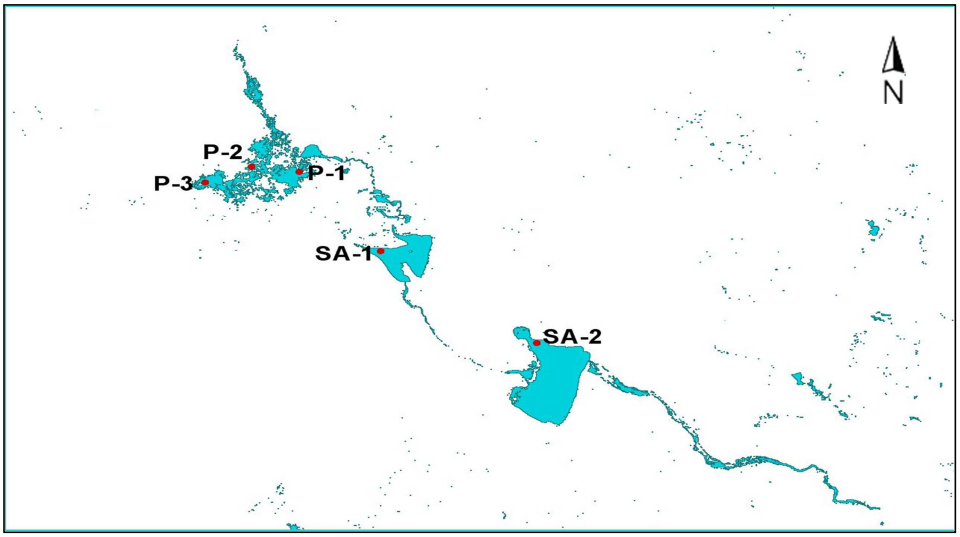


FIGURA 2.4-3 UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO DE BIOTA ACUÁTICA. SECTOR PEINE



A continuación se indica la metodología empleada para la caracterización cualitativa y cuantitativa de los componentes bióticos analizados, así como para la determinación de parámetros físico -químicos del agua y sedimentos.

2.4.1 Medio Abiótico

2.4.1.1 Parámetros físicos y químicos de la columna de agua

a. Toma de muestras de aguas

El procedimiento de toma de muestras y preservación de ellas, se realizó de acuerdo con lo establecido por el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHAAWWA - WEF, 1995).

El monitoreo de los parámetros fisicoquímicos *in situ*, en la columna de agua, incluyó las siguientes variables:

- Temperatura en °C
- pH (s/u)
- Conductividad Eléctrica (mS/cm)
- Oxígeno Disuelto (mg/L)
- Porcentaje de Saturación de Oxígeno (%)

Las medidas para estas variables fueron realizadas con electrodo selectivo, de acuerdo con los procedimientos estandarizados Internacionalmente: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 1995). Los equipos utilizados para las mediciones *in situ* fueron:

- pHmetro Marca Fisher
- Oxímetro Marca WTW
- Conductivímetro WTW

La medición de las variables en la columna de agua, incluyó la toma de una muestra de agua discreta, sin resuspensión de sedimentos y la medición con el equipamiento en el mismo punto del muestreo.

2.4.1.2 Parámetros físicos y químicos del sedimento

El monitoreo de los parámetros fisicoquímicos *in situ*, en sedimentos, incluyó la medición de la temperatura con termómetro de sedimentos. Esta medición se determinó a los 10 cm de profundidad del sedimento.

El monitoreo *ex situ* de parámetros físico-químicos de sedimentos, incluyó las siguientes variables:

- Conductividad de los sedimentos (mS/cm)
- Conductividad del agua intersticial de los sedimentos (mS/cm)

El análisis de conductividad en muestras de sedimentos se realizó mediante un método conductivimétrico con KCl normalizado (APHA-AWWA-WEF, 1995). En el caso del agua intersticial de los sedimentos, éstos fueron prensados para obtener la fracción acuosa.

2.4.2 Medio Biótico

Los componentes de la biota acuática incluidos en el plan de seguimiento ambiental fueron los siguientes:

- Riqueza y abundancia del Fitoplancton (Cél/L)
- Riqueza y abundancia deL Fitobentos (Cél/cm3)
- Riqueza y abundancia del Zooplancton en la fracción de tamaño < 350 µm a > 500 µm (Ind./L)
- Riqueza y Abundancia de Zoobentos en la fracción de tamaño < 350 µm a > 500 µm (Ind./m2)
- Clorofila a total en la fracción planctónica (µg/L)
- Clorofila a total en la fracción bentónica (µg/L)
- Riqueza y Abundancia de flora acuática (% de cobertura).

2.4.2.1 Riqueza y abundancia de microalgas planctónicas (células vivas y células totales)

Muestras por duplicado colectadas desde la capa de agua, utilizando red de fitoplancton de 60 µm de luz de malla, fueron fijadas con formaldehído pre-filtrado (0,45 µm) 4% concentración final. Las muestras fueron analizadas en fresco para determinar el porcentaje de células vivas. Posteriormente, las muestras fueron digeridas con HCl concentrado a ebullición para determinar el total de células mediante la identificación de frústulos de diatomeas. La identificación por taxa se realizó a través de microscopio óptico. Los resultados de abundancia fueron expresados Cél/L y un listado de Riqueza de taxa. Adicionalmente, se cuantificó de Diversidad mediante índice de Shannon-Wiener y la Equidad de la muestra mediante el índice de Evenness.

2.4.2.2 Riqueza y abundancia de microalgas bentónicas (células vivas y células totales)

Muestras por duplicado colectadas desde los primeros 2 cm de sedimentos, utilizando un sistema core o "sacabocado", fueron fijadas con formaldehído pre-filtrado (0,45 µm) 4% concentración final. Las muestras fueron analizadas en fresco para determinar el porcentaje de células vivas. Posteriormente, las muestras fueron digeridas con HCl concentrado a ebullición para determinar el total de células mediante la identificación de frústulos de diatomeas. La identificación por taxa se realizó a través de microscopio óptico. Los resultados de abundancia fueron expresados Cél/cm^3 y un listado de Riqueza de taxa. Adicionalmente, se cuantificó de Diversidad mediante índice de Shannon-Wiener y la Equidad de la muestra mediante el índice de Evenness.

La Bibliografía utilizada en la identificación de las microalgas planctónicas y bentónicas se basó fundamentalmente en los trabajos de:

1. Díaz, C y N. Maidana (2005). Diatomeas de los Salares Atacama y Punta Negra II Región, Chile. Ed. Centro de Ecología Aplicada y Minera Escondida Limitada.

2. Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, (1986-1991). Bacillariophyceae 1: 976 pp (1986); Bacillariophyceae 3: 576 pp (1991); Bacyllariophyceae 4: 436 pp (1991). En Ettl, H. Et al. (Eds), Süsswasserflora von Mittleuropa, G. Fischer, Jena.

2.4.2.3 Riqueza y Abundancia del Zooplancton en la fracción de tamaño < 350 µm a > 500 µm

Muestras por duplicado colectadas desde la capa de agua, mediante red Nannsen Nº 10, fueron fijadas con formaldehído pre-filtrado (0,45 µm) 4% concentración final. La separación de los individuos, se realizó a través de tamices de 350 y 500 µm. La identificación por taxa se realizó utilizando lupa estereoscópica. Los resultados fueron expresados como Individuos /Litro y un listado de Riqueza de Taxa. Adicionalmente, se cuantificó la Diversidad mediante índice de Shannon-Wiener y la Equidad de la muestra mediante el índice de Evenness.

2.4.2.4 Riqueza y Abundancia de Zoobentos en la fracción de tamaño < 350 µm a > 500 µm

Muestras por duplicado colectadas desde los primeros 3 cm de sedimento, en una superficie conocida (Core), fueron fijadas con formaldehído pre-filtrado (0,45 µm) 4% concentración final. Se realizó una separación por tamaño de los individuos, a través de tamices de 350 y 500 µm. La identificación por taxa se realizó utilizando lupa estereoscópica. Los resultados fueron expresados como Individuos/m^2 y un listado de Riqueza de Taxa. Adicionalmente, se cuantificó la Diversidad mediante el Índice de Shannon-Wiener y la Equidad de la muestra mediante el índice de Evenness.

2.4.2.5 Clorofila a total en la fracción planctónica

Muestras de agua, por duplicado, fueron filtradas *in situ*, a través de un filtro de fibra de vidrio GFC (0,7 µm). El volumen filtrado fue registrado. Posteriormente, se realizó una extracción acetónica de la clorofila a total y su determinación espectrofotométrica, siguiendo la metodología propuesta por the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 1995). Los resultados fueron expresados como µg/L de Clorofila a total.

2.4.2.6 Clorofila a total en la fracción bentónica

Muestras por duplicado colectadas desde los primeros 2 cm del sedimento, utilizando un sistema core o "sacabocado", fueron resuspendidas en una solución de acetona al 90%. A través de este procedimiento se realizó una extracción acetónica de la clorofila a total y su determinación espectrofotométrica, siguiendo la metodología propuesta por the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 1995). Los resultados fueron expresados como µg/L de Clorofila a total.

2.4.2.7 Riqueza y Abundancia de Plantas Acuáticas

Se determinó *in situ*, el porcentaje de cobertura de las plantas acuáticas, siguiendo el protocolo modificado de Braun-Blanquet. Para lo anterior, se establecieron 4 rangos de valores, los cuales representan la productividad local de cada especie:

- 0-25 % de cobertura absoluta en el sector en el cual crecen macrófitas e hidrófilas
- 25-50 % de cobertura absoluta en el sector en el cual crecen macrófitas e hidrófilas
- 50-75 % de cobertura absoluta en el sector en el cual crecen macrófitas e hidrófilas
- 75-100 % de cobertura absoluta en el sector en el cual crecen macrófitas e hidrófilas.

Los taxa de plantas acuáticas fueron determinados *in situ*.

2.4.3 Tratamiento Estadístico de Datos Físico-Químicos y Biológicos

2.4.3.1 Análisis de datos por Campaña

El conjunto de datos por variable, fue analizado a través descriptores estadísticos generales: Promedio, Media, Mediana y Desviación Estándar. Adicionalmente, se realizó un Análisis de frecuencia de datos, para la posterior aplicación de análisis comparativos.

2.4.3.2 Análisis Histórico de Datos

La comparación del comportamiento de las distintas variables físico-químicas y biológicas analizadas en las campañas de monitoreo realizadas a la fecha, fue llevado a cabo mediante el análisis comparativo de medianas, empleando el Test de Kruskal-Wallis. Cada análisis arrojó un valor para el estadístico y la contrastación de hipótesis.

3 RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 Vegetación

En esta sección se exponen los resultados del monitoreo de la vegetación realizado durante abril de 2012, el que incluye:

- Vegetación del Borde Este del Salar de Atacama (Sección 3.1.1)
- Vegetación en la zona de conexión (Sección 3.1.2)
- Evaluación del estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*), ubicados en el área del pozo Camar 2 (Sección 3.1.3)

3.1.1 Vegetación del Borde Este del Salar de Atacama

3.1.1.1 Antecedentes

La vegetación del Borde Este está conformada por cinco formaciones vegetales, con diferentes variaciones de cobertura, a saber:

1. Matorral de Rica rica – Pingo pingo (*Acantholippia deserticola – Ephedra multiflora)*
2. Matorral de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*)
3. Matorral de Brea - Cachiyuyo (*Tessaria absinthioides – Atriplex atacamensis)*
4. Pradera de Grama Salada (*Distichlis spicata)*
5. Pajonal de *Juncus balticus, Scirpus americanus* y *Baccharis juncea*

Observaciones realizadas desde la elaboración de la Línea Base (2006) y campañas posteriores de monitoreo, permiten corroborar que la mayor parte de las formaciones vegetales del Borde Este presentan un receso vegetativo invernal. Dos de las especies más representativas del área de estudio, Grama Salada (*Distichlis spicata*) y Brea (*Tessaria absinthioides*), pierden su biomasa aérea durante el periodo invernal, presentándose su follaje completamente seco (Figura 3.1-1). Posteriormente, alrededor del mes de diciembre comienzan a rebrotar, y ya en el mes de abril, se puede observar gran parte de su follaje verde, conjuntamente con estructuras vegetales secas de temporadas anteriores (hojas y frutos). Las especies que se desarrollan en el margen oriental de la franja de vegetación, bajo condiciones de mayor aridez, como Rica rica (*Acantholippia deserticola*), Pingo pingo (*Ephedra multiflora*) y Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*) pese a que no pierden completamente el follaje durante el receso invernal, presentan una mayor proporción de copa verde a fines del verano. Las especies hidrófilas, que se desarrollan en el margen occidental de la franja de vegetación (*Juncus balticus, Scirpus americanus y Baccharis juncea*), presentan mayor desarrollo de estructuras vegetativas a fines del verano, pero las diferencias con el periodo invernal son menos evidentes.

FIGURA 3.1-1 ESTADO DEL FOLLAJE DE LA VEGETACIÓN EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA EN LOS MESES DE NOVIEMBRE DE 2005 Y ABRIL DE 2006

Matorral de Brea-Cachiyuyo en sector de Quelana

Noviembre 2005 Abril 2006





Pradera de Grama Salada en sector camino a Instalaciones SQM

Noviembre 2005 Abril 2006



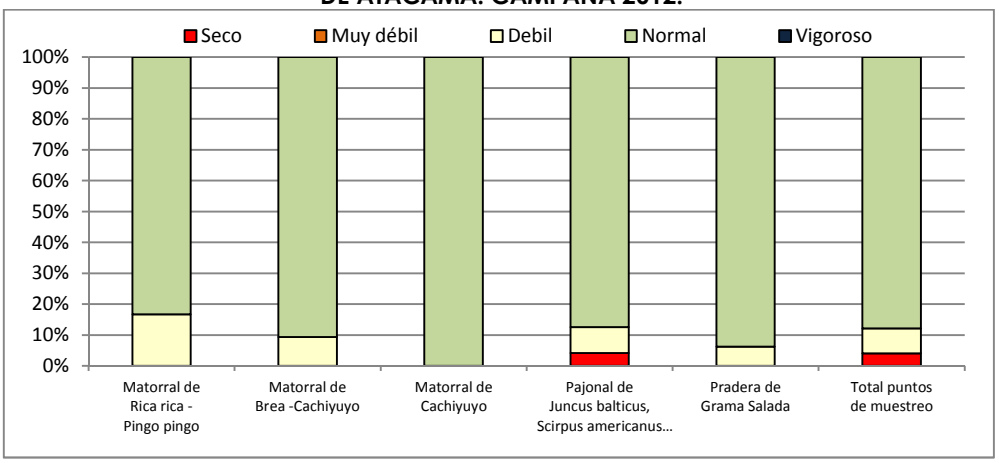


En consideración a lo anteriormente expuesto, el PSA Biótico del Salar de Atacama contempla evaluaciones anuales de la vegetación en el mes de abril, a fin de detectar cambios en la distribución, abundancia y vitalidad de la vegetación al final del periodo de crecimiento vegetativo de cada temporada.

3.1.1.2 Estado vital de la vegetación del Borde Este

La evaluación de la vitalidad de la vegetación en el Borde Este del Salar de Atacama, derivada del seguimiento de 99 puntos de muestreo distribuidos en ésta área se presenta en la Figura 3.1-2, Figura 3.1-3. La Figura 3.1-2, muestra que del total de observaciones, un 88% presentó un crecimiento normal, sólo un 8% de las formaciones vegetacionales evaluadas mostraron un crecimiento débil, en tanto que 4% se evaluaron como secas.

FIGURA 3.1-2. VITALIDAD DE LAS FORMACIONES VEGETACIONALES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2012.



Los resultados actuales (abril 2012) muestran una mejoría en la vitalidad de las formaciones vegetacionales estudiadas, con respecto a la campaña realizada en abril 2011. En abril 2012, si bien no se registró ninguna observación en la categoría de excepcionalmente vigorosa como ocurrió el año anterior, existe una disminución de las categorías de menor vitalidad, lo que se evidencia con un mayor número de observaciones en la categoría de crecimiento normal correspondiente a un 88%, este valor resulta levemente superior al registrado en 2011 que fue de 86% (Tabla 3-1).

FIGURA 3.1-3. CATEGORÍAS DE VITALIDAD DE LA VEGETACIÓN DEL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. EVOLUCIÓN TEMPORAL CAMPAÑAS 2006-2012.

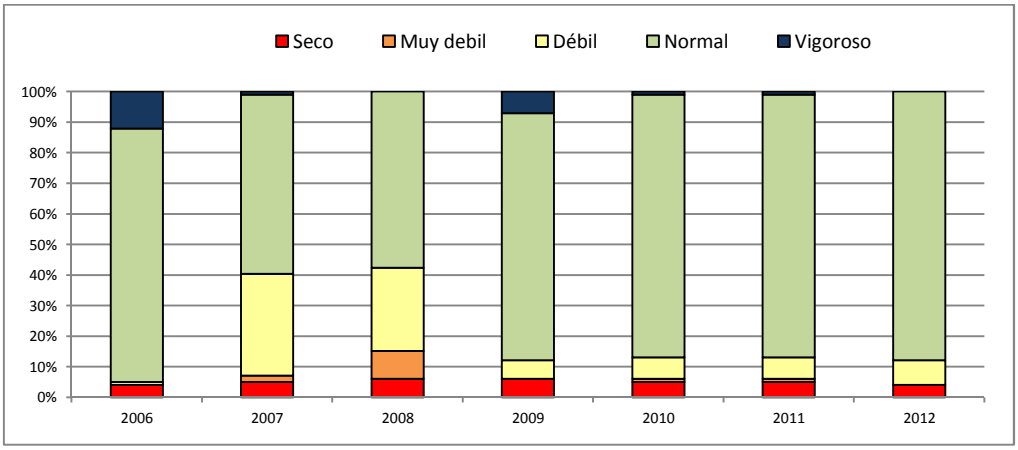


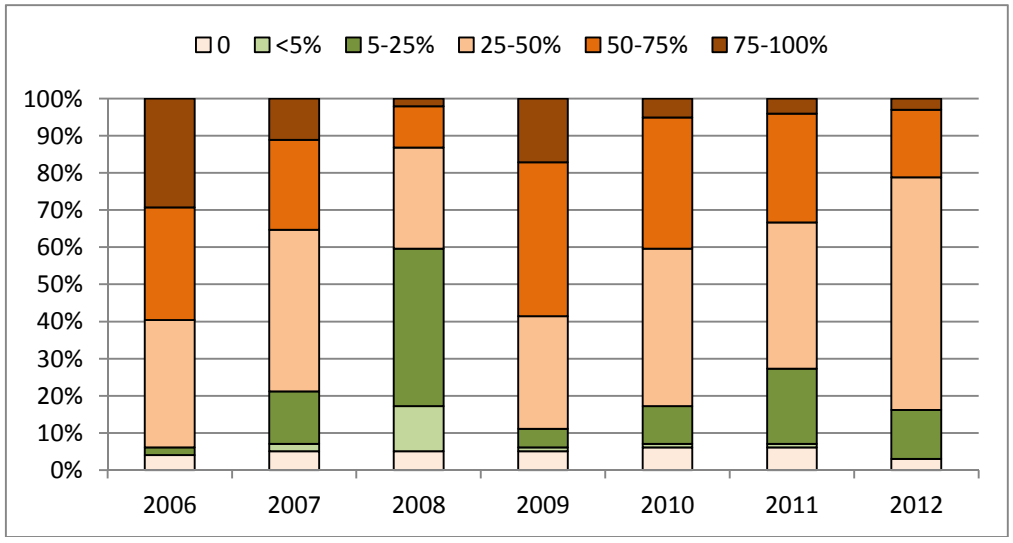
TABLA 3-1. FRECUENCIA DE PUNTOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN EN CATEGORÍAS DE VITALIDAD DEL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006 A 2012.

FORMACIÓN VEGETAL	CATEGORÍA DE VITALIDAD																														TOTAL DE PUNTOS DE MUESTREO						
	Seco							Muy débil							Débil							Normal							Vigoroso											
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**
Matorral de Rica rica - Pingo pingo	-	-	-	1	-	-	**-**	-	1	-	-	-	-	**-**	-	2	1	-	1	-	**1**	7	4	6	5	4	4	**5**	-	-	-	1	-	-	**-**	7	7	7	7	5	4	**6**
Matorral de Brea - Cachiyuyo	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	5	-	-	-	**-**	-	12	19	4	4	7	**4**	40	30	19	35	39	38	**39**	4	1	-	4	-	-	**-**	44	43	43	43	43	45	**43**
Matorral de Cachiyuyo	-	-	1	-	-	-	**-**	-	-	2	-	-	-	**-**	-	3	3	-	-	-	**-**	6	4	1	7	8	7	**7**	1	-	-	-	-	-	**-**	7	7	7	7	8	7	**7**
Pajonal de *Juncus balticus, Scirpus americanus y Baccharis juncea*	-	-	-	-	-	-	**1**	-	1	1	-	-	-	**-**	-	9	1	-	1	-	**2**	16	11	22	19	23	23	**21**	3	-	-	2	-	1	**-**	19	21	24	21	24	24	**24**
Pradera Grama Salada	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	1	-	1	1	**-**	1	7	3	2	1	-	**1**	13	9	9	14	11	13	**15**	4	-	-	-	1	-	**-**	18	16	13	16	14	14	**16**
Sin Vegetación	4	5	5	5	5	5	**3**	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	-	-	**-**	4	5	5	5	5	5	3
Total puntos muestreo	-	-	6	6	5	5	**4**	-	2	9	-	1	1	**0**	1	33	27	6	7	7	**8**	82	58	57	80	85	85	**87**	12	1	-	7	1	1	**0**	99	99	99	99	99	99	**99**

3.1.1.3 Evaluación del follaje verde de la vegetación del Borde Este

La evaluación de la proporción de follaje verde (porcentaje de copa verde) realizada durante abril de 2012 se presentan en la Figura 3.1-4 y Tabla 3-2. Los resultados muestran que en el 2012 la vegetación registró mayor proporción de follaje verde que el observado el año anterior. Un 63% (62 puntos de muestreo), presentaron un follaje verde entre 25 a 50% (categoría 3), el año 2011 alcanzó 39% (39 puntos de muestreo). Por otra parte, si bien respecto del año anterior, en la evaluación del 2012 existe una menor proporción de observaciones en las categorías de follaje más denso (follaje verde entre 50-75%), resulta más significativo para el análisis que este año las formaciones vegetacionales estudiadas presentaron una mayor proporción de follaje verde, lo que se refleja en el menor número de observaciones en las categorías de follaje verde escaso (follaje verde de entre 5 a 25%), como se aprecia en la Figura 3.1-4.

FIGURA 3.1-4. PROPORCIÓN DE FOLLAJE VERDE DE LAS FORMACIONES VEGETALES PRESENTES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2012.

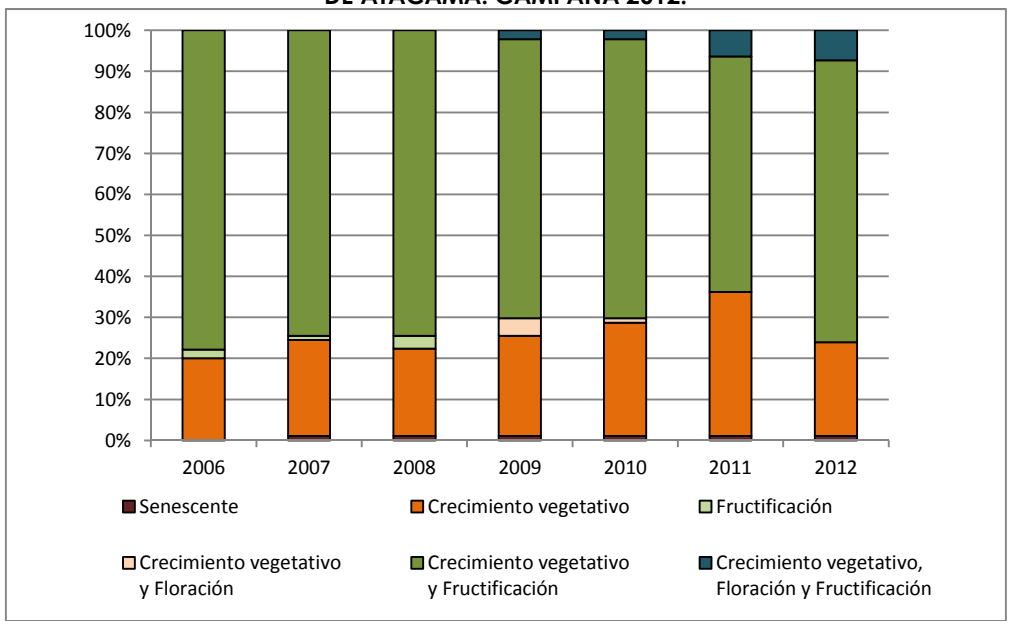


3.1.1.4 Evaluación de la fenología de la vegetación del Borde Este

El análisis de la fenología observada en las formaciones vegetacionales estudiadas se presenta en la Tabla 3-3 y Figura 3.1-45. Al comparar la fenología de la vegetación en relación a lo observado el año anterior, destaca que durante la evaluación de abril de 2012 la mayor parte de las unidades vegetacionales muestreadas se encontraban al final de su etapa de crecimiento activo con abundante presencia de fructificación. Esto indica que en relación al año 2011, la vegetación en el Borde Este del Salar contó con condiciones bastante más favorables que el año anterior, lo que se manifestó en un importante gasto energético implicado en el proceso de floración, fructificación y producción de semillas. Entre los

factores externos que más influyen en la floración se encuentran la luz (tanto la intensidad lumínica como la duración del lapso diario de horas de luz o fotoperiodo), la temperatura y la disponibilidad de agua, ésta última además facilita la absorción de nutrientes desde el suelo. En este sentido cabe señalar que durante enero, febrero y marzo de 2012, se produjeron lluvias cuya magnitud fue excepcionalmente alta en relación lo que normalmente se registra en la zona, detalles de ello se entregan en la sección 3.1.3.2.

FIGURA 3.1-5 FENOLOGÍA DE LAS FORMACIONES VEGETACIONALES DEL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2012.



Durante la evaluación en terreno realizada en abril de 2012, casi la totalidad de las observaciones manifestaron encontrarse en etapa de crecimiento vegetativo. De los 99 puntos de muestreo, 66 (equivalentes al 69%), además de presentar crecimiento vegetativo, se encontraba en etapa de fructificación y de dispersión de semillas. Por otra parte, un 7% de los puntos, además de encontrarse en crecimiento vegetativo, presentó floración. La vegetación de 22 de los 99 puntos de muestreo considerados (equivalente al 22 %), se encontraba solo en etapa de crecimiento vegetativo.

TABLA 3-2. FRECUENCIA DE PUNTOS DE MUETREO DE LA VEGETACIÓN EN CLASES DE PORCENTAJE DE COPA VERDE DEL BORDE DEL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006 A 2012.

FORMACIÓN VEGETAL	CLASES DE PORCENTAJE DE COPA VERDE																																					TOTAL DE PUNTOS DE MUESTREO						
	0%							<5%							5-25%							25-50%							50-75%							75-100%													
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**
Matorral de Rica rica - Pingo pingo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	2	2	1	1	2		3	-	3	3	2	1	**3**	2	2		1	1	1	**2**	2	3	-	1	1	-	**1**	7	7	7	7	5	4	**6**
Matorral de Brea - Cachiyuyo	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	1	-	-	-	1	18	1	4	7	**2**	12	22	13	5	19	20	**32**	16	15	8	25	15	15	**9**	16	4	2	12	4	3	**-**	44	43	43	43	43	45	**43**
Matorral de Cachiyuyo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1		3	4	4	4	1	2	**3**	3	2	1	2	7	3	**3**	1	1	-	1	-	1	**1**	7	7	7	7	8	7	**7**
Pajonal de *Juncus balticus, Scirpus americanus y Baccharis juncea*	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	1	**-**	-	7	14	2	2	6	**5**	4	6	5	11	15	8	**17**	7	4	2	7	7	9	**2**	8	3	-	1	-	-	**-**	19	21	24	21	24	24	**24**
Pradera Grama Salada	-	-	-	-	1	1	**-**	-	-	4	-	-	-	-	2	4	7	1	3	4	**6**	12	11	2	7	5	8	**7**	2	1	-	6	5	1	**2**	2	-	-	2	-	-	**1**	18	16	13	16	14	14	**16**
Sin Vegetación	4	5	5	5	5	5	**3**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	**-**	4	5	5	5	5	5	**3**
Total puntos muestreo	4	5	5	5	6	6	**3**	-	2	12	1	1	1	**-**	2	14	42	5	10	20	**13**	34	43	27	30	42	39	**62**	30	24	11	41	35	29	**18**	29	11	2	17	5	4	**3**	99	99	99	99	99	99	**99**

TABLA 3-3. FRECUENCIA DE PUNTOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN SEGÚN FASE FENOLÓGICA DEL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006 A 2012.

FORMACIÓN VEGETAL	FASE FENOLÓGICA																															TOTAL DE PUNTOS DE MUESTREO						
	Senescente							Crecimiento vegetativo							Fructificación							Crecimiento vegetativo y Floración							Crecimiento vegetativo y Fructificación							Crecimiento vegetativo, Floración y Fructificación													
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**
Matorral de Rica rica - Pingo pingo	-	-	-	1	-	-	**1**	5	5	4	3	2	2	**1**	1	1	-	-	-	-	**-**	-	-	-	3	-	-	**-**	1	1	3	-	2	1	**2**	-	-	-	-	1	1	**2**	7	7	7	7	5	4	**6**
Matorral de Brea - Cachiyuyo	-	-	-	-	-	-	**-**	2	4	4	3	8	7	**2**	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	-	-	**-**	42	39	39	39	34	38	**40**	-	-	-	1	1	-	**1**	44	43	43	43	43	45	**43**
Matorral de Cachiyuyo	-	-	1	-	-	-	**-**	2	-	-	-	1	2	**3**	1	-	1	-	-	-	**-**	-	-	-	1	-	-	**-**	4	7	5	5	7	-	**2**	-	-	-	1	-	5	**2**	7	7	7	7	8	7	**7**
Pajonal de *Juncus balticus, Scirpus americanus y Baccharis juncea*	-	1	-	-	-	-	**-**	2	3	4	6	6	11	**6**	-	-	2	-	-	-	**-**	-	-	-	-	1	-	**-**	17	17	18	15	17	13	**16**	-	-	-	-	-	-	**2**	19	21	24	21	24	24	**24**
Pradera Grama Salada	-	-	-	-	1	1	**-**	8	10	9	11	9	11	**10**	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	-	-	**-**	10	6	4	5	4	2	**6**	-	-	-	-	-	-	**-**	18	16	13	16	14	14	**16**
Sin Vegetación	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	-	-		4	5	5	5	5	5	**3**
Total puntos muestreo	-	1	1	1	1	1	**1**	19	22	21	23	26	33	**22**	2	1	3	-	-	-	**-**	-	-	-	4	1	-	**-**	74	70	70	64	64	54	**66**	-	-	-	2	2	6	**7**	99	99	99	99	99	99	**99**

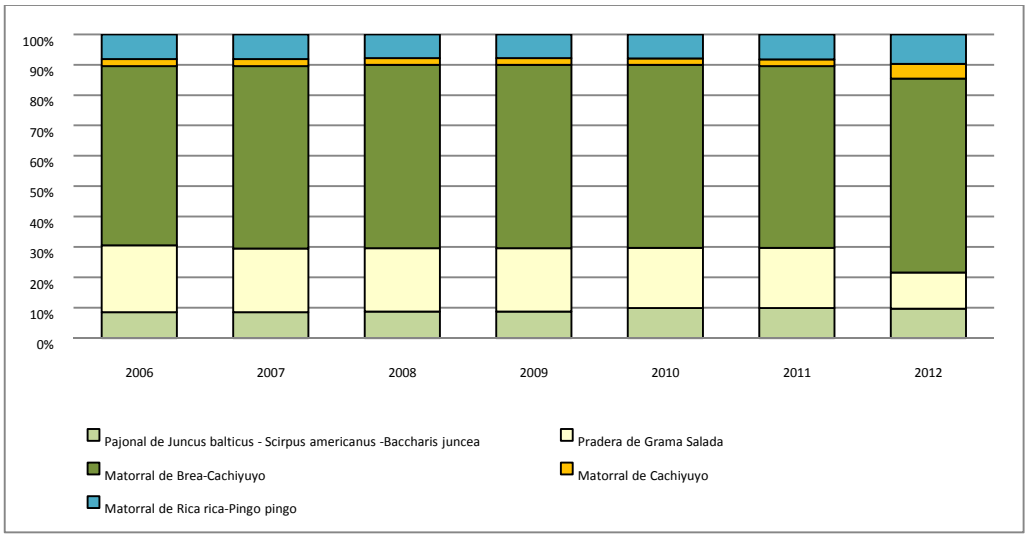
Conforme a lo presentado en las secciones 3.1.1.2; 3.1.1.3 y 3.1.1.4 mediante los parámetros evaluados de vitalidad, proporción de follaje verde y fenología, se concluye que en base a los datos registrados en terreno, no existe un deterioro en el estado de vitalidad y desarrollo general de la vegetación evaluada en el Borde Este del Salar de Atacama, respecto del año anterior (2011) y la situación descrita en el Línea Base (2006).

3.1.1.5 Distribución y abundancia de la vegetación del Borde Este mediante imágenes satelitales

En la presente sección se presentan los resultados de la clasificación de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Esta clasificación se realizó en base a la interpretación y análisis de imágenes satelitales, verificación en terreno realizada en abril de 2012 de 99 puntos de muestreo y generalización de esta información para toda el área de estudio.

Los resultados obtenidos (Figura 3.1-6 y Tabla 3-4) indican que la formación de Brea-Cachiyuyo es la más abundante dentro del área estudiada con una superficie de 9.679 ha, equivalente al 57% del total cubierto por vegetación. Las praderas cubiertas por Grama salada ocupan una superficie de 3.141 ha (19%) en tanto que las superficies de pajonal de *Juncus balticus – Scirpus americanus – Baccharis juncea* alcanzan 1.792 ha (11%) y el matorral de Rica rica-Pingo pingo cubre 1.450 ha (9%). La formación vegetal con menos representación en el lugar corresponde al matorral de Cachiyuyo con 724 ha, equivalente al 4% de la superficie con presencia de vegetación.

FIGURA 3.1-6 TIPOS VEGETACIONALES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN. CAMPAÑAS 2006 A 2012.



Se realizó una revisión de la cobertura digital existente de polígonos de vegetación que fueron identificados para el área de estudio sobre la imagen satelital del año anterior. La revisión consideró tanto la delimitación de esas unidades como el atributo contenido en la base de datos que da cuenta del Tipo Vegetacional al cual corresponde. Esta revisión se basó en el análisis de la imagen satelital obtenida en abril de 2012, índice de vegetación NDVI (que fue derivado de ella) y antecedentes obtenidos de la presente campaña de terreno. Como consecuencia de este análisis, se realizaron correcciones en la delimitación de los polígonos de vegetación y modificaciones sobre la base de datos vegetacional.

En efecto, conforme a la revisión y verificación en terreno realizada el año 2012, se identificó una unidad cartográfica de 478 ha. ubicada al sur del área de estudio y que se muestra en la Figura 3.1-7. Esta unidad cartográfica había sido reportada entre 2006 y 2011con la presencia de matorral ralo (con cobertura < 10%) de Brea-Cachiyuyo. Sin embargo, el análisis de la imagen satelital de 2012, con el apoyo del Índice de Vegetación utilizado, y la verificación en terreno permiten concluir la inexistencia de vegetación sobre esa superficie. La ubicación de esta unidad cartográfica y la diferencia en los mapas de vegetación de 2011 y 2012 se muestra en la Figura 3.1-7.

Adicionalmente y con el propósito de verificar la diferencia señaladas sobre las imágenes satelitales del área de estudio en el período de monitoreo, se elaboraron Índices de Vegetación (NDVI), en base a las imágenes satelitales del área de estudio utilizadas en la clasificación de la vegetación durante 2006 a 2012. Este análisis permitió comprobar la inexistencia de vegetación para la unidad cartográfica analizada, sobre las imágenes satelitales de entre 2006 y 2012. El resultado de este análisis se expone en el Anexo X. En función de estos resultados se realizó una rectificación y reclasificación de la vegetación en el Borde Este del Salar de Atacama.

La Tabla 3-4 muestra los resultados obtenidos de la clasificación de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama para el periodo 2006 a 2012. Como se ha señalado, la clasificación de la vegetación presentada en la Tabla 3-4 para el período de monitoreo, fue realizada en base al análisis de imágenes satelitales de cada año y a su respectivo levantamiento realizado en terreno. Se hace notar que las diferencias observadas anualmente en la superficie total de cada Tipo Vegetacional presentadas en la Tabla 3-4, corresponden a reclasificaciones de la vegetación producto de modificaciones realizadas en la delimitación o en el atributo de los polígonos o unidades vegetacionales identificadas sobre la imagen satelital de cada año.

La rectificación y reclasificación de la vegetación realizada en 2012 respecto del año anterior, significó una reducción en la superficie total cubierta por vegetación. Casi la totalidad de esa reducción se explica por la unidad cartográfica de matorral de Brea-Cachiyuyo que fue reclasificada en base a los antecedentes que dan cuenta de la inexistencia de vegetación en esa área, como se explicó anteriormente.

FIGURA 3.1-7 UBICACIÓN DE LA PRINCIPAL RECTIFICACIÓN REALIZADA EN LA CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN DURANDE 2012. SEÑALA DIFERENCIAS EN LOS MAPAS DE VEGETACIÓN DE 2011 Y 2012 Y RECLASIFICACIÓN REALIZADA EN 2012.

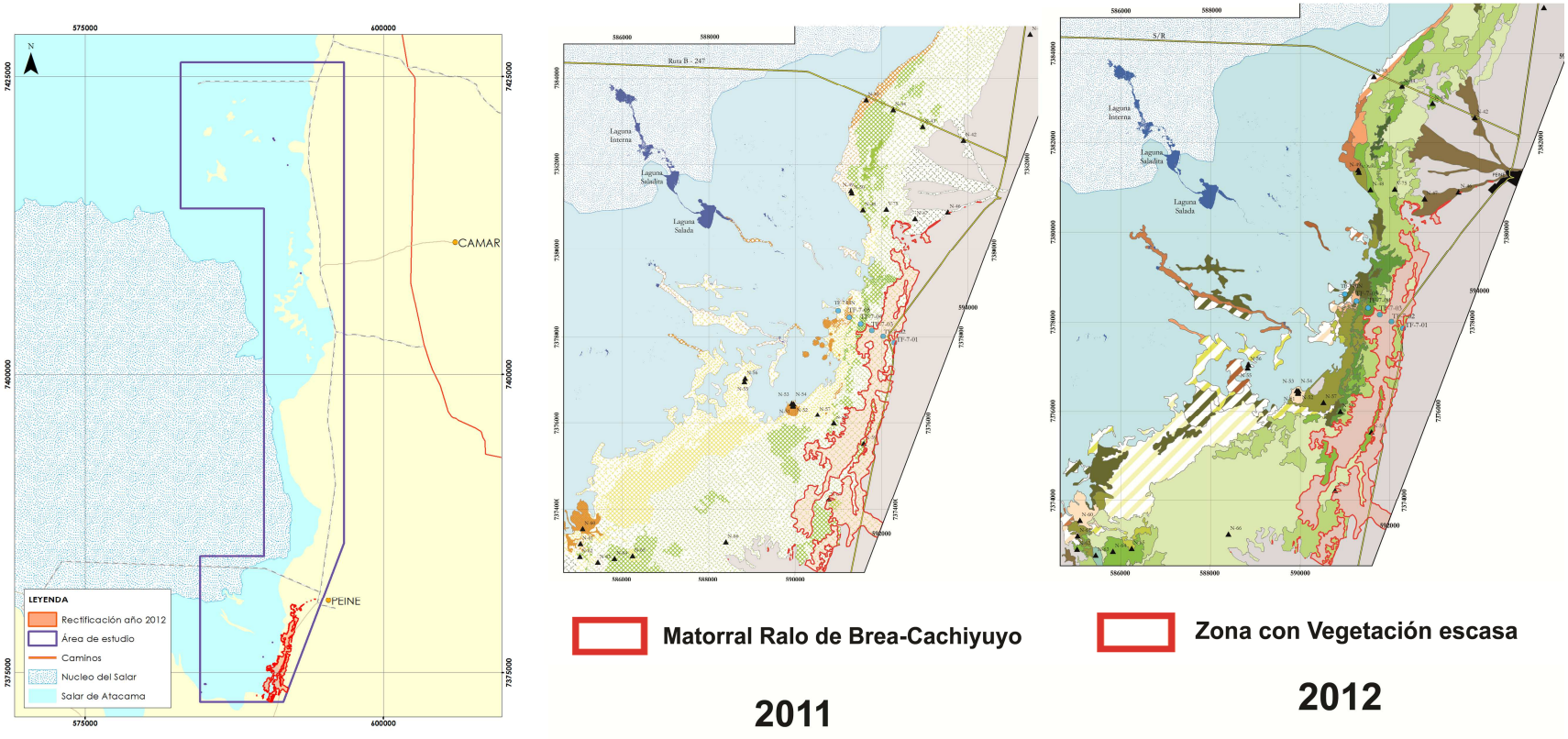


TABLA 3-4. SUPERFICIE DE LA FORMACIONES VEGETALES DEL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006 A 2012.

Nº	FORMACIÓN VEGETAL	SUPERFICIE (ha)							VARIACION EN SUPERFICIE 2012-2011 (ha)
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
1	Matorral de Rica rica-Pingo pingo	1.410	1.410	1.358	1.361	1.366	1.430	1.450	20
2	Matorral de Cachiyuyo	394	394	380	375	377	377	724	347
3	Matorral de Brea-Cachiyuyo	10.177	10.331	10.425	10.446	104.12	10.357	9.679	-678
4	Pradera de Grama Salada	3.809	3.603	3.609	3.609	3.442	3.424	3.141	-283
5	Pajonal de *Juncus balticus - Scirpus americanus - Baccharis juncea*	1.463	1.465	1.503	1.501	1.702	1.711	1.792	81
	TOTAL	**17.256**	**17.203**	**17.275**	**17.292**	**17.300**	**17.299**	**16.786**	**-514**

Adicionalmente, en la clasificación de la vegetación realizada este año, una parte de la superficie de matorral de Brea-Cachiyuyo fue reclasificado como matorral de Cachiyuyo dado el predominio de esta especie dentro de la formación, esto explica en parte el aumento de la superficie registrada en 2012 para esta última formación vegetal y parte de la reducción observada en la superficie de matorral de Brea-Cachiyuyo, en relación al año anterior.

La clasificación de la vegetación realizada este año muestra una disminución de las superficies cubiertas por Grama salada, la mayor parte de esa disminución se explica por el hecho de que en las zonas marginales del Salar, existe una transición desde este tipo de pradera hacia Matorral de Cachiyuyo, y es donde también aparece una mezcla de ambas formaciones. Esas zonas en que la pradera de Grama salada es menos abundante y presenta ejemplares de Cachiyuyo, mediante la reclasificación de la vegetación, pasó a formar parte de la superficie de Matorral de Cachiyuyo, por el predominio de ésta especie en la cobertura de la formación, este elemento también contribuye al aumento en la superficie correspondiente a matorral de Cachiyuyo como se expuso anteriormente y a la reducción de las formaciones de pradera de Grama salada. Esta reasignación de atributos responde a la verificación y nuevos antecedentes obtenidos durante la campaña de terreno realizada durante abril de 2012.

Los antecedentes expuestos aquí respecto de la superficie cubierta con vegetación en el Borde Este el Salar de Atacama permiten concluir que las diferencias en las superficies registradas el año 2012 en relación al año anterior responden a reclasificaciones realizadas sobre la imagen satelital captada en abril de 2012 y reasignación de atributos a las unidades homogéneas identificadas en ella. Esas reclasificaciones son las que explican las diferencias en superficie observadas entre las distintas Formaciones Vegetacionales para los diferentes años de monitoreo que se presentaron en la Tabla 3-4.

Adicionalmente conforme a lo señalado en la sección 3.1.12; 3.1.1.3 y 3.1.1.4, respeto de la evaluación del estado de la vegetación y la campaña de terreno realizada durante abril de 2012, permiten concluir que no existe un deterioro en el estado de la vegetación presente en el área de estudio ni una reducción en superficie que sea atribuible a la operación del proyecto en el lugar.

Es importante destacar que durante el chequeo realizado en terreno, se identificaron numerosas áreas correspondientes al tipo vegetacional de Matorral de Cachiyuyo que se encuentran fuertemente intervenidas, con altos niveles de extracción de individuos realizadas por los lugareños y que merma ostensiblemente la densidad de las superficies cubiertas por este tipo vegetacional Figura 3.1-8. Las verificaciones en terreno permitieron identificar algunas áreas que conforme a la imagen satélite corresponderían a sectores con presencia de Cachiyuyo, pero que en la práctica sólo corresponden a acumulaciones de follaje y desechos remanentes como consecuencia de extracciones recientes.

FIGURA 3.1-8 AREAS IDENTIFICADAS CON EXTRACCIÓN DE EJEMPLARES DE CACHIYUYO.



FIGURA 3.1-8 AREAS IDENTIFICADAS CON EXTRACCIÓN DE EJEMPLARES DE CACHIYUYO.



3.1.2 Cobertura, composición y estado vital de la vegetación en la zona de conexión vegetación- acuífero.

3.1.2.1 Cobertura y composición de la vegetación en la zona de conexión vegetación-acuífero.

Sobre la formación de Matorral de Brea- Cachiyuyo (*Tessaria absinthioides – Atriplex atacamensis*) presente en la zona de conexión Vegetación-Acuífero, se realizaron mediciones de cobertura y composición. Esta evaluación incluyó 19 puntos de muestreo las campañas de terreno se realizaron en enero y abril de 2012. (Tabla 3-5).

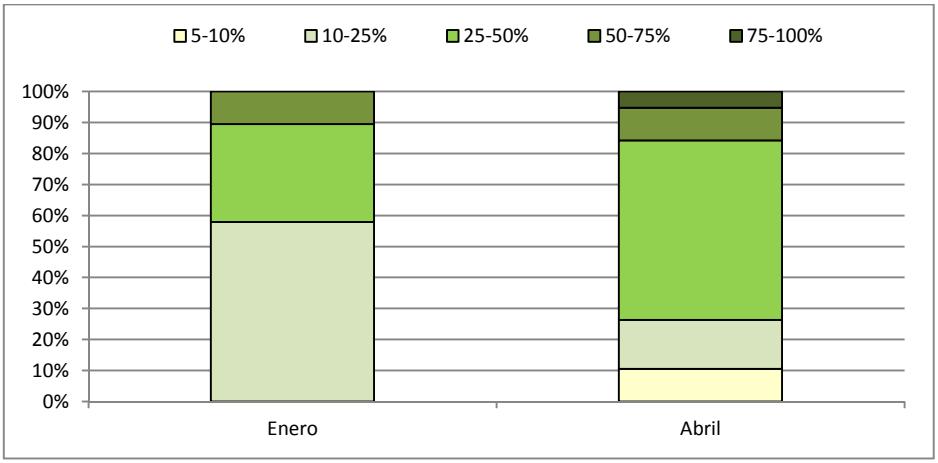
Los resultados señalados en la Figura 3.1-9, muestran que existen diferencias en cobertura de la vegetación durante las dos temporadas evaluadas. Mientras que en enero un 58% de las observaciones (11 puntos de muestreo) presentaron una cobertura que varió entre 10-25%, durante abril el 58% de los puntos evaluados registraron una cobertura de entre 25-50%. Lo observado entre ambas temporadas sugiere que en algunos sectores aumenta la cobertura de la vegetación desde enero hacia abril, donde la cobertura puede superar el 75%.

TABLA 3-5. COBERTURA Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES EN LA ZONA DE CONEXIÓN VEGETACIÓN-ACUÍFERO. CAMPAÑAS DE ENERO Y ABRIL DE 2012.

Parcela	Coordenadas		Cobertura de la vegetación (%)		Especie dominante	Especies acompañantes
	Norte	Este	Enero	Abril		
VA-01	7.424.993	591.384	10-25	25-50	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata*
VA-02	7.424.350	592.160	10-25	10-25	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata*
VA-03	7.422.420	593.118	10-25	5-10	*Distichlis spicata*	*Tessaria absinthioides*
VA-04	7.422.185	593.147	10-25	25-50	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata*
VA-05	7.421.044	593.307	10-25	10-25	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata*
VA-06	7.419.893	593.553	25-50	25-50	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata*
VA-07	7.419.552	593.654	25-50	25-50	*Atriplex atacamansis*	*Tessaria absinthioides*
VA-08	7.417.167	593.184	10-25	10-25	*Tessaria absinthioides*	-
VA-09	7.413.078	593.306	50-75	25-50	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata, Atriplex atacamensis*
VA-10	7.412.433	593.522	25-50	75-100	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata, Atriplex atacamensis*
VA-11	7.411.924	593.746	25-50	50-75	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata*
VA-12	7.410.914	594.377	50-75	50-75	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata*
VA-13	7.410.318	594.819	25-50	25-50	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata*
VA-14	7.408.958	595.180	10-25	25-50	*Tessaria absinthioides*	*Atriplex atacamensis, Distichlis spicata*
VA-15	7.407.872	595.489	10-25	25-50	*Tessaria absinthioides*	*Atriplex atacamensis*
VA-16	7.406.407	595.684	10-25	5-10	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata*
VA-17	7.406.023	595.531	10-25	25-50	*Tessaria absinthioides*	*Distichlis spicata*
VA-18	7.404.708	595.464	25-50	25-50	*Tessaria absinthioides*	-
VA-19	7.404.521	595.459	10-25	25-50	*Tessaria absinthioides*	-

De los 19 puntos evaluados, 8 (un 42%) puntos aumentaron su cobertura entre enero y abril, 3 puntos (un 16%) registraron una disminución, en tanto que 6 puntos (un 32%), no presentaron diferencias entre el valor de cobertura registrado en enero y abril de 2012.

FIGURA 3.1-9. COBERTURA DE LAS FORMACIONES VEGETACIONALES EN LA ZONA DE CONEXIÓN VEGETACIÓN-ACUÍFERO. CAMPAÑAS DE ENERO Y ABRIL DE 2012.



3.1.2.2 Estado vital de la vegetación en la zona de conexión vegetación- acuífero.

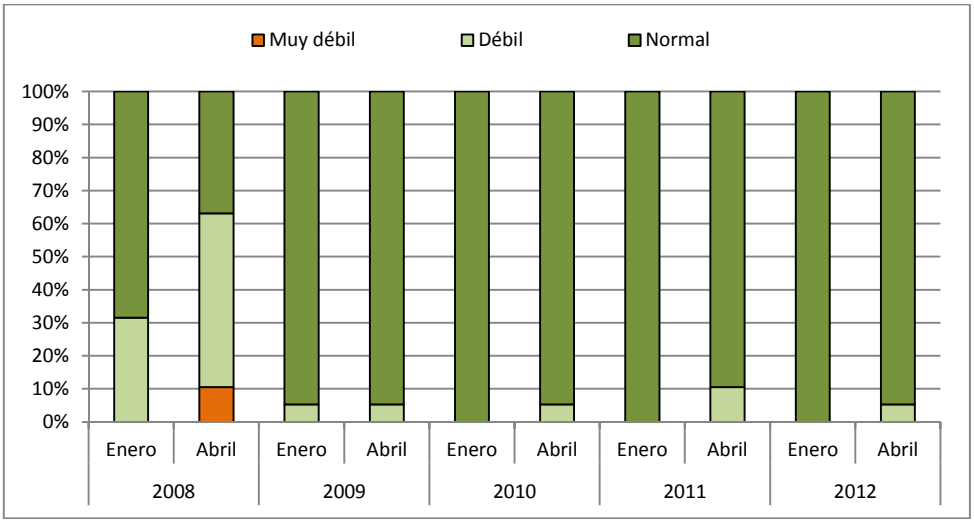
Los resultados de la evaluación de la vitalidad se presentan en la Tabla 3-6 y Figura 3.1-10. En general durante todos los años en que se ha realizado el monitoreo de la vegetación se han detectado diferencias en la vitalidad de la vegetación entre las evaluaciones realizadas en enero y abril de cada año. El comportamiento general observado sugiere que durante abril, que corresponde al período de término de la etapa de crecimiento vegetativo de las plantas, existe una mayor proporción de individuos en categorías de vitalidad menos vigorosas. Así, durante 2012 un 11% de los puntos de muestreo la vegetación presentó una vitalidad considerada débil, en tanto que durante enero del mismo año la totalidad de los puntos evaluados presentaron una vitalidad catalogada como normal.

TABLA 3-6. FRECUENCIA DE PUNTOS DE MUESTREO EN ZONA DE CONEXIÓN VEGETACION – ACUÍFERO EN CATEGORÍAS DE VITALIDAD. CAMPAÑAS ABRIL 2007, ENERO-ABRIL DE 2008 A 2012

.

Categorías de vitalidad	Total de puntos de muestreo										
	abr-07	ene-08	abr-08	ene-09	abr-09	ene-10	abr-10	ene-11	abr-11	**ene-12**	**abr-12**
Seco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muy débil	-	-	2	-	-	-	-	-	-	**-**	**-**
Débil	11	6	10	1	1	-	1	-	2	**-**	**1**
Normal	8	13	7	18	18	19	18	19	17	**19**	**18**
Vigoroso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**-**

FIGURA 3.1-10. VITALIDAD DE LA VEGETACIÓN EN LA ZONA DE CONEXIÓN VEGETACIÓN-ACUÍFERO. DIFERENCIA ESTACIONAL CAMPAÑAS ENERO Y ABRIL ENTRE 2008 Y 2012.



La proporción de follaje verde registrado en la vegetación de la zona de conexión vegetación-acuífero se presenta en la Tabla 3-7 y Figura 3.1-11. Los resultados indican que la vegetación manifiesta diferencias en la proporción de follaje verde entre los meses de enero y abril, comportamiento que se observa durante todo el período de evaluación (2007-2012).

Hacia abril, que corresponde al término de la etapa de crecimiento vegetativo, se observa que las formaciones vegetacionales disminuyen la proporción de follaje verde. En abril de 2012 un 50% de los puntos presentó follaje verde entre 25 a 50%.

En comparación a la evaluación realizada el año anterior, durante 2012 la vegetación presentó un comportamiento más estable, pues la mayor parte de las observaciones se mantuvieron en los rangos de follaje verde entre 25 a 75%. En tanto que para el 2011, en enero la totalidad de la puntos evaluado mostró una vegetación con follaje verde por sobre el 75%, y en abril del mismo año el 74% de esos puntos manifestaron un porcentaje follaje verde menor al 50%.

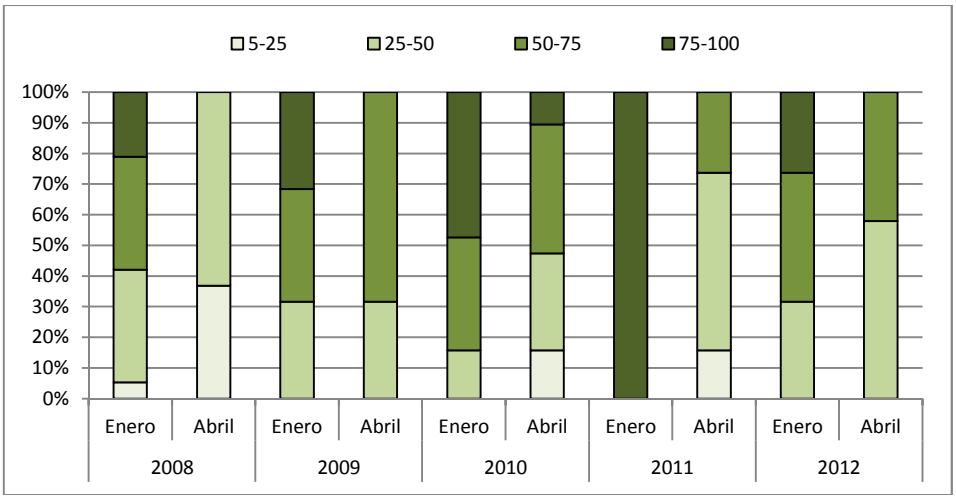
TABLA 3-7. FRECUENCIA DE PUNTOS DE MUESTREO EN ZONA DE CONEXIÓN VEGETACION – ACUÍFERO EN CLASES DE PORCENTAJE DE COPA VERDE. CAMPAÑAS ABRIL 2007, ENERO-ABRIL 2008 A 2012.

Clases de porcentaje de copa verde	Total de puntos de muestreo										
	abr-07	ene-08	abr-08	ene-09	abr-09	ene-10	abr-10	ene-11	abr-11	**ene-12**	**abr-12**
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**-**
<5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**-**
5-25%	1	1	7	-	-	-	3	-	3	**-**	**-**

TABLA 3-7. FRECUENCIA DE PUNTOS DE MUESTREO EN ZONA DE CONEXIÓN VEGETACION – ACUÍFERO EN CLASES DE PORCENTAJE DE COPA VERDE. CAMPAÑAS ABRIL 2007, ENERO-ABRIL 2008 A 2012.

Clases de porcentaje de copa verde	Total de puntos de muestreo										
	abr-07	ene-08	abr-08	ene-09	abr-09	ene-10	abr-10	ene-11	abr-11	**ene-12**	**abr-12**
25-50%	13	7	12	6	6	3	6	-	11	**6**	**11**
50-75%	5	7	-	7	13	7	8	-	5	**8**	**8**
75-100%	0	4	-	6	-	9	2	19	-	**5**	**-**

FIGURA 3.1-11. PROPORCIÓN DE FOLLAJE VERDE EN ZONA DE CONEXIÓN VEGETACIÓN-ACUÍFERO. DIFERENCIA ESTACIONAL ENTRE CAMPAÑAS DE 2008 A 2012.



En relación a los estados fenológicos observados durante todas las campañas de monitoreo (2006 a 2012), existen diferencias si se comparan los resultados obtenidos durante enero y abril de cada año. Los resultados de la Tabla 3-8 muestran las diferencias en los estados fenológico de las formaciones vegetales evaluadas tanto en enero y abril durante todo el período de monitoreo (2007-2012). El comportamiento observado durante el mes de enero indica que ese mes es posible que las plantas se encuentren en diferentes estados fenológicos, que incluye: crecimiento vegetativo, floración y fructificación. Sin embargo el comportamiento observado durante los meses de abril, considerando todas las campañas de monitoreo (2007 a 2012), muestra que abril correspondería a la época de término de la etapa anual de crecimiento vegetativo activo y que concluye con la fructificación y corresponden a los estados fenológicos más frecuentes para la vegetación evaluada durante ese mes.

TABLA 3-8. FRECUENCIA DE PUNTOS DE MUESTREO EN ZONA DE CONEXIÓN VEGETACION – ACUÍFERO SEGÚN FASE FENOLÓGICA. CAMPAÑAS ABRIL 2007, ENERO-ABRIL 2008 A 2012.

Fase fenológica	Total de puntos de muestreo										
	abr-07	ene-08	abr-08	ene-09	abr-09	ene-10	abr-10	ene-11	abr-11	ene-12	abr-12
Senescente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crec. Vegetativo	-	2	5	2	1		5	1	2	1	1
Floración	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fructificación	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Crec.Vegetativo y Floración	-	17	-	9	-	1	-	17	-	15	-
CrecVegetativo y Fructificación	19	-	12	5	18	1	14	1	17	1	18
Crec. Vegetativo, Floración y Fructificación	-	-	-	3	-	17	-	-	-	1	-
Floración y Fructificación	-	-	-	-	-		-	-	-	1	-

3.1.3 Estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*) y proporción de copa viva

La presente sección entrega los resultados de las mediciones de Vitalidad y Porcentaje de copa verde efectuadas sobre la población de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*) ubicada en las inmediaciones del pozo Camar 2. La recopilación de información en terreno fue realizada en abril de 2012. El Anexo VI contiene un registro fotográfico de cada ejemplar evaluado durante la presenta campaña de terreno. Si bien esta sección da cuanta de la evolución de los árboles que fueron identificados y rotulados durante la campaña de 2006, y que forman parte del monitoreo de la vegetación contemplado en la RCA N°226/2006, se hace presente que durante la campaña de terreno realizada este año, se encontraron 4 nuevos árboles. Estos nuevos ejemplares corresponden a regeneración natural, que probablemente derivan de la germinación de semillas que se encontraban latentes en el terreno y que dadas las magnitudes excepcionales de precipitaciones registradas este año durante el verano, encontraron las condiciones adecuadas para la germinación y establecimiento de nuevas plantas.

3.1.3.1 Estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*)

Los resultados de la evaluación de la vitalidad de los ejemplares realizadas durante abril de 2012, así como los de campañas de monitoreo anteriores (años 2006 a 2011) se presentan en la Tabla 3-9 y Figura 3.1-12.

TABLA 3-9 VITALIDAD DE LOS EJEMPLARES DE *PROSOPIS FLEXUOSA* EN LA QUEBRADA CAMAR. CAMPAÑAS 2006-2012

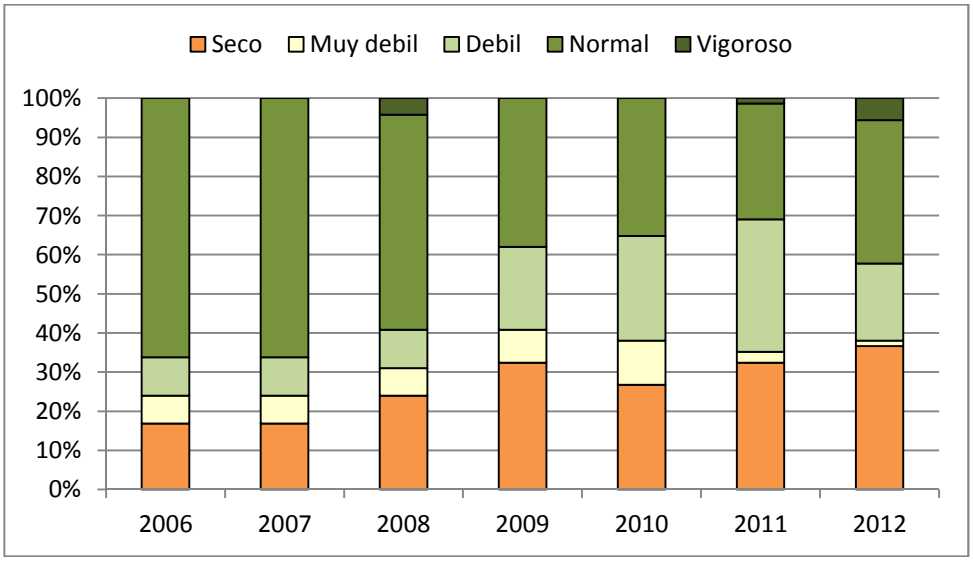
TABLA 3-9 VITALIDAD DE LOS EJEMPLARES DE *PROSOPIS FLEXUOSA* EN LA QUEBRADA CAMAR. CAMPAÑAS 2006-2012

ESTADO VITAL	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%
Ejemplar seco, no presenta follaje verde ni estructura reproductivas de ningún tipo	12	16,9	12	16,9	17	23,9	23	31	19	26,8	23	32,4	**26**	36,6%
Ejemplar muy débil, presenta escaso follaje verde, sin producción de frutos, se observan signos de ataque de patógenos	5	7	5	7	5	7	6	9,9	8	11,3	2	2,8	**1**	1,4%
Ejemplar débil, aunque presenta follaje verde puede observarse signos leves de ataques de patógenos, capaz de producir algunos frutos	7	9,9	7	9,9	7	9,9	15	19,7	19	26,8	24	33,8	**14**	19,7%
Ejemplar de crecimiento normal, presenta gran parte de su follaje verde, producción de frutos, sin signos de patógenos	47	66,2	47	66,2	39	55	27	39,4	25	35,1	21	29,6	**26**	36,6%
Ejemplar excepcionalmente vigoroso, presenta abundancia de follaje y estructuras reproductivas	-	-	-	-	3	4,2	-	-	-	-	1	1,4	**4**	5,6%
TOTAL	**71**	**100**	**71**	**100**	**71**	**100**	**71**	**100**	**71**	**100**	**71**	**100**	**71**	**100**

Durante la campaña de abril de 2012 el 62% de los individuos evaluados (44 árboles) se encontraron en las categorías de vitalidad que van de débil a excepcionalmente vigoroso. Un 37% (26 individuos) se consideraron secos por mostrar ausencia de follaje, en tanto que sólo un individuo fue considerado con un vigor muy débil.

En relación a la vitalidad de los árboles en comparación a la registrada la temporada anterior, si bien el número de árboles secos aumentó de 19 a 26, se reconoce un aumento general de la vitalidad ya que durante la temporada 2012 aumentó la proporción de individuos con una vitalidad normal y excepcionalmente vigorosos. Este aumento en la vitalidad registrada en abril de 2012, puede ser explicado en parte por la mayor disponibilidad de agua derivada de las precipitaciones ocurridas fundamentalmente durante febrero de 2012, las que conforme a registro de la Estación Meteorológica Camar (administrada por la Dir. Gen. de Aguas, DGA), alcanzaron 73,8 mm., lo que es inusual para esa localidad, y que en la práctica representan casi el doble al registrado el mismo período durante el año pasado.

FIGURA 3.1-12 VITALIDAD DE LOS EJEMPLARES DE *PROSOPIS FLEXUOSA* EN LA QUEBRADA CAMAR. CAMPAÑAS 2006-2012



3.1.3.2 Proporción de copa verde en ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*)

La Tabla 3-10 y Figura 3.1-13 muestran la proporción de follaje verde de los ejemplares prospectados en abril de 2012 y durante las campañas de monitoreo anteriores (abril de 2006, de 2007, de 2008, de 2009 y de 2010).

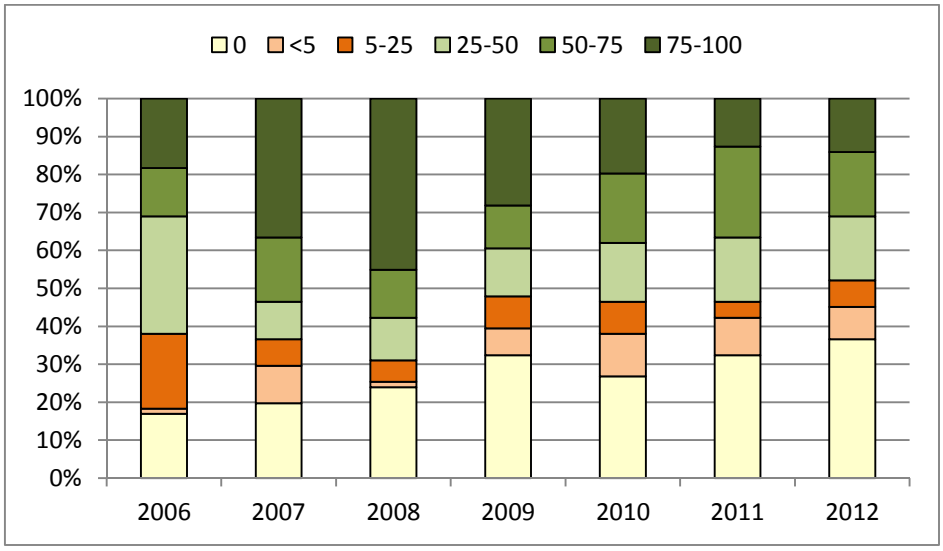
Un 55% de los individuos evaluados (34 árboles) presentaron una proporción de copa viva por sobre el 25%, el 15,5% del total de árboles presentaron una copa viva de entre 5 al 25%.

Al comparar los resultados obtenidos en abril de 2012 en relación al año anterior, no es posible extraer conclusiones claras o tendencias definitivas. En 2012, 39 individuos (55% del total) presentaron copa viva por sobre el 5%, en tanto que en 2011, 41 árboles evaluados (58% del total) cumplieron esa condición. La Figura 3.1-13, muestra el comportamiento de la proporción de copa vida de los árboles en las distintas temporadas evaluadas, donde entre los dos últimos años monitoreados el comportamiento y distribución de las diferentes categorías de copa viva es muy similar. Únicamente destaca un leve aumento en la proporción de individuos con ausencia de copa viva derivada del mayor número de árboles secos registrados durante 2012, así como también con copa viva menor al 5% y de la categoría de entre (5-25%) de copa viva.

TABLA 3-10 PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPALRES DE ALGARROBO (PROSOPIS FLEXUOSA) EN QUEBRADA CAMAR. CAMPAÑAS 2006 A 2012.

% COPA VERDE	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%
0	12	16,9	14	19,7	17	23,9	23	32,4	19	26,7	23	32,4	26	36,6%
<5	1	1,4	7	9,8	1	1,4	5	7	8	11,3	7	9,9	6	8,5%
5-25	14	19,7	5	7	4	5,6	6	8,5	6	8,5	3	4,2	5	7,0%
25-50	22	31	7	9,8	8	11,3	9	12,7	11	15,5	12	16,9	12	16,9%
50-75	9	12,7	12	16,9	9	12,7	8	11,3	13	18,3	17	23,9	12	16,9%
75-100	13	18,3	26	36,6	32	45,1	20	28,1	14	19,7	9	12,7	10	14,1%
TOTAL	**71**	**100**	**71**	**100**	**71**	**100**	**71**	**100**	**71**	**100**	**71**	**100**	**71**	**100**

FIGURA 3.1-13 PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPALRES DE ALGARROBO (PROSOPIS FLEXUOSA) EN QUEBRADA CAMAR. CAMPAÑAS 2006 A 2012.



De acuerdo con las mediciones efectuadas en los pozos Camar 2, L3-16 y L3-2, la profundidad de la napa subterránea en el sector donde se desarrollan los ejemplares de *Prosopis flexuosa* alcanza, en su nivel menos profundo, los 48 metros. De acuerdo a la bibliografía *P. flexuosa* es una especie freatófita o freatófita facultativa, sin embargo en este caso la población de Algarrobos no dependerían de la napa freática, sino que tendría un comportamiento vadosófito, es decir, que aprovecha el agua subsuperficial que se almacena en horizontes arcillosos del suelo, independizándose así de los aportes directos de las precipitaciones y de la napa freática. Los aportes hídricos que mantendrían húmedos estos horizontes arcillosos, provendrían de las precipitaciones directas, que se infiltrarían por los horizontes superficiales

arenosos hasta el horizonte arcilloso, y de las lluvias del Invierno Altiplánico que escurren esporádicamente por la quebrada de Camar.

Como señalan algunos autores, la regeneración de esta especie se produciría en ciclos ligados a condiciones climáticas favorables. Esto se explica dado que sus semillas poseen una alta viabilidad y de larga duración, además de presentar un rápido proceso germinativo y un rápido crecimiento radicular.

Al ser *P. flexuosa* una especie heliófita, como todas las de su género, es intolerante a la sombra y presenta una gran resistencia a la aridez, además de una buena capacidad de rebrote.

Todas estas estrategias de adaptación explican el establecimiento, desarrollo y dinámica de esta población de Algarrobos, así como la variación en su vitalidad y porcentaje de copa verde de una temporada a otra, dependiendo principalmente de los aportes hídricos antes mencionados (precipitaciones). Por ello se considera pertinente incluir información pluviométrica más cercana registrada, correspondiente a la estación meteorológica DGA de Camar (coordenadas UTM 7.411.774N, 607.294E, Datum PSAD 56, huso 19s) ubicada aproximadamente a 10 km al este de la población de Algarrobos (Tabla 3-11).

TABLA 3-11 PRECIPITACIONES (MM) REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA CAMAR (DGA)

MES	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	22,0	-	1,0	-	-	37,5	-	-	-	3,0	23,5	6,0	0,6	1,2	-	-	-	14,3
Febrero	-	-	51,0	-	18,0	-	16,0	0,1	7,0	-	-	7,0	7,5	4,0	2,0	-	38,5	73,8
Marzo	6,5	-	8,5	-	6,0	-	82,5	58,0	-	-	1,5	-	-	-	4,0	-	-	2,3
Abril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-
Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0	-	-	0,2	-	-	-	2,0	-	-
Junio	-	-	-	2,0	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-
Julio	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	-
Agosto	-	16,0	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	0,2	-	-	-	-	-	-
Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5	0,0	-	-	-	-	-	-
Octubre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Noviembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diciembre	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANUAL	28,5	16,0	60,5	2,0	25,5	37,9	98,5	58,8	17,0	5,0	33,0	13,4	8,1	5,2	6,0	2,0	43,5	90,4

En la Tabla 3-11 se puede apreciar que la ocurrencia de eventos de precipitación se concentra en el periodo estival, con eventuales precipitaciones invernales. En color verde se destacaron los eventos de precipitación más importantes registrados en el período 1995-2012 (sobre 15 mm). Probablemente a estos eventos se debe la presencia de los ejemplares de *P. flexuosa* más juveniles, que aprovecharían las aguas de escurrimiento superficial.

La magnitud de las precipitaciones registradas durante 2012, representan más del doble de las registradas en año anterior y casi alcanzan la misma magnitud que otro evento de similares características registrado en 2001.

3.2 Flora

El monitoreo del componente flora comprende el seguimiento de la riqueza y abundancia de especies de flora presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Adicionalmente, se evalúan variaciones en el pH y salinidad del suelo en la zona de mayor desarrollo radicular de las plantas (suelo mineral superficial).

A continuación se entregan los resultados de la prospección de terreno efectuada durante el mes de abril de 2012.

3.2.1 Riqueza florística

Los resultados de la prospección florística de terreno efectuada en el borde Este del Salar de Atacama durante el mes de abril de 2012 se verificó la presencia de 34 especies. Del total, 24 especies han sido registradas en las campañas de monitoreo realizadas desde 2006 y 2012 y se presentan en la Tabla 3-12. Adicionalmente, durante la campaña realizada en 2012 se identificaron 10 nuevas especies que no habían sido descritas para el área de estudio, un listado de ellas junto a sus descripciones generales se entregan en la Tabla 3-13.

Cabe destacar la presencia de la especie *Tiquilia atacamensis* como parte de los transectos de flora, la cual anteriormente había sido registrada solo fuera de ellos. Las especies *Cistanthe celosioides, Cortaderia jubata, Muhlenbergia asperifolia y Maihueniopsis aff. atacamensis* fueron observadas fuera de los transectos de flora.

Adicionalmente, las especies *Agrostis* sp., *Atriplex glaucescens*, *Atriplex madariagae* y *Zameioscirpus atacamensis* (anteriormente *Scirpus atacamensis*) no fueron registradas en la campaña del 2012, pero sí aparecen en el listado total. En las campañas de años anteriores habían sido registradas fuera de los transectos de flora.

Los valores de riqueza, tipo biológico y origen fitogeográfico están realizados en base a las 24 especies registradas en la campaña del 2012.

Las 24 especies identificadas, se agrupan en 12 familias, de las cuales las de mayor representatividad corresponden a Poaceae y Chenopodiaceae con 6 especies (25% del total de especies).

Considerando el tipo biológico, la mayor representatividad corresponde a Hierba (incluyendo hierba perenne y hierba anual) con el 50% (12 especies), le sigue Arbusto con el 46% (11especies) y Suculento con 4% (1 especie).

En relación al origen de los taxa, el 88% de las especies identificadas son nativas (21 especies). De las 21 especies un 67% (16 especies) corresponde a taxa nativo no endémicos; 21% (5 especies) corresponde a taxa endémicos de Chile y 4% corresponde a taxa adventicio (1 especies). Para una especie, de las 24 especies registradas (4% restante), no fue posible determinar su origen fitogeográfico ya que por la insuficiencia de material vegetal disponible no fue posible identificarla a nivel de especie y sólo se registró a nivel de género.

TABLA 3-12 RIQUEZA DE ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	TIPO BIOLÓGICO	ORIGEN	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	*Acantholippia deserticola*	Verbenaceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X
2	*Agrostis sp.*	Poaceae	Hierba	Indeterminado	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	-
3	*Atriplex atacamensis*	Chenopodiaceae	Arbusto	Endémico	X	X	X	X	X	X	X
4	*Atriplex glaucescens*	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativo	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	-
5	*Atriplex imbricata*	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X
6	*Atriplex madariagae*	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativo	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	-
7	*Baccharis juncea*	Asteraceae	Hierba	Nativo	X	X	X	X	X	X	X
8	*Cistanthe celosioides*	Montiaceae[3]	Hierba	Endémico	X *(*)*	X *(*)*	-	-	-	X *(*)*	X *(*)*
9	*Cortaderia jubata*[4]	Poaceae	Hierba	Nativo	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*
10	*Distichlis spicata*	Poaceae	Hierba	Nativo	X	X	X	X	X	X	X
11	*Ephedra multiflora*	Ephedraceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X
12	*Festuca hypsophilla*	Poaceae	Hierba	Nativo	X	X	-	-	-	-	X
13	*Juncus balticus*	Juncaceae	Hierba	Nativo	X	X	X	X	X	X	X
14	*Lycium humile*	Solanaceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X
15	*Muhlenbergia asperifolia*[5]	Poaceae	Hierba	Nativo	-	-	-	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*
16	*Nitrophila atacamensis*	Chenopodiaceae	Hierba	Endémico	X	X	X	X	X	X	X
17	*Maihueniopsis aff atacamensis*[6]	Cactaceae	Suculento	Endémico	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*
18	*Puccinellia frigida*	Poaceae	Hierba	Nativo	X	X	X	X	X	X	X
19	*Sarcocornia fruticosa*	Chenopodiaceae	Arbusto	Adventicio	X	X	X	X	X	X	X
20	*Schoenoplectus americanus*[7]	Cyperaceae	Hierba	Nativo	X	X	X	X	X	X	X
21	*Zameioscirpus atacamensis*[8]	Cyperaceae	Hierba	Nativo	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	-
22	*Tessaria absinthioides*	Asteraceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X
23	*Tiquilia atacamensis*	Boraginaceae	Arbusto	Endémico	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X *(*)*	X
24	*Triglochin concinna*	Juncaginaceae	Hierba	Adventicio	X	X	X	X	X	X	X

[3] Sinónimo actual de *Portulacaceae*
[4] Sinónimo actual de *Cortaderia atacamensis*
[5] *Agrostis eremophila* y *Agrostis distichophylla* son sinónimos de *Muhlenbergia asperifolia.*
[6] Sinónimo actual de *Opuntia atacamensis*
[7] Sinónimo actual de *Scirpus americanus*
[8] Sinónimo actual de *Scirpus atacamensis*

En la Tabla 3-13 se presenta en forma complementaria, un listado donde se exponen los taxa observadas excepcionalmente durante la campaña abril 2012. Su presencia probablemente responda a condiciones ambientales no habituales para el sector, como fueron las lluvias por sobre 40 mm durante el mes de Febrero de 2012, valores registrados por dos estaciones meteorológicas próximas al área del monitoreo, que son completamente inusuales en el área de estudio conforme se discutió en la Sección 3.1.3.

Estas especies, mayoritariamente herbáceas, cuyo crecimiento está sujeto a condiciones climáticas puntuales, son llamadas y conocidas como "pastos de lluvias" (Sinclair, 1985; Villagran *et al*., 1998), razón por lo cual no habían sido descritas para el sector en los años anteriores donde las precipitaciones variaron entre 0 mm (durante los meses secos) y 4 mm (en los meses de lluvia).

TABLA 3-13 RIQUEZA DE ESPECIES PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO. "PASTOS DE LLUVIA".

División	Clase	Familia	Especie	Tipo biológico	Origen	Distribución
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Brassicaceae	*Descurainia stricta* (Phil.) Prantl ex Reiche	Hierba anual	Nativo	I-II-III-IV
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia rahmeri* Phil.	Hierba anual	Nativo	II
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Hoffmannseggia doellii* Phil. *ssp. doellii*	Hierba perenne	Endémico	I-II
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Lupinus subinflatus* C.P. Sm.	Hierba perenne	Nativo	I-II
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Linaceae	*Linum usitatissimum* L.	Hierba anual	Adventicio	II-III-IV-VIII-IX
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria dissecta* Hook. & Arn. *var. dissecta*	Hierba anual	Nativo	I-II-III-IV-V-VI-RM
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malvaceae	*Tarasa operculata* (Cav.) Krapov.	Hierba perenne	Nativo	I-II
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Montiaceae	*Cistanthe salsoloides* (Barnéoud) Carolin ex Hershkovitz	Hierba anual	Nativo	I-II-III-IV
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	*Exodeconus integrifolius* (Phil.) Axelius	Hierba anual	Nativo	I-II-III
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Zigophyllaceae	*Tribulus terrestris* L.	Hierba anual	Adventicio	I-II-III

En relación a estas especies es posible afirmar:

- 100% corresponde a especies pertenecientes a la clase Magnoliophyta, división Magnoliopsida.
- Se agrupan en 10 géneros y 7 familias, siendo la de mayor representatividad Fabaceae con el 30% del total de taxa identificados en los "pastos de lluvias" (3 especies).
- En relación al Tipo biológico en su totalidad corresponden a Hierbas, de las cuales, el 70% son hierbas anuales y 30% son hierbas perennes.

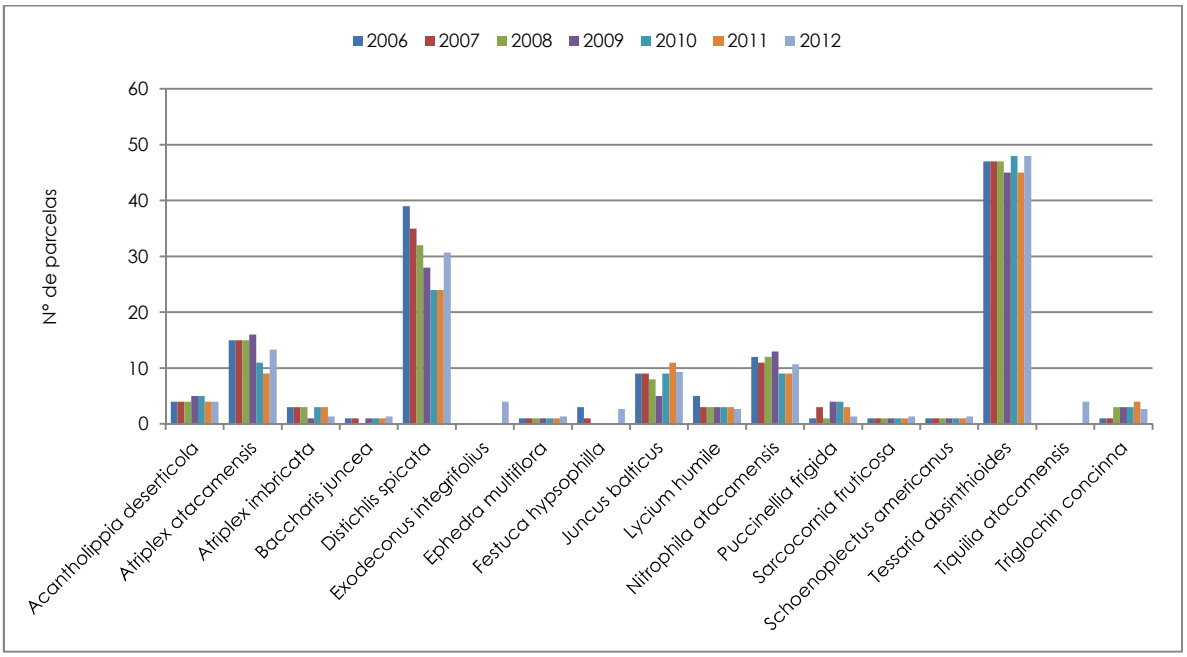
- Considerando su origen, el 70% corresponden a Nativas no endémicas, el 10% corresponde a endémicas de Chile y el 20% corresponde a especies de origen Adventicio.
- Su distribución se concentra mayoritariamente en la zona norte del país, correspondiente a I - II y III Región.

3.2.2 Frecuencia y abundancia de la flora

El Anexo IV entrega el detalle de la cobertura por especie registrada en las 75 parcelas de muestreo de flora, junto con las mediciones de pH y salinidad del suelo en la zona de mayor acumulación de raíces (suelo mineral superficial).

La Figura 3.2-1 muestra la frecuencia de especies por parcela medida en el Borde Este del Salar de Atacama en la presente campaña (abril de 2012) y en las campañas anteriores (abril de 2006 a abril de 2011). *Tessaria absinthioides* es la especie más frecuentemente observada en 36 (48%) de los 75 puntos de muestreo, seguida de *Distichlis spicata* que estuvo presente en 23 puntos (31% del total de puntos de muestreo). Menos frecuentes son las especies *Atriplex atacamensis* observada en 10 puntos de muestreo (13%), *Nitrophila atacamensis* observada en 8 puntos de muestreo (11%) y *Juncus balticus* observada en 7 puntos de muestreo (9%). El resto de las especies presentan frecuencias del 4% o inferiores.

FIGURA 3.2-1. FRECUENCIA DE ESPECIES DE FLORA EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA CAMPAÑAS DE 2006 A 2012



La Tabla 3-14 muestra la frecuencia de especies para los siete transectos dispuestos en el Borde Este del Salar de Atacama en orientación Este – Oeste. En general la riqueza de especies por transecto es baja, variando entre 2 y 9 especies. Las especies más frecuentes son *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata*, presentes en todos los transectos.

En general, no se observaron mayores variaciones en la frecuencia de especies en los transectos durante todo el periodo analizado (2006 – 2012).

TABLA 3-14. FRECUENCIA DE ESPECIES POR TRANSECTO. BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA, CAMPAÑAS 2006 A 2012.

| NOMBRE CIENTÍFICO | NÚMERO DE PUNTOS DE MEDICIÓN EN QUE SE OBSERVÓ LA ESPECIE | | |

Adicionalmente y a modo de resumen se presenta la Tabla 3-15, la cual muestra la frecuencia de puntos de muestreo en que se registró cada especie y el porcentaje de participación, respecto del total de puntos evaluados cada año.

TABLA 3-15. RESUMEN DE FRECUENCIA ANUAL POR ESPECIES Y PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN. CAMPAÑAS 2006 A 2012.

NOMBRE CIENTÍFICO	TOTAL (75 ptos.)							%						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Acantholippia deserticola	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	5	5	4	4
Atriplex atacamensis	11	11	11	12	8	7	10	15	15	15	16	11	9	13
Atriplex imbricata	2	2	2	1	2	2	1	3	3	3	1	3	3	1
Baccharis juncea	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Distichlis spicata	29	26	24	21	23	22	23	39	35	32	28	24	24	31
Exodeconus integrifolius	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4
Ephedra multiflora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Festuca hypsophilla	2	1	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	3
Juncus balticus	7	7	6	4	7	8	7	9	9	8	5	9	11	9
Lycium humile	4	2	2	2	2	2	2	5	3	3	3	3	3	3
Nitrophila atacamensis	9	8	9	10	7	7	8	12	11	12	13	9	9	11
Puccinellia frigida	1	2	1	3	3	2	1	1	3	1	4	4	3	1
Sarcocornia fruticosa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Schoenoplectus americanus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tessaria absinthioides	35	35	35	34	36	34	36	47	47	47	45	48	45	48
Tiquilia atacamensis	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4
Triglochin concinna	1	1	2	2	2	3	2	1	1	3	3	3	4	3

3.2.3 pH y conductividad eléctrica del suelo

A continuación se presentan los resultados de las mediciones de pH y conductividad eléctrica (salinidad) del suelo efectuadas en los 75 puntos de muestreo, distribuidos en los 7 transectos de Flora dispuestos en sentido Este – Oeste en el Salar de Atacama.

3.2.3.1 pH

El pH obtenido en el año 2012 para los puntos de flora varió entre las categorías ligeramente alcalino a muy fuertemente alcalino (Tabla 3-16). La mayor parte de los puntos muestreados

se distribuyó entre las categorías moderada y fuertemente alcalino, registrando 38 y 29 puntos equivalentes al 50,7 y 38,7% del total, respectivamente.

Los valores obtenidos en las muestras analizadas se encuentran dentro de un rango normal para este tipo de suelos de acuerdo a los reportados en la bibliografía especializada disponible. En análisis a muestras realizadas para otros salares se ha detectado valores de pH entre 8,5 a 8,9, alcalinidad que puede aumentar con la profundidad hasta valores de 9,8 (Luzio *et al.*, 2010).

TABLA 3-16: RANGOS DE pH DEL SUELO EN TRANSECTOS DE MUESTREO DE FLORA. CAMPAÑA ABRIL DE 2012

CATEGORÍAS DE pH	pH	Color	Nº de Puntos 2012	%
Extremadamente ácido	3,5 – 4,4		-	-
Muy fuertemente ácido	4,5 – 5,0		-	-
Fuertemente ácido	5,1 – 5,5		-	-
Moderadamente ácido	5,6 – 6,0		-	-
Ligeramente ácido	6,1 – 6,5		-	-
Neutro	6,6 – 7,3		-	-
Ligeramente alcalino	7,4 – 7,8		7	9,3
Moderadamente alcalino	7,9 – 8,4		42	56,0
Fuertemente alcalino	8,5 – 9,0		25	33,3
Muy fuertememente alcalino	> 9,0		1	1,3
TOTAL			**75**	**100,0**

Fuente: Schoeneberger *et al.*, 2002.

En la Tabla 3-17 se presentan los datos obtenidos por cada punto de los siete transectos de flora. A nivel de transecto los datos muestran una variación muy baja entre los valores de pH. Al observar la variación espacial este a oeste, se aprecia una ligera tendencia en los transectos TF-4, TF-5 y TF-7 a aumentar su acidez o disminuir su pH hacia el Núcleo del Salar (R^2 = 0,45, 0,50 y 0,84 respectivamente); por el contrario, el transecto TF-1 se hizo más alcalino o aumentó su pH hacia el núcleo (R^2 = 0,41). En los transectos TF-2, TF-3 y TF-6 no se apreció ninguna tendencia clara, aunque se hace el alcance que los puntos más hacia el oeste del transecto TF-3, fueron menos alcalinos que los puntos hacia el este.

TABLA 3-17: DISTRIBUCIÓN DE RANGOS DE pH EN LOS TRANSECTOS DE MUESTREO DE FLORA. CAMPAÑA ABRIL DE 2012

TRANSECTOS	pH EN PUNTOS DE MUESTREO																		
	MARGEN DEL SALAR														NÚCLEO DEL SALAR				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
TF-1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,0	8,6	8,0	8,5	8,5	8,4	8,5	8,7	8,3	8,6	8,7	8,8	8,8	8,7	8,5
TF-2	8,1	8,4	8,0	8,2	8,3	8,6	8,4	8,8	8,7	8,7	8,2	8,1	7,9	8,0					
TF-3	7,9	8,2	8,5	8,4	8,4	9,2	8,9	7,8	7,7	7,6									
TF-4	8,9	8,6	8,1	8,3	8,1	8,3	8,2	8,3	8,1										
TF-5	8,3	8,7	8,3	8,3	8,3	8,1	8,2	8,5	8,3	8,3	8,2	8,2	7,7	7,8					
TF-6	8,4	8,6	8,3																
TF-7	8,5	8,6	8,4	8,2	7,6	7,7													

La Figura 3.2-2 presenta un análisis gráfico del comportamiento del pH durante las campañas anuales realizadas entre los años 2006 a 2012. En cada uno de los gráficos se representan los valores máximos y mínimos obtenidos en el período 2006-2011, y se compara con el valor actual obtenido (2012). A nivel general, los valores de pH se distribuyeron al interior del rango de valores observados en años anteriores, aunque hubo casos en los cuales el pH aumentó levemente respecto al límite superior observado.

Para mejorar la comparación temporal el proceso de medición de las muestras de suelo se optó por estandarizar las condiciones del análisis de acuerdo al procedimiento de Sadzawka *et al*. (2004), realizando las mediciones en el Laboratorio de Servicios de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica, que cuenta con acreditación de la Comisión de Normalización y Acreditación (CNA) de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo (Ver Anexo IX – Certificados de Acreditación de Laboratorio). Bajo éstos protocolos de análisis, se homogenizan las condiciones de temperatura y concentración de la solución en la que se miden las propiedades de pH y conductividad eléctrica. La solución suelo se preparó en una relación 1 es a 2,5 para los análisis de ambas propiedades.

Se estima que esta modificación puede haber influenciado algunos de los resultados observados. No obstante, también existen factores naturales que podrían estar causando la variación en el pH, tales como: la inusual precipitación acontecida durante el periodo de verano del presente año, o factores como la concentración de anhídrido carbónico disuelto, la composición de los cationes intercambiables, la naturaleza de los materiales de intercambio iónico, la composición y la concentración de las sales solubles, y la presencia o ausencia de yeso y carbonatos alcalinotérreos (carbonatos de calcio y magnesio) (Luzio y Casanova, 2006).

FIGURA 3.2-2: COMPARACIÓN DEL pH ACTUAL CON EL OBTENIDO EN AÑOS ANTERIORES.

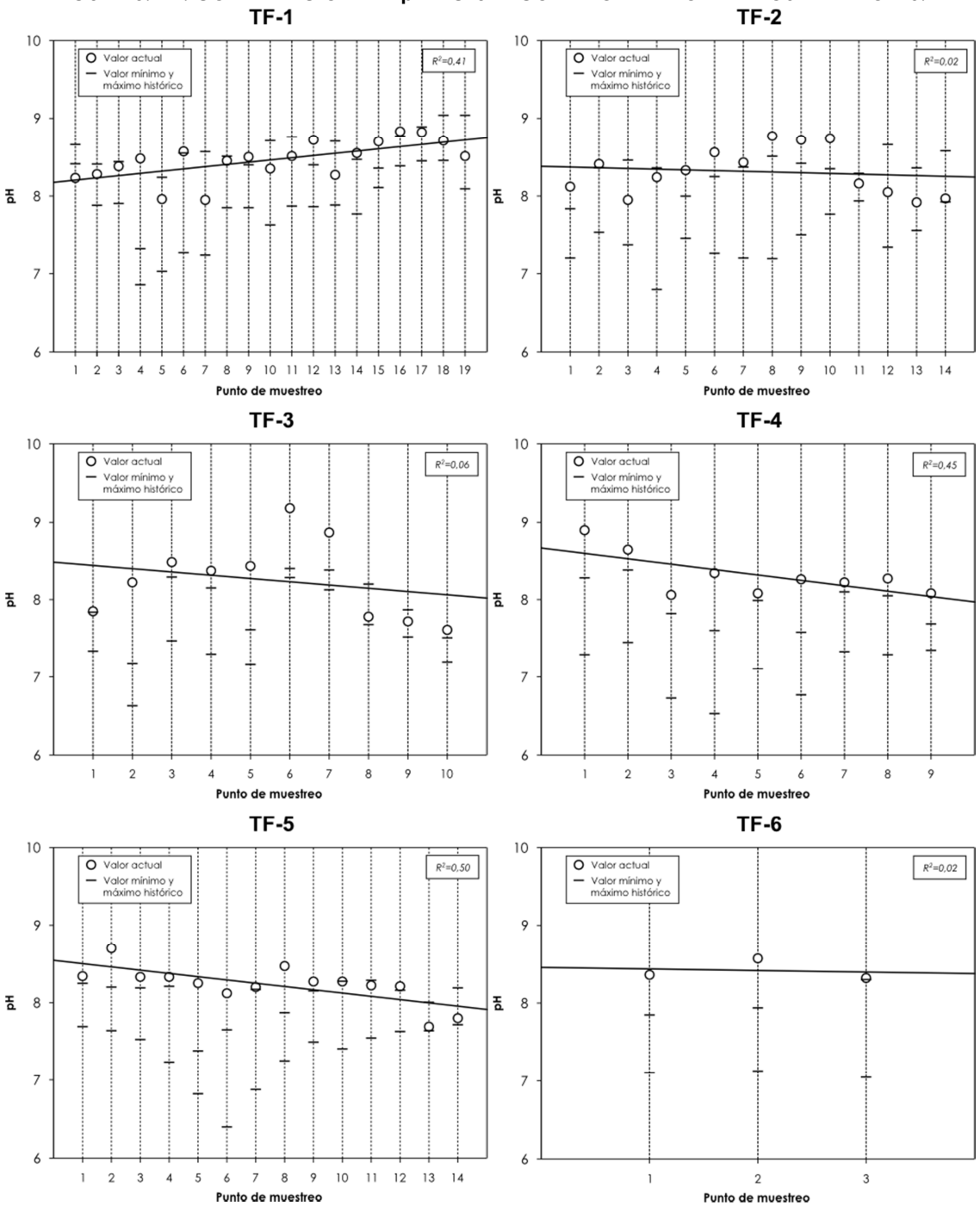
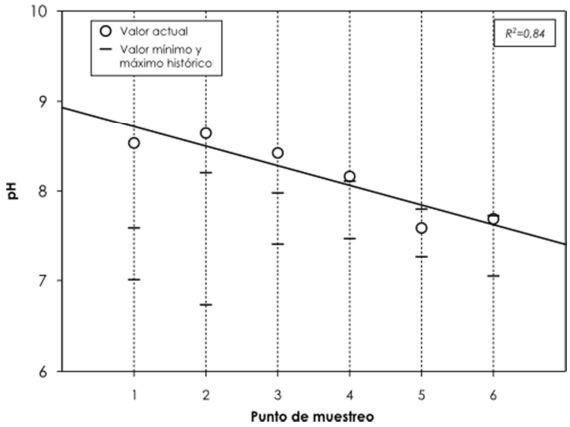


FIGURA 3.2-2: COMPARACIÓN DEL pH ACTUAL CON EL OBTENIDO EN AÑOS ANTERIORES. TF-7



3.2.4 Conductividad eléctrica

En la Tabla 3-18 se resumen los resultados obtenidos para la salinidad, medidos por medio de la conductividad eléctrica, en los puntos de muestreo de flora en abril del 2012. Los resultados indican que la flora del Borde Este del Salar de Atacama se desarrolla en un sustrato fuertemente salino, dado que en 63 puntos, equivalente al 84,0% de las mediciones, registraron una salinidad superior a 6,7 dS/m. En cinco puntos (6,7%) la salinidad fue moderada, en un punto (1,3%) fue ligeramente salina y en tres puntos (4,0%) fue muy ligeramente salino y no salino.

En base antecedentes recopilados en otros salares del país, los valores de C.E. pueden alcanzar valores de hasta 500 dS/m en superficie, tendiendo a disminuir a medida que aumenta la profundidad (Luzio, 2010). A pesar de registrarse altas concentraciones de sales en el sustrato se observa que existe un normal desarrollo de la flora, lo cual se encuentra relacionado con mecanismos de adaptación de los individuos a ambientes extremadamente salinos. Algunas estrategias de supervivencia están relacionadas con modificaciones en el potencial osmótico interno de la planta, exudación de sales a través de las hojas o su acumulación en el mismo órgano, ya sea para desarrollar suculencia o para luego suprimirlo y con ello desechar el elemento tóxico (Salisbury y Ross, 1985).

TABLA 3-18: RANGOS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO EN TRANSECTOS DE MUESTREO DE FLORA. CAMPAÑA ABRIL DE 2012

CATEGORÍAS DE SALINIDAD	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (dS/m)	COLOR	Nº DE PUNTOS 2012	%
No salino	0 – 0,98		3	4,0
Muy ligeramente salino	0,98 – 1,71		3	4,0

TABLA 3-18: RANGOS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO EN TRANSECTOS DE MUESTREO DE FLORA. CAMPAÑA ABRIL DE 2012

CATEGORÍAS DE SALINIDAD	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (dS/m)	COLOR	Nº DE PUNTOS 2012	%
Ligeramente salino	1,71 – 3,16		1	1,3
Moderadamente salino	3,16 – 6,07		5	6,7
Fuertemente salino	> 6,07		63	84,0
TOTAL			**75**	**100**

Fuente: USDA NRCS, 2001.

La Tabla 3-19 presenta los valores obtenidos para la medición de conductividad eléctrica en cada uno de los puntos de muestreo de flora de los 7 transectos. Los valores mas bajos de conductividad se registraron en la zona este del Salar, correspondiendo a los puntos iniciales de los transectos TF-1, TF-2, TF-4 y TF-5. La diferencia en la salinidad es explicada por un cambio en el suelo sobre el cual crecen los individuos, ya que tiende a desaparecer la costra salina superficial, dando paso a depósitos eólicos de tipo arenoso.

Respecto al comportamiento espacial este-oeste, por lo general los datos tienen una distribución heterogénea, siendo poco frecuente identificar alguna relación. En este sentido, sólo en el transecto TF-2 se aprecia que la conductividad eléctrica aumenta hacia la zona del Núcleo del Salar (R^2 = 0,48); mientras que, en el transecto TF-6 ocurre lo contrario, disminuyendo sus valores hacia la zona del Núcleo (R^2 = 0,88), aunque se debe hacer el alcance que los valores siempre estuvieron dentro de la misma categoría de salinidad.

TABLA 3-19: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA OBTENIDA EN CADA PUNTO DE MUESTREO DE FLORA. CAMPAÑA ABRIL DE 2012.

TRANSECTO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (dS/m)																		
	MARGEN DEL SALAR														NÚCLEO DEL SALAR				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
TF-1	0,9	1,3	9,4	63,9	132,0	44,3	160,0	86,5	18,8	10,3	15,6	37,6	12,5	15,5	27,7	27,7	15,1	27,7	8,6
TF-2	1,2	1,3	3,9	5,2	10,7	17,7	29,8	17,6	38,4	12,9	13,6	12,8	137,0	129,0					
TF-3	5,2	23,3	32,8	26,4	27,1	13,8	15,6	30,5	23,6	37,9									
TF-4	0,7	6,2	5,1	26,9	3,1	25,6	128,0	42,1	16,4										
TF-5	0,2	19,4	21,4	3,4	40,6	135,0	176,0	88,7	71,5	12,7	20,0	21,5	19,8	37,3					
TF-6	132,0	65,3	51,1																
TF-7	64,5	26,0	95,8	10,5	13,1	18,4													

La Figura 3.2-3 presenta un análisis gráfico del comportamiento de la conductividad eléctrica en la presente campaña de monitoreo (abril de 2012) y en las campañas anteriores (abril de 2006 a abril de 2011). En cada uno de los gráficos se presentan los valores máximos y mínimos obtenidos en el período, y los compara con el valor actual.

Este año la C.E. tuvo una tendencia a aumentar sus valores respecto de lo observados en años anteriores, aunque el incremento de la salinidad puede tener su origen en la estandarización de las condiciones al ser medidas las muestras en Laboratorio, tal como ocurrió con la medición de pH. En laboratorio se utilizó el método de medición de la conductividad en suspensión, en una relación 1: 2,5, técnica de uso frecuente para analizar la salinidad del suelo (Brady y Weil, 2008; Hogg y Henry, 1984). También puede ser que procesos naturales en el medio evaluado estén afectando el resultado, como la abundante precipitación acontecida en la parte alta de la cuenca, el continuo ascenso capilar del agua desde las napas freáticas, que arrastra sales disueltas y la precipitación de las sales por evaporación en la superficie.

FIGURA 3.2-3: COMPARACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ACTUAL CON LA OBTENIDA EN AÑOS ANTERIORES.

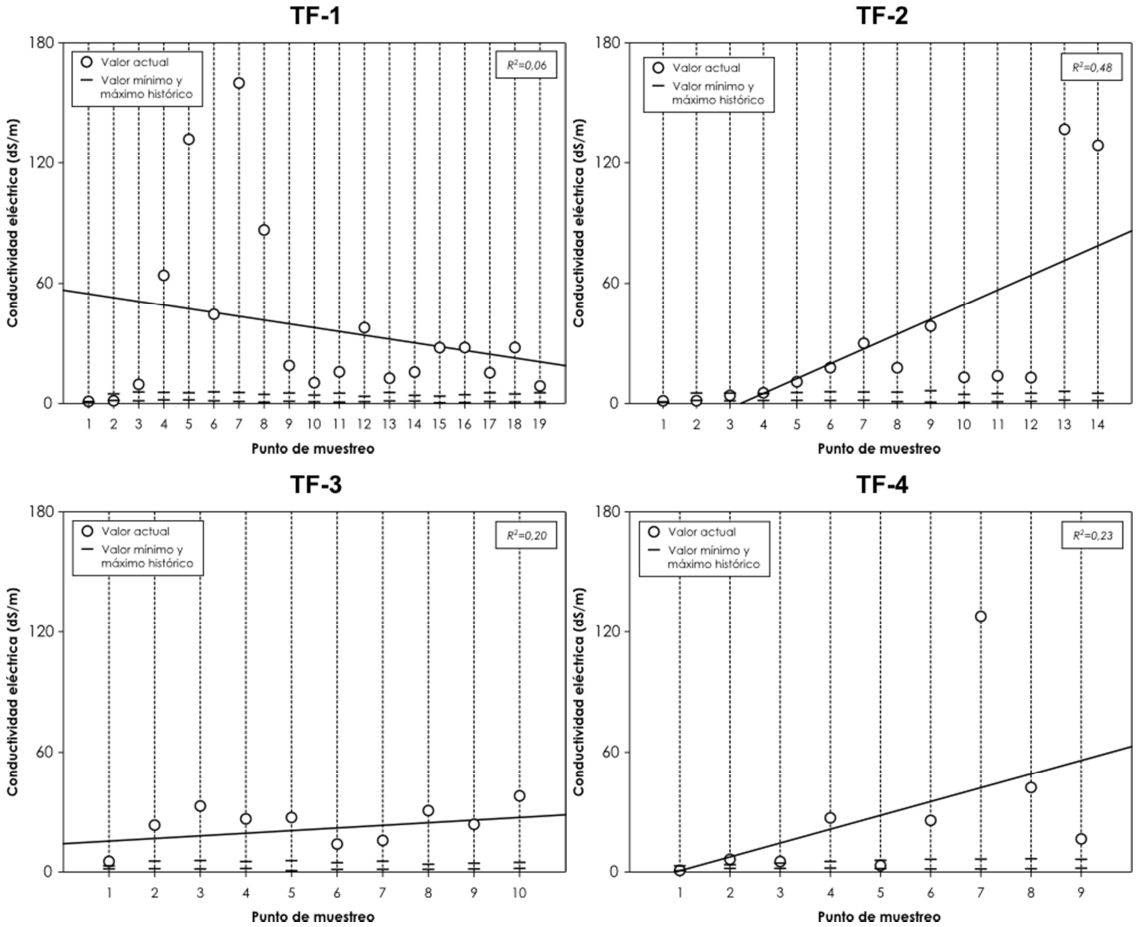
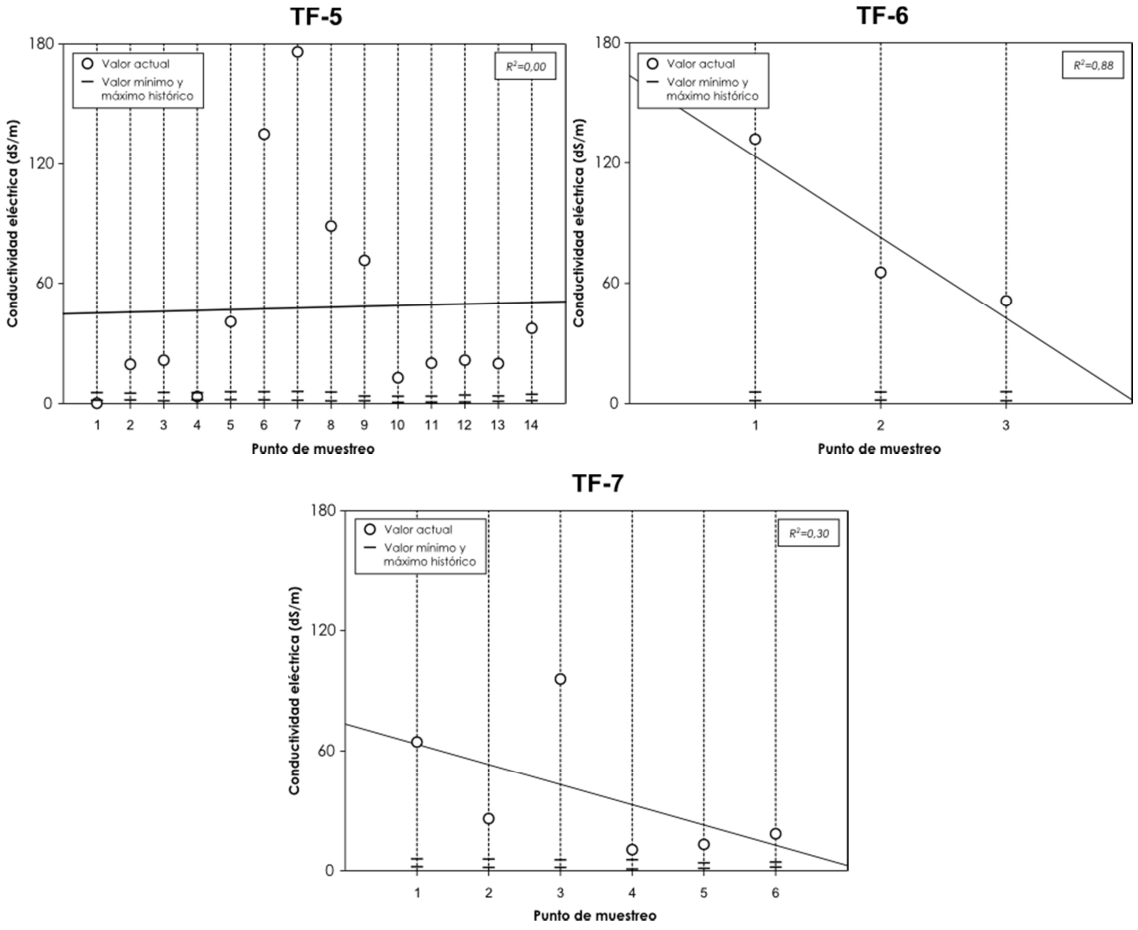


FIGURA 3.2-3: COMPARACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ACTUAL CON LA OBTENIDA EN AÑOS ANTERIORES.



3.3 Fauna

3.3.1 Riqueza de Especies

La Tabla 3-20 presenta la composición de la fauna registrada en el área de estudio a través de todo el proceso de seguimiento. De acuerdo con las prospecciones de terreno efectuadas en abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008, abril de 2009, abril de 2010, abril 2011 y abril de 2012, el catálogo de fauna silvestre del Borde Este del Salar de Atacama está compuesto por un total de 52 especies, correspondientes a un anfibio, dos reptiles, 41 aves (26 no paseriformes y 15 paseriformes) y ocho mamíferos. Durante la presente campaña (abril de 2012) se observó la presencia de una especie de anfibio que no había sido registrada anteriormente, y que corresponde al sapo de rulo andino (*Bufo spinulosus*), se encontraron dos ejemplares en un sector de Vega de Carvajal. Por otro lado si bien la chilla (*Pseudalopex griseus*) no ha sido registrada en el área monitoreada se incluye en el catálogo ya que fue considerada en la Línea de Base.

En esta campaña se registraron 29 especies, un anfibio, dos reptiles, 21 aves y cinco mamíferos. Todas las especies del área son nativas, no existen en el sector de estudio taxa introducidos, aun cuando se observan burros (*Equus asinus*), animales domésticos que en ocasiones se hacen silvestres (en este caso se consideran animales domésticos y no se incluyen en el catálogo).

TABLA 3-20 CATÁLOGO DE VERTEBRADOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN		ORIGEN	CONSERVACIÓN[1]	OBSERVADA EN:						
			Desde	Hasta			2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
AMPHIBIA													
1	*Bufo spinulosus*	Sapo de rulo andino	Arica Parinacota	Biobío	Nativa	*Preocupación menor							X
REPTILIA													
2	*Liolaemus fabiani*	Lagartija de Fabián	Antofagasta	Antofagasta	Endémica	Rara	X	X	X	X	X	X	X
3	*Liolaemus constanzae*	Lagartija de Constanza	Antofagasta	Antofagasta	Endémica	Rara	X	X	X	X	X	X	X
AVES													
4	*Pterocnemia pennata*	Suri	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	En Peligro					X		
5	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X					X
6	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X	X	X	X
7	*Phoenicoparrus andinus*	Parina grande	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X	X	X	X
8	*Phoenicoparrus jamesi*	Parina chica	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X	X	X	X
9	*Lophonetta specularioides*	Pato juarjual	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X
10	*Anas flavirostris*	Pato jergón chico	Arica y Parinacota	Metropolitana de Santiago	Nativa	No citada		X	X	X	X		
11	*Anas cyanoptera*	Pato colorado	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada				X	X		
12	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X
13	*Falco femoralis*	Halcón perdiguero	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X		X			
14	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Arica y	Magallanes	Nativa	Vulnerable	X	X					X

TABLA 3-20 CATÁLOGO DE VERTEBRADOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN		ORIGEN	CONSERVACIÓN[1]	OBSERVADA EN:						
			Desde	Hasta			2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
			PAtinacota										
15	*Falco sparverius*	Cernícalo	Arica y PAtinacota	Magallanes	Nativa	No citada						X	
16	*Phalcoboenus melanopterus*	Carancho cordillerano	Arica y Parinacota	Lib. Bdo. O´higgins	Nativa	No citada		X	X	X		X	X
17	*Pluvialis dominica*	Chorlo dorado	-	-	Nativa	No citada				X		X	
18	*Charadrius alticola*	Chorlo puna	Arica y Parinacota	Metropolitana de Santiago	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X
19	*Oreopholus ruficollis*	Chorlo de campo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada		X	X				
20	*Recurvirostra andina*	Caití	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X
21	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X
22	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	X	X					X
23	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X
24	*Calidris melanotos*	Playero pectoral	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X			X
25	*Phalaropus tricolor*	Pollito de mar tricolor	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X
26	*Larus serranus*	Gaviota andina	Arica y Parinacota	Aisén	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X
27	*Zenaida auriculata*	Tórtola	Arica y Parinacota	Aisén	Nativa	Caza Permitida	X	X					
28	*Metropelia aymara*	Tortolita puna	Arica y Parinacota	Coquimbo	Nativa	No citada	X	X		X			
29	*Athene cunicularia*	Pequén	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada		X	X			X	

TABLA 3-20 CATÁLOGO DE VERTEBRADOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN		ORIGEN	CONSERVACIÓN[1]	OBSERVADA EN:						
			Desde	Hasta			2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
30	*Geositta cunicularia*	Minero	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X					
31	*Asthenes modesta*	Canastero chico	Arica y Parinacota	Lib. Bdo. O´higgins	Nativa	No citada				X			
32	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X			X	X	X
33	*Agriornis montana*	Mero gaucho	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X				
34	*Agriornis microptera*	Mero de Tarapacá	Arica y Parinacota	Antofagasta	Nativa	No citada				X	X	X	X
35	*Muscisaxicola flavinucha*	Dormilona fraile	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X				
36	*Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X
37	*Muscisaxicola frontalis*	Dormilona frente negra	Arica y Parinacota	Los Lagos	Nativa	No citada		X	X				
38	*Lessonia oreas*	Colegial andino	Arica y Parinacota	Coquimbo	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X
39	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina lomo negro	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X			X	
40	*Hirundo rustica*	Golondrina bermeja	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X				
41	*Troglodytes aedon*	Chercán	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X				
42	*Anthus correndera*	Bailarín chico	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X
43	*Sicalis auriventris*	Chirihue dorado	Arica y Parinacota	Araucanía	Nativa	No citada	X	X					
44	*Zonotrichia capensis*	Chincol	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X			

TABLA 3-20 CATÁLOGO DE VERTEBRADOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN		ORIGEN	CONSERVACIÓN[1]	OBSERVADA EN:						
			Desde	Hasta			2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MAMMALIA													
45	*Thylamys pallidior*	Yaca andina	Arica y Parinacota	Antofagasta	Nativa	No citada	X	X	X	X		X	
46	*Pseudalopex culpaeus*	Zorro culpeo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	*Preocupación menor	X	X	X	X	X	X	X
47	*Pseudalopex griseus*	Zorro chilla	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	*Preocupación menor	X	X			X		
48	*Lama guanicoe*	Guanaco	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	En Peligro			X				
49	*Ctenomys fulvus*	Chululo	Arica y Parinacota	Antofagasta	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X	X	X	X
50	*Abrothrix andinus*	Laucha andina	Arica y Parinacota	Maule	Nativa	Caza Permitida	X	X	X	X	X	X	X
51	*Eligmodontia puerulus*	Lauchita pie sedoso	Arica y Parinacota	Antofagasta	Nativa	No citada		X	X	X	X	X	X
52	*Phyllotis xanthopygus*	Lauchón orejudo	Arica y Parinacota	Aisén	Nativa	No citada	X	X	X	X		X	X

[1] CONSERVACIÓN: Consigna el estado de conservación según Reglamento de Clasificación de Especies (*) o según el Reglamento de la Ley de Caza

3.3.2 Abundancias de especies de Fauna

A continuación se presentan y discuten las abundancias de las especies de fauna observadas durante la prospección de terreno de abril de 2012.

3.3.2.1 Abundancia de herpetofauna

Los resultados del estudio de abundancias para la herpetofauna se muestran en la Tabla 3-21. Se registró la presencia de la lagartija de Constanza (*Liolaemus constanzae*) en siete de los 17 transectos realizados en los cuatro sectores de estudio (más un registro fuera de transecto), concentrándose en los hábitats de Rica-rica Pingo-pingo, Brea Cachiyuyo y ocasionalmente en Pajonal. En general las abundancias de la lagartija de Constanza, se mantienen o disminuyen con respecto al año anterior; se observó entre uno y cuatro animales por transecto, con promedios que variaron entre 0,33 y 1,33 individuos.

En el caso de la lagartija de Fabián (*Liolaemus fabiani)* se registró en tres transectos (más uno fuera de transecto) en hábitats de pajonal y marginal de salar. En general la presencia de esta especie se encuentra asociada al borde de los cuerpos de agua (lagunas) y/o a las costras salinas cercanas al agua. La abundancia para el monitoreo del 2012 indica un aumentó y varió entre 0,66 y 2 individuos en promedio, con uno a seis ejemplares por transecto. Esta especie se observa con frecuencia en el área de visitantes de la Reserva Nacional Los Flamencos, en el sendero de interpretación.

TABLA 3-21 ABUNDANCIAS DE REPTILES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006 A 2012

SECTOR	TRANSECTO	HÁBITAT	ESPECIES OBSERVADAS	ABUNDANCIA (*)						
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Vega de Carvajal	1	Rica rica Pingo pingo	*Liolaemus constanzae*	-	1	-	0,33	-	0,33	0,66
	2	Brea – Cachiyuyo	*Liolaemus constanzae*	-	0,66	-	-	0,33	-	
	3	Pajonal	*Liolaemus constanzae*	0,66		-	-	-	-	
			Liolaemus fabiani	-	1,66	1,33	-	-	0,66	2
	4	Salar	*Liolaemus fabiani*	0,33		2,33	1	-	0,66	0,66
Cruce Camar	5	Rica rica – Pingo pingo	*Liolaemus constanzae*	-	0,66	-	1	0,33	2,33	1,33
	6	Brea – Cachiyuyo	*Liolaemus constanzae*	-		0,66	0,66	1	1	1
			Liolaemus fabiani							(**)
	7	Pajonal	*Liolaemus constanzae*	0,66		0,33	-	-	-	(**)
			Liolaemus fabiani						0,33	0,66
	8	Salar	*Liolaemus fabiani*	0,33	0,33	-	-	-	3	-

TABLA 3-21 ABUNDANCIAS DE REPTILES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006 A 2012

SECTOR	TRANSECTO	HÁBITAT	ESPECIES OBSERVADAS	ABUNDANCIA (*)						
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Aguas de Quelana	9	Rica rica – Pingo pingo	*Liolaemus constanzae*	-	0,33	-	0,66	0,33	0,66	0,66
	10	Brea – Cachiyuyo	*Liolaemus constanzae*	-	0,66	0,66		-	0,66	-
	11	Pajonal	*Liolaemus constanzae*	0,33		-		-	-	-
			Liolaemus fabiani	-	0,33	0,33		-	0,33	-
	12	Salar	*Liolaemus fabiani*	2,33	0,33	3		-	2	4
Cruce SQM	13	Rica rica – Pingo pingo	*Liolaemus constanzae*	-	0,33	-	0,33	-	-	0,66
			Liolaemus fabiani	-	-	-	-	-	-	0,33
	14	Brea – Cachiyuyo	*Liolaemus constanzae*	-	1	-	-	-	1,66	0,33
	15	Pajonal	*Liolaemus constanzae*	-	0,33	-	-	1	1	0,66
			Liolaemus fabiani						0,33	0,66
	16	Salar	*Liolaemus fabiani*	-	1,66	-	1,33	0,33	0,33	0,33
Laguna Interna	17	Salar	*Liolaemus fabiani*	2,66	1,33	-	0,33	-	-	-

(*) Número promedio de ejemplares registrados en tres transectos de 300 m. (**) al menos un ejemplar registrado fuera del tiempo de recorrido (fuera de transecto).

3.3.2.2 Abundancias de avifauna

A continuación se detallan los resultados del estudio de abundancia de aves terrestres y aves acuáticas.

b. Abundancia de aves terrestres

Tal como se observa en la Tabla 3-22, las abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama son bajas en todas los años estudiados, llegando a cero en abril de 2008 (no se observó ningún ejemplar en los numerosos transectos). En esta campaña, la frecuencia de aves terrestres sigue siendo baja, sólo en tres de los 17 transectos realizados hubo avistamientos (más dos especies observadas fuera de transecto). Se registró tres especies dentro de los transectos, el chorlo puna (*Charadrius alticola*) y el playero de Baird (*Calidris bairdii*) en hábitat marginal de Salar (por presencia de pozas de agua cercanas) y el bailarín chico (*Anthus correndera*) en hábitat de Rica rica – Pingo pingo. Fuera de censo se registró un mero de Tarapacá (*Agriornis microptera*), una dormilona chica (*Muscisaxicola maculirostris*) y un aguilucho (*Buteo polyosoma*) todos en hábitat de Brea Cachiyuyo.

Las abundancias medias variaron entre 0,33 y 1,33 individuos, con uno a dos ejemplares por transecto. En el hábitat marginal del Salar de Atacama en los tres sectores estudiados (Vega de Carvajal, Aguas de Quelana y Cruce Camar) no se registran aves terrestres, con

excepción de un aguilucho fuera de transecto en 2012. En el área de la Laguna Interna no se ha registrado aves terrestres desde el año 2006.

TABLA 3-22 ABUNDANCIAS DE AVES TERRESTRES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006 A 2012

SECTOR	TRANSECTO	HÁBITAT	ESPECIES OBSERVADAS	ABUNDANCIA (*)						
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Vega de Carvajal	1	Rica rica – Pingo pingo	*Buteo polysoma*					(**)		
			Metropelia aymara				0,33			
			No se observó especies	+	+	+			+	+
	2	Brea – Cachiyuyo	*Muscisaxicola maculirostris*			(**)				
			Anthus correndera	1,33						
			No se observó especies		+		+		+	+
	3	Pajonal	*Muscisaxicola maculirostris*		0,33		(**)			
			Asthenes modesta				(**)			
			Buteo polysoma					0,33		
			Anthus correndera					0,33		
			No se observó especies	+		+			+	+
	4	Marginal de Salar	No se observó especies	+	+	+	+	+	+	+
Cruce Camar	5	Rica rica – Pingo pingo	*Agriornis montana*							
			Buteo polyosoma				(**)			
			Muscisaxicola maculirostris					0,33		
			No se observó especies		+	+			+	+
	6	Brea – Cachiyuyo	*Agriornis microptera*				1	0,66	0,33	(**)
			Buteo polyosoma			(**)				
			Muscisaxicola maculirostris						1,33	
	7	Pajonal	*Anthus correndera*	-	0,33	-	-	-	0,33	+
	8	Marginal de Salar	No se observó especies	+	+	+	+	+	+	+
Aguas de Quelana	9	Rica rica – Pingo pingo	*Buteo polyosoma*							(**)
			Phalcoboenus megalopterus		0,33					
			Muscisaxicola frontalis		0,33					
			Leptasthenura aegithaloides		0,33					
	10	Brea – Cachiyuyo	*Muscisaxicola flavinucha*	0,33						
			Muscisaxicola maculirostris			(**)			0,33	
			Pygochelidon cyanoleuca							
			Hirundo rustica			(**)				
			Leptasthenura aegithaloides						0,33	
			Zonotrichia capensis				0,33			

TABLA 3-22 ABUNDANCIAS DE AVES TERRESTRES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006 A 2012

SECTOR	TRANSECTO	HÁBITAT	ESPECIES OBSERVADAS	ABUNDANCIA (*)						
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
			No se observó especies		+			+		+
	11	Pajonal	*Phalcoboenus megalopterus*				(**)			
			Zonotrichia capensis				(**)			
			No se observó especies	+	+	+		+	+	+
	12	Marginal de Salar	Charadrius alticola							3
			No se observó especies	+	+	+	+	+	+	+
Cruce SQM	13	Rica rica – Pingo pingo	*Phalcoboenus megalopterus*			(**)				
			Leptasthenura aegithaloides					0,33		
			Geositta cunicularia							
			Sicalis auriventris	(**)						
			Anthus correndera							0,33
			No se observó especies		+		+		+	
	14	Brea – Cachiyuyo	*Buteo polyosoma*					(**)		(**)
			Muscisaxicola maculirostris				0,66	0,33		(**)
			No se observó especies						+	
	15	Pajonal	No se observó especies	+	+	+	+	+	+	+
	16	Marginal de Salar	*Buteo polyosoma*						(**)	
			Charadrius alticola							1
			Calidris bairdii							3
			No se observó especies	+	+	+				
Laguna Interna	17	Salar	*Lessonia oreas*	0,33						

(*) Número promedio de ejemplares registrados en tres transectos de 300 m.
(**) al menos un ejemplar registrado fuera del tiempo de recorrido (fuera de censo)

c. Abundancia de aves acuáticas

A continuación se presentan los resultados generales obtenidos durante las campañas de monitoreo realizadas en abril de cada año entre el 2006 y el 2012 (siete años). En la Sección b.2.1 se analizan las abundancias de este grupo de fauna para toda el área de estudio, y posteriormente en las Secciones b.2.2 a b.2.4 se analizan las abundancias para los sistemas lacustres Soncor (que incluye las lagunas Chaxa, Puilar, Barros Negros y Canal Burro Muerto), Aguas de Quelana y Peine (que incluye las lagunas Salada, Saladita e Interna).

b.1 Abundancias de aves acuáticas en el Borde Este del Salar de Atacama

La Tabla 3-23 expone los resultados del censo de aves acuáticas correspondiente a las campañas del mes de abril desde 2006 a 2012. Del análisis de la Figura 3.4-2, se puede observar que durante la presente campaña (2012) se registró un total de 3.520 individuos de

14 especies, incluyendo dos paseriformes asociados a los cuerpos de agua, el colegial (*Lessonia oreas*) en los espacios abiertos con una película de agua y el bailarín chico (*Anthus correndera*) en la franja de vegetación (ej. juncal). En comparación con la situación registrada en abril de 2011 se observa que el número de especies se mantiene (en 14 especies) y hay un aumento en el número de individuos (de 2.294 a 3.520). La parina grande o flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) con 1.113 individuos (más los pollos registrados), es la especie más abundante, le siguen la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) con 389 individuos, el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) con 269, el pollito de mar tricolor (*Phalaropus tricolor*) con 179, el caití con 170 y el playero de Baird (*Calidris bairdii*) con 117, el playero y pollito de mar son migrantes boreales (proveniente del hemisferio norte). Las especies acuáticas más escasas fueron la gaviota andina (*Larus serranus*) con dos ejemplares y el Pitotoy chico (*Tringa flavipes*) con solo un individuo.

La mayor riqueza de especies se sigue presentando en Aguas de Quelana con 11 taxa (dos de ellos paseriformes) y la menor riqueza se sigue dando en la laguna Interna, donde se observaron sólo tres especies y 10 individuos, le sigue la laguna Saladita con cinco especies y 62 individuos. Las especies más frecuentes fueron las tres especies de flamencos, que están presentes en casi todos los sectores monitoreados, les siguen el caití (*Recurvirostra andina*) y el chorlo puna (*Charadrius alticola*) registrados en siete humedales, y el playero de Baird (*Calidris bairdii*) que fue registrado en seis. Por otra parte los dos paseriformes, el colegial (*Lessonia oreas*) y el bailarín chico (*Anthus correndera*), sólo se observaron en Aguas de Quelana.

TABLA 3-23 ABUNDANCIA DE AVES ACUÁTICAS EN EL SALAR DE ATACAMA
CAMPAÑAS 2006 A 2012

Especies	Puilar							Chaxa							Barros Negros							Burro Muerto						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**
Phoenicopterus chilensis	149	65	15	36	30	78	**28**	125	159	209		135	213	**126**	191				93	23	**7**	54	91	37	35	101	75	**35**
Phoenicoparrus andinus	809	227	346	151	51	221	**538**	219	115	202	97	98	53	**69**	377				7	14		124	57	46	52	28	33	**21**
Phoenicoparrus jamesi		194	51	54	93	113	**66**		179	179	79	148	27	**166**							**1**		41	28	60	57	5	**11**
Pollos de flamencos		400	420				**970**			86	1			**37**							**111**							
Flamencos no determinados				98								60			5		58								25			**10**
Lophonetta specularioides												5	2						2							2		
Anas flavirostris oxyptera																												
Anas cyanoptera																												
Pluvialis dominica																												
Charadrius alticola	6		4		8				9	11	4	8	6	**4**	3				9	23	**4**	47	29	17	7	10	4	**28**
Recurvirostra andina		11	16	14	11	21	**13**	36	2	14	40	24	30	**45**	31				7	7	**11**	117	30	13	25	34	55	**51**
Tringa melanoleuca			16		3	15					120		12	**2**														
Tringa flavipes															7						**1**							
Calidris bairdii	25		115		17	25		57	18	21	27	12	19	**13**	8				18	38	**2**	42	87	53	79	82	96	**38**
Calidris melanotos		70						18		9											**1**	3						
Phalaropus tricolor		18	39				**140**	170	241	54	128	121	239	**39**											3		24		
Larus serranus		1	3						1			2	6		2									4				
Lessonia oreas					1																							
Anthus correndera																												
Pygochelidon cyanoleuca																				1								
Hirundo rustica																												
N° de especies	4	7	9	4	8	6	**6**	6	8	8	7	9	10	**9**	7	1	0	1	6	6	**8**	6	6	7	7	7	7	**7**
N° de individuos	989	586	1.025	353	214	473	**1755**	625	724	785	496	553	667	**501**	619	5	0	58	136	106	**138**	387	335	198	286	314	292	**194**

Especies	Aguas de Quelana							Salada							Saladita							Interna						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**
Phoenicopterus chilensis	82	23	17	53	41	41	**30**	108	39	24	54	36	35	**40**	23	12	4	25	16	17	**3**	30	6	8	8	7	9	
Phoenicoparrus andinus	301	73	49	100	106	76	**142**	271	158	206	157	253	138	**333**		71	12	29	55	9	**10**		21	18	32	12	-	
Phoenicoparrus jamesi		11	14	3	11	20	**5**	162	95	124	85	35	125	**95**	22	64	21	43	79	44	**45**		48	56	17	34	32	
Pollos de flamencos									16					**4**		75	57											
Flamencos no determinados				30					31																			
Lophonetta specularioides	9	7	4	14	7	6	**6**		3			2		**7**	4													
Anas flavirostris oxyptera		1	8	2	4					1																		
Anas cyanoptera				2	5																							
Pluvialis dominica				2																								
Charadrius alticola	53	89	60	103	42	73	**45**	2			3		2	**2**			4				**2**	17	3	1				**3**
Recurvirostra andina	69	40	32	49	41	24	**35**	17	13	20	14	12	6	**13**	7						**2**	9						
Tringa melanoleuca		7	4	9	1	1	**3**																			1	2	
Tringa flavipes	3																											
Calidris bairdii	53	54	50	98	56	40	**57**	10		2		2		**2**					2			27	8		1	3		**5**
Calidris melanotos	6		9			4	**7**		27													4						
Phalaropus tricolor									18	2	54				8	7								1	1			
Larus serranus	2		1	2	1	2		5	1			3	1		2				1			2						**2**
Lessonia oreas	24	8	6	11	11	18	**4**																					
Anthus correndera	10	41	14	30	31	33	**30**																					
Pygochelidon cyanoleuca		2																										
Hirundo rustica	20							2							4													
N° de especies	12	12	13	14	13	12	**11**	8	8	7	6	7	6	**8**	7	4	4	3	5	3	**5**	6	5	5	6	5	2	**3**
N° de individuos	632	356	268	508	356	338	**364**	577	401	379	367	343	307	**496**	70	229	98	97	153	70	**62**	89	86	84	60	58	41	**10**

TABLA 3-24 ABUNDANCIA DE AVES ACUÁTICAS EN EL SALAR DE ATACAMA CAMPAÑAS 2006 A 2012 (CONTINUACIÓN). TOTAL POR ESPECIE.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**
Phoenicopterus chilensis	762	395	314	211	459	491	**269**
Phoenicoparrus andinus	2101	722	879	618	610	544	**1113**
Phoenicoparrus jamesi	184	632	473	341	457	366	**389**
Pollos de flamencos		91	563	1			**1122**
Flamencos no determinados		41		211		60	**10**
Lophonetta specularioides	13	10	4	14	18	8	**13**
Anas flavirostris oxyptera		1	9	2	4		
Anas cyanoptera				2	5		
Pluvialis dominica				2			
Charadrius alticola	128	130	97	117	77	108	**88**
Recurvirostra andina	286	96	95	142	129	143	**170**
Tringa melanoleuca		7	20	130	6	28	**5**
Tringa flavipes	10						**1**
Calidris bairdii	222	167	241	205	192	218	**117**
Calidris melanotos	31	97	18			4	**8**
Phalaropus tricolor	178	284	96	186	121	263	**179**
Larus serranus	13	3	8	2	7	9	**2**
Lessonia oreas	24	8	6	11	12	18	**4**
Anthus correndera	10	41	14	30	31	33	**30**
Pygochelidon cyanoleuca		2				1	
Hirundo rustica	26						
N° de especies	14	15	14	15	14	14	**14**
N° de individuos	3.988	2.722	2.837	2.225	2.128	2.294	**3.520**

b.2 Abundancia de aves acuáticas en el Sistema Lacustre Soncor

A pesar de la cercanía entre las diferentes lagunas que conforman el sistema lacustre Soncor, la riqueza de especies varía según la localidad, en Chaxa se registraron nueve especies en Barros Negros y en Burro Muerto se observaron siete especies, mientras que en Puilar seis especies.

La Tabla 3-25, la Figura 3.3-1, la Figura 3.3-2, la Figura 3.3-3 y la Figura 3.3-4 presentan el número de flamencos censados en las lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto durante las campañas de monitoreo de abril desde 2006 a 2012.

Con respecto a las abundancias registradas en esta temporada, estas también varian en las diferentes lagunas de este sistema, Puilar es el lugar con mayor abundancia, con 1602 ejemplares y el canal Burro Muerto con 77 aves tiene la menor abundancia. La especie más abundante fue el flamenco andino con 628 individuos (más la mayoría de los pollos registrados en este sector) seguido por la parina chica con 244 especies.

En relación con los censos de abril de años anteriores, la riqueza de especies del sistema general se mantiene dentro de los rangos de variación. En cuanto al número de individuos, en el 2012 hay un aumento del flamenco andino en Puilar y disminuyen la presencia de las parinas chicas y flamencos chilenos; mientras que en Chaxa aumentan las parinas grande y chica y disminuyen los flamencos chilenos; en Barros Negros hay pocas aves, a excepción de 111 pollos de parina grande y en Burro Muerto hay un leve aumento de la parina chica y disminuyen el flamenco andino y el flamenco chileno.

La Tabla 3-26 expone los censos realizados sobre la avifauna acuática menor durante las campañas de abril desde 2006 a 2012. En esta temporada se registró 392 individuos de siete especies, siendo las más abundantes el pollito de mar tricolor (*Phalaropus tricolor*) y el caití (*Recurvirostra andina*).

TABLA 3-25 ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAS LAGUNAS PUILAR, CHAXA, BARROS NEGROS Y CANAL BURRO MUERTO CAMPAÑAS 2006 A 2012

ESPECIES	LAGUNA PUILAR							LAGUNA CHAXA							LAGUNA BARROS NEGROS							CANAL BURRO MUERTO							TOTAL SISTEMA SONCOR						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**
Phoenicopterus chilensis	149	65	15	36	30	78	**28**	125	159	209	-	135	213	**126**	191	-	-	-	93	23	**7**	54	91	37	35	101	75	**35**	519	315	261	71	359	389	**196**
Phoenicoparrus andinus	809	227	346	151	51	221	**538**	219	115	202	97	98	53	**69**	377	-	-	-	7	14		124	57	46	52	28	33	**21**	1.529	399	594	300	184	321	**628**
Phoenicoparrus jamesi	-	194	51	54	93	113	**66**	-	179	179	79	148	27	**166**	-	-	-	-	-	-	**1**	-	41	28	60	57	5	**11**	-	414	258	193	298	145	**244**
Pollos de flamencos	-	400	420	-	-	-	**970**	-	-	86	1	-	-	**37**	-	-	-	-	-	-	**111**	-	-	-	-	-	-		-	400	506	1	-	-	**1118**
Flamencos no determinados	-	-	-	98	-	-		-	-	-	-	-	-		-	5	-	58	-	-		-	-	-	25	-	-	**10**	-	5	-	181	-	-	**10**
Total	**958**	**886**	**832**	**339**	**174**	**412**	**1602**	**344**	**453**	**676**	**177**	381	**293**	**398**	**568**	**5**	**-**	**58**	100	**37**	**119**	**178**	**189**	**111**	**172**	186	**113**	**77**	**2.048**	**1.533**	**1.619**	**746**	841	**855**	**2196**

TABLA 3-26 ABUNDANCIA DE OTRAS ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS EN LAS LAGUNAS PUILAR, CHAXA, BARROS NEGROS Y CANAL BURRO MUERTO CAMPAÑAS 2006 A 2012

ESPECIES	LAGUNA PUILAR							LAGUNA CHAXA							LAGUNA BARROS NEGROS							CANAL BURRO MUERTO							TOTAL SISTEMA SONCOR						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**
Lophonetta specularioides	**-**	**-**	**-**	**-**	-	-		**-**	**-**	**-**	**-**	5	-		**-**	**-**	**-**	**-**	2	-		**-**	**-**	**-**	**-**	2	-		**-**	**-**	**-**	**-**	9	-	**-**
Charadrius alticola	6	-	4	-	8	-		-	9	11	4	8	6	**4**	3	-	-	-	9	23	**4**	47	29	17	7	10	4	**28**	56	38	32	11	35	33	**36**
Recurvirostra andina	-	11	16	14	11	21	**13**	36	2	14	40	24	30	**45**	31	-	-	-	7	7	**11**	117	30	13	25	34	55	**51**	184	43	43	79	76	113	**120**
Tringa melanoleuca	-	-	16	-	3	15		-	-	-	120	-	12	**2**	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	16	120	3	27	**2**
Tringa flavipes	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		7	-	-	-	-	-	**1**	-	-	-	-	-	-		7	-	-	-	-	-	**1**
Calidris bairdii	25	-	115	-	17	25		57	18	21	27	12	19	**13**	8	-	-	-	18	38	**2**	42	87	53	79	82	96	**38**	132	105	189	106	129	178	**53**
Calidris melanotos	-	70	-	-	-	-		18	-	9	-	-	-		-	-	-	-	-	-	**1**	3	-	-	-	-	-		21	70	9	-	-	-	**1**
Phalaropus tricolor	-	18	39	-	-	-	**140**	170	241	54	128	121	239	**39**	-	-	-	-	-	-		-	-	-	3	-	24		170	259	93	131	**121**	263	***179***
Larus serranus	-	1	3	-	-	-		-	1	-	-	2	6		2	-	-	-	**-**	-		-	-	4	-	**-**	-		2	2	7	-	**2**	6	
Lessonia oreas	**-**	**-**	**-**	**-**	1	-		**-**	**-**	**-**	**-**	-	-		**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	-		**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	-		**-**	**-**	**-**	**-**	**1**	-	
Total	**31**	**100**	**193**	**14**	**40**	**61**	**153**	**281**	**271**	**109**	**319**	**172**	**306**	**103**	**51**	**-**	**-**	**-**	**36**	**68**	**19**	**209**	**146**	**87**	**114**	**128**	**179**	**117**	**572**	**517**	**389**	**447**	**376**	**620**	**392**

FIGURA 3.3-1 ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA PUILAR

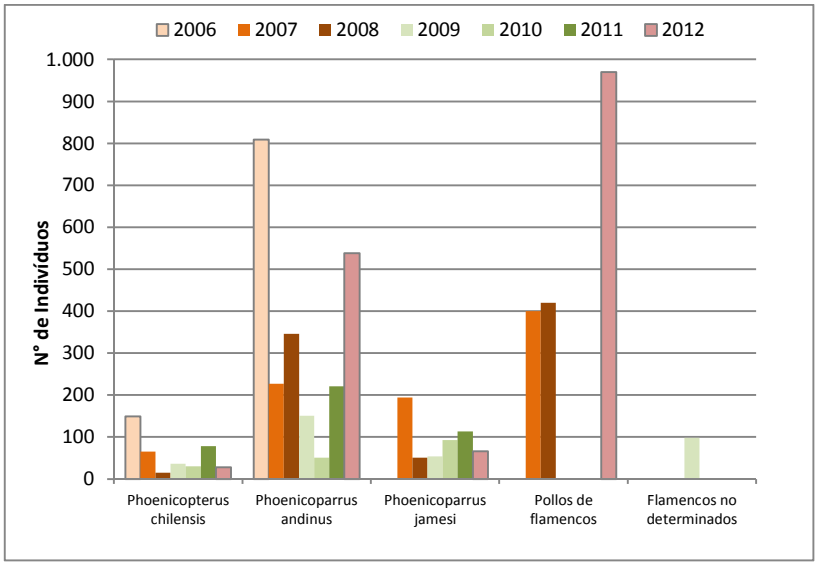


FIGURA 3.3-2 ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA CHAXA

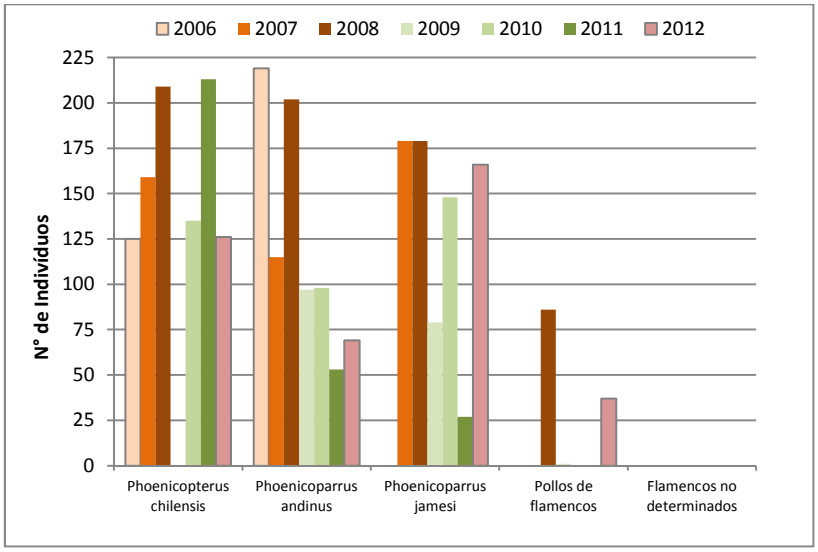


FIGURA 3.3-3 ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA BARROS NEGROS

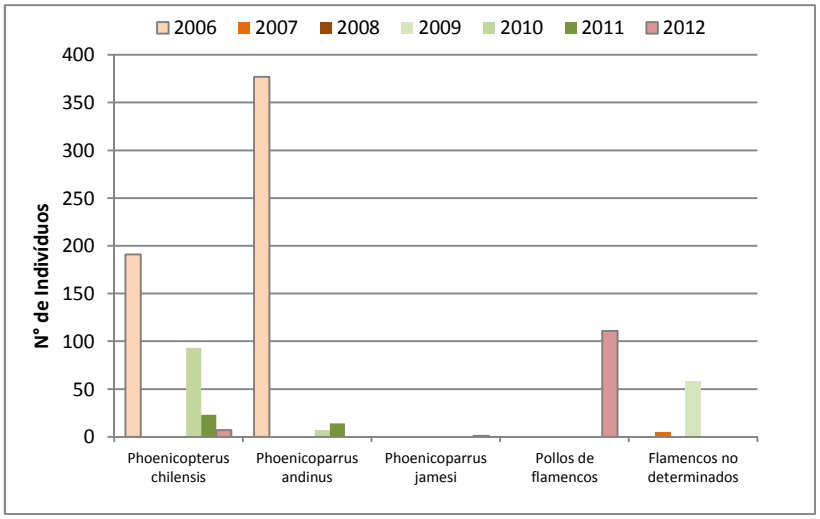
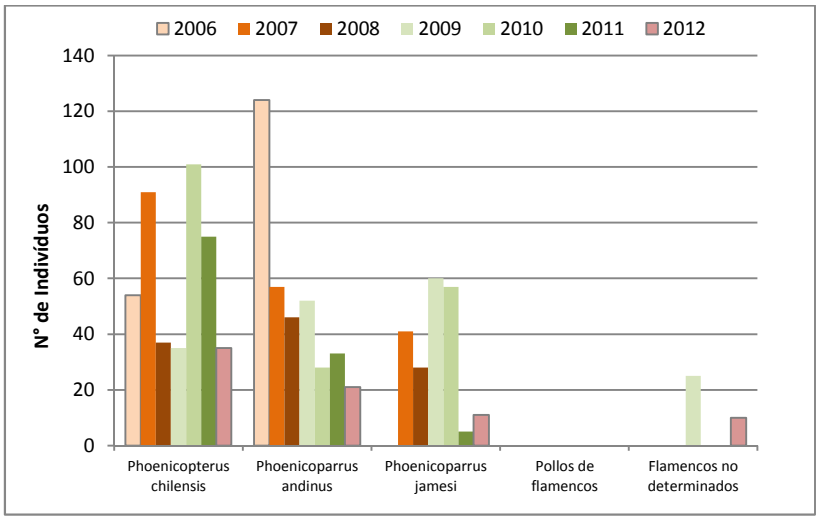


FIGURA 3.3-4 ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN CANAL BURRO MUERTO



b.3 Abundancias de aves acuáticas en el Sistema Lacustre Aguas de Quelana

Al igual que en campañas de años anteriores, en la presente campaña de monitoreo (2012), el sector de Aguas de Quelana presentó la mayor riqueza de especies con respecto a los otros sistemas lacustres, presentándose 11 taxa de un total de 14 registradas para los sistemas acuáticos del Borde Este del Salar de Atacama, sin embargo, el número de especies es menor que los registrados en los seguimientos anteriores el que ha sido hasta 14 taxa. Dos paseriformes, el colegial (*Lessonia oreas*) y el bailarín chico (*Anthus correndera*) solo se observaron en este sector.

La riqueza de especies de este sistema lacustre se relaciona con la diversidad de ambientes: lagunas salobres, afloramientos de agua menos salobre y presencia de vegetación en torno a las lagunas, la que proporciona alimento y refugio a algunas especies, como los patos y los paseriformes (Ej. colegial y bailarín chico).

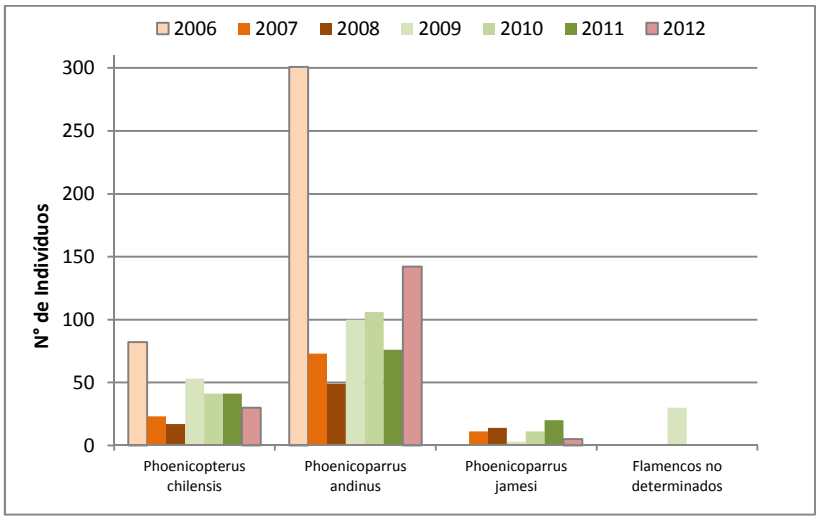
En la Tabla 3-27 y Figura 3.3-5 se presenta el número de flamencos censados en el Sistema Lacustre Aguas de Quelana durante las campañas de abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008, abril de 2009, abril de 2010, abril de 2011 y abril de 2012.

TABLA 3-27 ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN SISTEMA LACUSTRE AGUAS DE QUELANA CAMPAÑA ABRIL 2006 A 2012

ESPECIE	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Phoenicopterus chilensis	82	23	17	53	41	41	**30**
Phoenicoparrus andinus	301	73	49	100	106	76	**142**
Phoenicoparrus jamesi	-	11	14	3	11	20	**5**
Flamencos no determinados	-	-	-	30	-	-	
Total	**383**	**107**	**80**	**186**	**158**	**137**	**177**

Respecto a los flamencos presentes en el sistema Aguas de Quelana, se registró un total de 177 individuos, un número mayor que el año anterior. Es posible afirmar que la Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) presenta la mayor abundancia de ejemplares, con 142 individuos, seguida por el Flamenco chileno (*Phoeinicopterus chilensis*), con 30 individuos, y la Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), con solo cinco individuos.

FIGURA 3.3-5 ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN EL SISTEMA LACUSTRE AGUAS DE QUELANA



La Tabla 3-28 expone los censos realizados sobre la avifauna acuática menor durante las campañas de abril desde 2006 a 2012. En este monitoreo se contabilizó ocho taxa con un total de 187 aves, este valor es levemente más bajo que el registrado el año 2011.

TABLA 3-28 ABUNDANCIA DE OTRAS ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS EN SISTEMA LACUSTRE AGUAS DE QUELANA. CAMPAÑAS 2006 A 2012

ESPECIE	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Lophonetta specularioides	9	7	4	14	**7**	**6**	**6**
Anas flavirostris oxyptera	-	1	8	2	**4**	**-**	
Anas cyanoptera	-	-	-	2	**5**	**-**	
Pluvialis dominica	-	-	-	2	**-**	**-**	
Charadrius alticola	53	89	60	103	**42**	**73**	**45**
Recurvirostra andina	69	40	32	49	**41**	**24**	**35**
Tringa melanoleuca	-	7	4	9	**1**	**1**	**3**
Calidris bairdii	53	54	50	98	**56**	**40**	**57**
Calidris melanotos	6	-	9	-	**-**	**4**	**7**
Larus serranus	2	-	1	2	**1**	**2**	
Lessonia oreas	24	8	6	11	**11**	**18**	**4**

TABLA 3-28 ABUNDANCIA DE OTRAS ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS EN SISTEMA LACUSTRE AGUAS DE QUELANA. CAMPAÑAS 2006 A 2012

ESPECIE	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anthus correndera	10	41	14	30	**31**	**33**	**30**
Pygochelidon cyanoleuca	-	2	-	-	**-**		
Hirundo rustica	20	-	-	-	**-**		
TOTAL	**246**	**249**	**189**	**322**	**199**	**201**	**187**

La especie más abundante registrada durante la presente temporada fue el el Playero de Baird (*Calidris bairdii*) con 57 ejemplares, seguido por el Chorlo de la puna (*Charadrius alticola*) con 45 ejemplares y el Bailarín chico (*Anthus correndera*) con 30 ejemplares. En general, se observó una cantidad de ejemplares similar a lo registrado en años anteriores.

b.4 Abundancias de aves acuáticas en el Sistema Lacustre Peine

En el sistema Lacustre Peine (Lagunas Salada, Saladita e Interna) la mayor riqueza de especies se registró en la laguna Salada con siete especies, mientras que en Saladita se observaron cinco especies y en laguna Interna se registró tres especies. Con respecto al año anterior, en la presente campaña (abril de 2012), la riqueza de especies aumentó en las tres lagunas.

Considerando el conjunto de las tres lagunas, las especies más abundantes son los flamencos: la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) con 343 ejemplares, la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) con 140 ejemplares y el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) con 43 ejemplares. En la presente campaña, al igual que la anterior, se observaron algunos pollos de flamenco (cuatro), dado que eran volantones pueden haber llegado desde otro sector.

La Tabla 3-29, Figura 3.3-6, Figura 3.3-7 y Figura 3.3-8 presentan el número de flamencos censados en las lagunas Salada, Saladita e Interna, respectivamente durante las campañas de abril desde el año 2006 hasta el 2012.

La Tabla 3-20 presenta los censos realizados sobre la avifauna acuática durante las campañas de abril desde 2006 a 2012. En este año se registró 38 individuos de 5 especies. La mayor abundancia la presentó el caití (Recurvirostra andina) con 15 ejemplares, le siguen el pato juarjual (Lophonetta specularioides), el chorlo puna (Charadrius alticola) y el playero de Baird (Calidris bairdii) con siete ejemplares cada uno (Tabla 3-29)

En la presente campaña (abril de 2012) se observó un aumento en el número de individuos de avifauna menor en el sistema lacustre Peine, respecto a la campaña anterior, pero los números son bajos en comparación con otros años (ej. 2006, 2007).

TABLA 3-29 ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAS LAGUNAS SALADA, SALADITA E INTERNA. CAMPAÑAS 2006 A 2012

ESPECIE	LAGUNA SALADA							LAGUNA SALADITA							LAGUNA INTERNA							TOTAL SISTEMA PEINE						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**
Phoenicopterus chilensis	108	39	24	54	36	35	**40**	23	12	4	25	16	17	**3**	30	6	8	8	7	9		161	57	36	87	59	61	**43**
Phoenicoparrus andinus	271	158	206	157	253	138	**333**	-	71	12	29	55	9	**10**	-	21	18	32	12	-		271	250	236	218	320	147	**343**
Phoenicoparrus jamesi	162	95	124	85	35	125	**95**	22	64	21	43	79	44	**45**	-	48	56	17	34	32		184	207	201	145	148	201	**140**
Pollos de flamencos	-	16	-	-	-	-	**4**	-	75	57	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	91	57	-	-	-	**4**
Flamencos no determinados	-	31	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	31	-	-	-	-	
Total	**541**	**339**	**354**	**296**	**324**	**298**	**472**	**45**	**222**	**94**	**97**	**150**	**70**	**58**	**30**	**75**	**82**	**57**	**53**	**41**	**-**	**616**	**636**	**530**	**450**	**527**	**409**	**530**

TABLA 3-30 ABUNDANCIA DE OTRAS ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS EN LAS LAGUNAS SALADA, SALADITA E INTERNA. CAMPAÑAS 2006 A 2012

ESPECIE	LAGUNA SALADA							LAGUNA SALADITA							LAGUNA INTERNA							TOTAL SISTEMA PEINE						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**	2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**
Lophonetta specularioides	-	3	-	-	2	-	**7**	4	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	-	-	**-**	4	3	-	-	2	-	**7**
Anas flavirostris oxyptera	-	-	1	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	1	-	-	-	**-**
Charadrius alticola	2	-	-	3	-	2	**2**	-	-	4	-	-	-	**2**	17	3	1	-	-	-	**3**	19	3	5	3	-	2	**7**
Recurvirostra andina	17	13	20	14	12	6	**13**	7	-	-	-	-	-	**2**	9	-	-	-	-	-	**-**	33	13	20	14	12	6	**15**
Tringa melanoleuca	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	1	2	-		-	-	-	1	2	-	
Calidris bairdii	10	-	2	-	2	-	**2**	-	-	-	-	2	-	**-**	27	8	-	1	3	-	**5**	37	8	2	1	7	-	**7**
Calidris melanotos	-	27	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		4	-	-		-	-		4	27	-	-	-	-	
Phalaropus tricolor	-	18	2	54	-	-		8	7	-	-	-	-		-	-	1	1	-	-		8	25	3	55	-	-	
Larus serranus	5	1	-	-	3	1		2	-	-	-	1	-		2	-	-	-	-	-	**2**	9	1	-	-	4	1	**2**
Hirundo rustica	2	-	-	-	-	-		4	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		6	-	-	-	-	-	**-**
Total	**36**	**62**	**25**	**71**	**19**	**9**	**24**	**25**	**7**	**4**	**-**	**3**	**0**	**4**	**59**	**11**	**2**	**3**	**5**	**0**	**10**	**120**	**80**	**31**	**74**	**27**	**9**	**38**

FIGURA 3.3-6 ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA SALADA

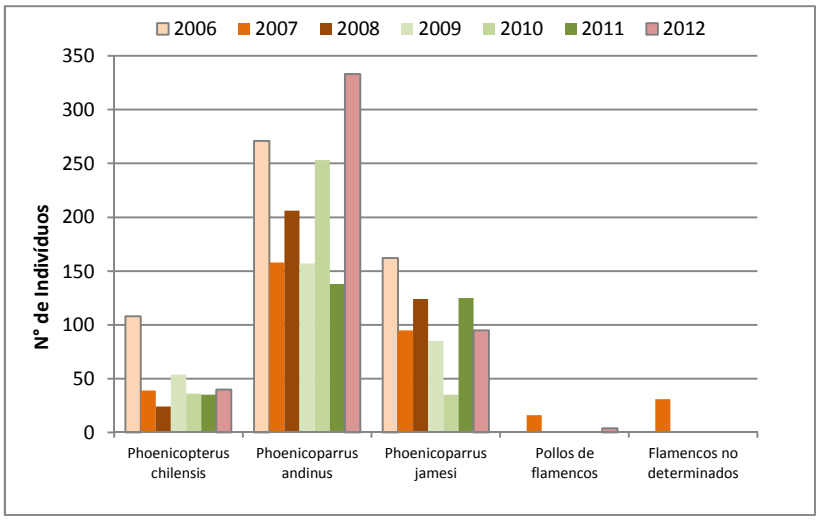


FIGURA 3.3-7 ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA SALADITA

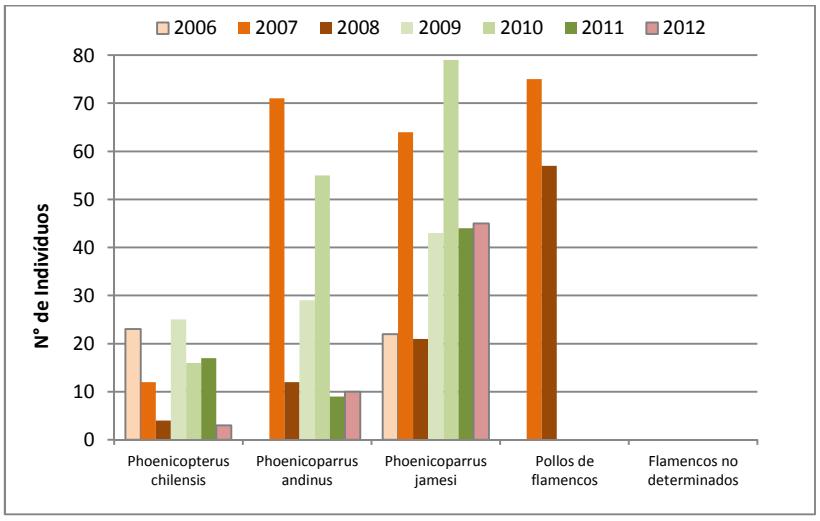
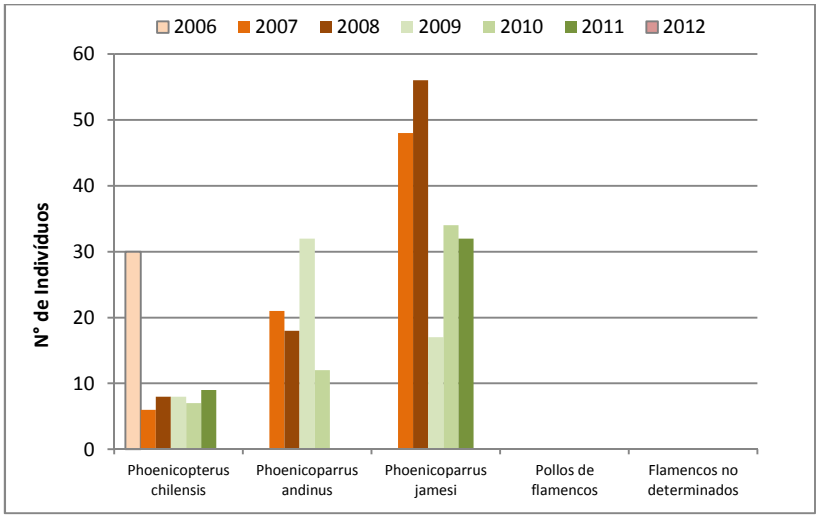


FIGURA 3.3-8 ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA INTERNA



3.3.2.3 Abundancias de mamíferos

La Tabla 3-31 presenta los resultados de los trampeos de micro mamíferos para las campañas de abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008, abril de 2009, abril de 2010, abril 2011 y abril de 2012, donde resalta la heterogeneidad de la riqueza y abundancia en relación con los hábitats y sectores muestreados.

En Vegas de Carvajal, en la presente campaña (abril de 2012) hubo capturas en dos de los tres hábitats muestreados y se registró tres especies con una abundancia que varió entre 0,66 y 1,33 individuos. En este sector, en hábitat de Rica rica - Pingo pingo se capturó la lauchita sedosa (*Eligmodontia puerulus*) y el lauchón orejudo (*Phyllotis xanthopygus*), con un índice de abundancia promedio de 1,33 y 0,66 individuos respectivamente. En el hábitat de Pajonal se capturó sólo la lauchita andina (*Abrothrix andinus*) con un índice de 1 individuo. En el ambiente de Brea-Cachiyuyo de Vega de Carvajal, este año tampoco hubo capturas (no las hay desde 2008).

En el sector de Aguas de Quelana hubo capturas en los tres hábitats muestreados y se registró dos especies con una abundancia que varió entre 0,33 y 2 individuos. En hábitat de Rica rica Pingo pingo se capturó dos especies, la lauchita sedosa con 2 individuos y el lauchón orejudo con 0,33; en Brea- Cachiyuyo se capturó dos especies, el lauchón orejudo (*Phyllotis xanthopygus*) y la lauchita andina (*Abrothrix andinus*), con índices de abundancia promedio de 1,66 y 0,33 individuos respectivamente. En hábitat de Pajonal se capturó el lauchón orejudo (*Phyllotis xanthopygus*) con una abundancia de 1 individuo promedio.

En relación con el estudio de macro-mamíferos solo se ha registrado la presencia y determinado abundancias del zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*). Este año se registró presencia de huellas en solo una de las cuatro estaciones olfativas instaladas para atraer zorros (Tabla 3-32), en Aguas de Quelana y en ambiente de borde de salar-pajonal. Como en

las campañas anteriores, también se evidencia la presencia del zorro culpeo *(Pseudalopex culpaeus)* a través de fecas observadas en distintos ambientes, este año se contaron siete fecas y se encontró una madriguera con restos de flamenco en el sector de Aguas de Quelana; resulta evidente que los individuos de esta especie presentan amplios ámbitos de hogar, estando activos en todo el borde este del Salar de Atacama.

TABLA 3-31 ABUNDANCIA DE MICROMAMÍFEROS EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006 A 2012

SECTOR	TRANSECTO	HÁBITAT	ESPECIES OBSERVADAS	ABUNDANCIA						
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	**2012**
Vega de Carvajal	1	Rica rica - Pingo pingo	*Eligmodontia puerulus*	1	0,33	3,66	5,33	3,66	1,66	**1,33**
			Phyllotis xanthopigus			0,33	-	-	0,33	**0,66**
	2	Brea – Cachiyuyo	*Abrothrix andinus*	0,33	-	-	-	-	-	**-**
			Eligmodontia puerulus			4,66	-	-	-	**-**
	3	Pajonal	*Eligmodontia puerulus*			1,33	-	-	-	**-**
			Abrothrix andinus	0,33	0,66	0,66	2,66	-	0,33	**1**
Aguas de Quelana	1	Rica rica - Pingo pingo	*Thylamys pallidior*	-	0,66	0,33	0,33	-	-	**-**
			Eligmodontia puerulus	-	3,33	2,66	1,66	0,33	-	**2**
			Phyllotis xanthopigus	-	0,66	-	-	-	-	**0,33**
	2	Brea – Cachiyuyo	*Thylamys pallidior*	-	0,66	-	0,33	-	0,33	**-**
			Phyllotis xanthopigus				0,66	-	0,33	**1,66**
			Abrothrix andinus					0,66	0,33	**0,33**
	3	Pajonal	*Phyllotis xanthopigus*	-	2,33	-	-	-	1,66	**1**
			Abrothrix andinus	-	-	-	-	-	0,33	**-**

TABLA 3-32 ÍNDICE DE VISITAS DE ZORRO CULPEO (*PSEUDALOPEX CULPAEUS*) A ESTACIONES OLFATIVAS. CAMPAÑAS 2007 A 2012

SECTOR	HÁBITAT	% VISITAS						OBSERVACIONES					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Vega de Carvajal	Rica rica-Pingo pingo	33	0	0	0	0	**0**				Sin visita	Sin visita	Sin visita
	Brea – Cachiyuyo	0	66	33	0	66	**0**	Visitada por *Phyllotis xanthopygus*	Sólo visitada por zorro	Sólo visitada por zorro	Sin visita	Visitada por zorro	Sin visita
Aguas de Quelana	Rica rica-Pingo pingo	33	33	0	0	33	**0**	Visitada por *Phalcoboenus megalopterus* y *Phyllotis xanthopygus*	Sólo visitada por zorro		Sin visita	Visitada por zorro	Visitada por insecto y roedor
	Borde de Salar-Pajonal	66	33	0	0	0	**66**		Sólo visitada por zorro.		Sin visita	Sin visita	Dos zorros en una visita

3.4 BIOTA ACUÁTICA

3.4.1 Medio abiótico y medición de clorofilas

3.4.1.1 Parámetros físico-Químicos in situ

d. Sector: Puilar

La Tabla 3-33 presenta los resultados obtenidos durante el monitoreo correspondiente a Abril de 2012. En ella, se entregan los valores de temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, conductividad específica y salinidad.

TABLA 3-33 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DETERMINADOS IN SITU SECTOR PUILAR-SISTEMA PUILAR. CAMPAÑA DE ABRIL 2012

CÓDIGO MUESTRA	HORA (HR:MM)	TEMPERATURA (°C)	PH	OXÍGENO DISUELTO (MG/L)	SATURACIÓN DE OXÍGENO (%)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (MS/CM)	SALINIDAD (G/L)
PU-1	16:05	27,2	8,70	6,3	64	27,3	17,1
PU-2	15:50	26,8	8,30	7,9	80	28,3	17,6
PU-3	16:28	27,3	8,70	4,0	45	28,2	17,8
PU-4	16:54	23,5	8,45	8,1	93	53,6	35,0
PU-5	17:13	27,8	8,58	6,8	70	67,1	48,0

Temperatura (°C):

La Tabla 3-33, contiene los valores de la temperatura de la columna de agua en la campaña de Abril de 2012. Los valores registrados oscilaron entre los 23,5°C y 27,8°C (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas) en las estaciones PU-5 (Puilar Laguna) y PU-1 (Puilar Vertiente), respectivamente. El valor promedio para esta variable fue de 26,5 °C +/- 1,73 °C (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En cuanto a la variación interanual de esta variable (Figura 3.4-1 A), se aprecia que la mediana de temperatura del agua del año 2012, fue mayor a las registradas en todo el período previo (años 2006 a 2011) para la misma fecha y hora de monitoreo. En cuanto a la dispersión de los valores, éstos se acumularon principalmente en el percentil 25%, distinto a lo registrado en la mayor parte de los años anteriores, donde los datos se distribuyeron de manera similar en ambos percentiles (25% y 75%). El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas para los valores temperatura del agua, variaron significativamente ($p < 0,05$) en el período de monitoreo (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas). Lo último, podría deberse al efecto que tienen los cambios en la actividad geotérmica, a los que están sujetas las aguas de surgencia que alimentan los humedales muestreados.

pH (Unidades de pH):

La Tabla 3-33, muestra los valores de pH de la columna de agua del Sistema Puilar, en la campaña de Abril de 2012. Al igual que en todas las campañas previas (2006-2011) se observan valores ligeramente alcalinos para la columna de agua, variando entre 8,30 y 8,70 unidades de pH (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas). En cuanto al valor promedio para la presente campaña, éste fue de 8,50 +/- 0,17 unidades de pH.

La Figura 3.4-1 B, presenta el análisis de variación interanual para este parámetro. Se observa que la mediana de la campaña 2012, fue ligeramente más alta que las del período 2007-2011 y muy semejante a lo medido en el año 2006. Por otra parte los datos se acumularon, mayoritariamente en el percentil 25%, de modo semejante a los registros de campañas previas (Figura 3.4-1 B).

El análisis de comparación de medianas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas), muestra que el pH no varió significativamente entre las campañas de monitoreo 2006-2012. Lo anterior evidencia que, pese a la fluctuación interanual observada, los valores se muestran conservados en el contexto histórico de las campañas realizadas a la fecha (Figura 3.4-1 B).

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de oxígeno disuelto en la columna de agua del Sistema Puilar, se presentan en la Tabla 3-33, en la cual se observa que este parámetro fluctuó entre 4,0 (PU-3) y 8,1 mg/L (PU-4), con un valor promedio de 6,8 +/- 1,65 mg/L (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas), entre todas las estaciones de monitoreo del sistema.

El comportamiento de esta variable respecto de los períodos anteriores de monitoreo (Figura 3.4-2 A), muestra que los valores de la presente campaña fueron ligeramente más altos que aquellos de las campaña 2011. Es más, en la gráfica se denota una tendencia de incremento de los valores de la mediana, entre 2009 y 2012 (Figura 3.4-2 A). Respecto del comportamiento de los datos, estos se acumularon de manera equitativa en ambos percentiles (25% y 75%), mientras que por otra parte mostraron un rango de variación mayor que en la mayoría de las campañas previas (excepto para el año 2008).

En cuanto al análisis de varianza, evaluada a través del estadístico Kruskal-Wallis, éste muestra que sí hubo diferencias interanuales significativas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas). Así, este parámetro, mostró una importante oscilación interanual, lo que puede verse influenciado por distintos factores, entre ellos, temperatura del agua, salinidad del agua y fenómenos climáticos de circulación mayor.

En cuanto a los valores de porcentaje de saturación de oxígeno (Tabla 3-33), éstos aumentaron en promedio respecto de la campaña previa, con un valor promedio en torno al 70%, lo que indicaría que los aportes de oxígeno a la columna de agua, por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema, también aumentó.

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de conductividad eléctrica de la columna de agua, para las estaciones de monitoreo del Sistema Puilar, se muestran en la Tabla 3-33. El rango de fluctuación de esta variable fue muy alto, entre 27,3 mS/cm (PU-1) y 67,1 mS/cm (PU-5), con un valor promedio de 40,9 +/- 18,39 mS/cm, siendo este rango de distribución de valores mucho mayor que el registrado en la campaña 2011 (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas). Del mismo modo que en campañas previas, el valor de conductividad eléctrica del agua se fue incrementando gradualmente entre el punto de la vertiente, los puntos de canal y de la laguna.

Respecto de las campañas anteriores al 2012, los valores de conductividad del agua se muestran conservativos, ya sea con respecto al valor de la mediana como a la dispersión de los datos (Figura 3.4-2 B). Esto último con excepción de lo registrado en el año 2010, cuando el rango de valores fue notoriamente más estrecho en relación con todos los otros monitoreos. En el año 2012, los datos se agruparon principalmente en el percentil 75%. El análisis de varianza realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que los valores de conductividad eléctrica del agua en el período 2006-2012, variaron significativamente en el período (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

FIGURA 3.4-1 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA Y PH EN COLUMNA DE AGUA SECTOR PUILAR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

A.

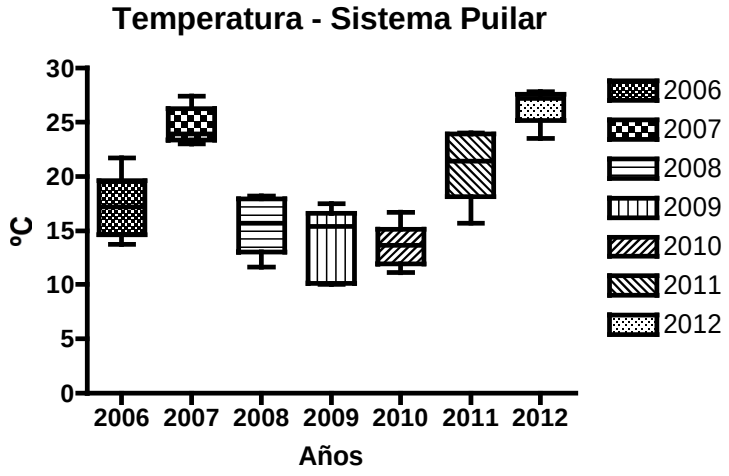


FIGURA 3.4-1 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA Y PH EN COLUMNA DE AGUA SECTOR PUILAR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

B.

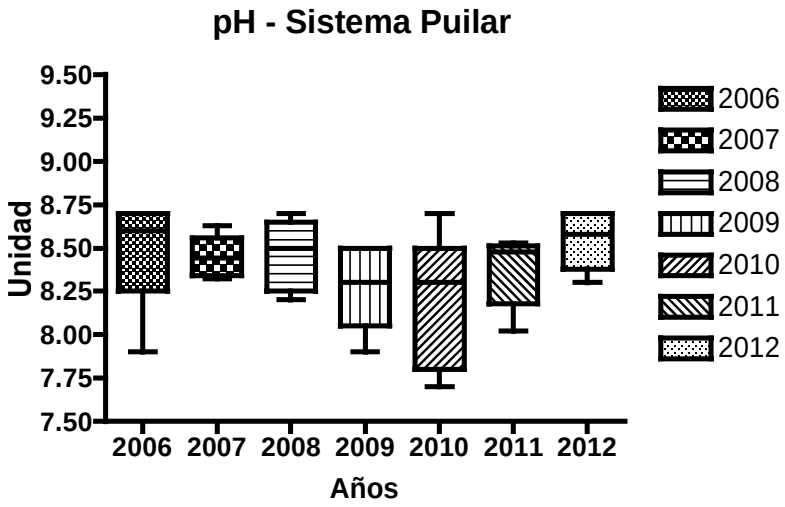


FIGURA 3.4-2 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTO, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA SECTOR PUILAR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

A.

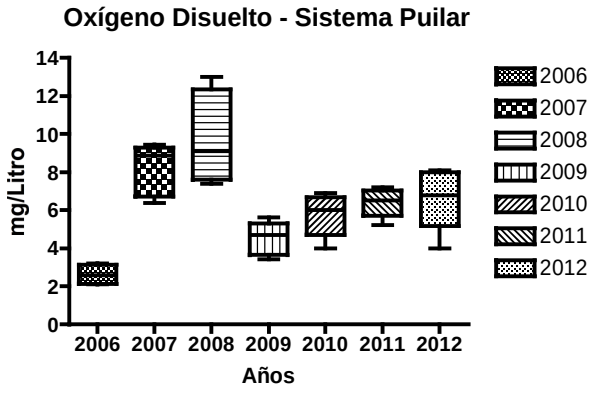
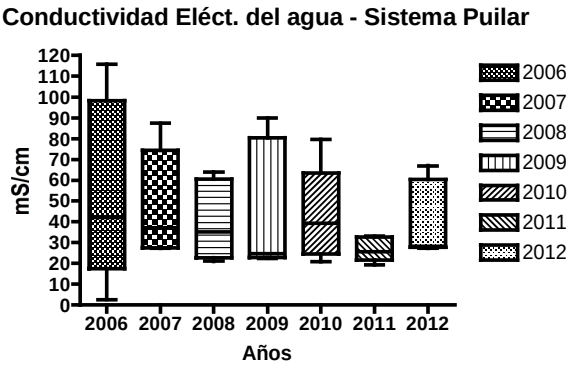
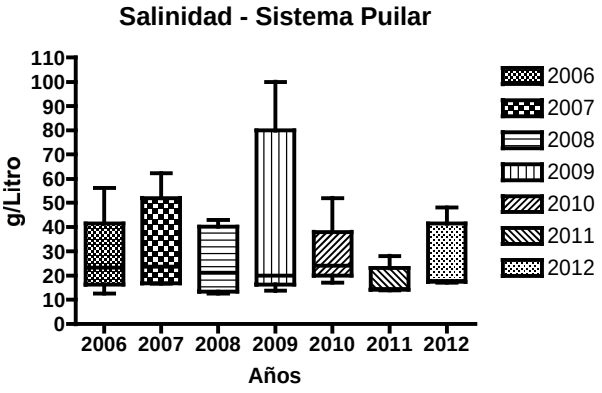


FIGURA 3.4-2 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTO, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA SECTOR PUILAR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

B.



C.



Salinidad (g/L):

Los valores de salinidad de las estaciones del Sistema Puilar, correspondientes a la campaña de Abril del 2012, se presentan en la Tabla 3-33. Para este parámetro, los valores fluctuaron entre 17,1 g/L y 48,0 g/L en las estaciones PU-1 y PU-5, respectivamente. Además, el valor promedio de esta variable fue 27,1 +/- 13,93 g/L (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En cuanto a la fluctuación interanual, la Figura 3.4-2 C, muestra que la mediana del año 2012, igual a 17,8 g/L, fue semejante a las de campañas anteriores. Asimismo, los valores registrados en el presente año se agruparon, mayormente en el percentil 75% de modo similar a lo registrado en campañas anteriores al 2012 (con excepción al año 2011).

El análisis de varianza de este parámetro, realizado a través del test de Kruskal-Wallis, muestra que las diferencias observadas en la presente campaña no fueron estadísticamente significativas respecto de las campañas previas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

Conductividad de los Sedimentos y el Agua Intersticial (mS/cm):

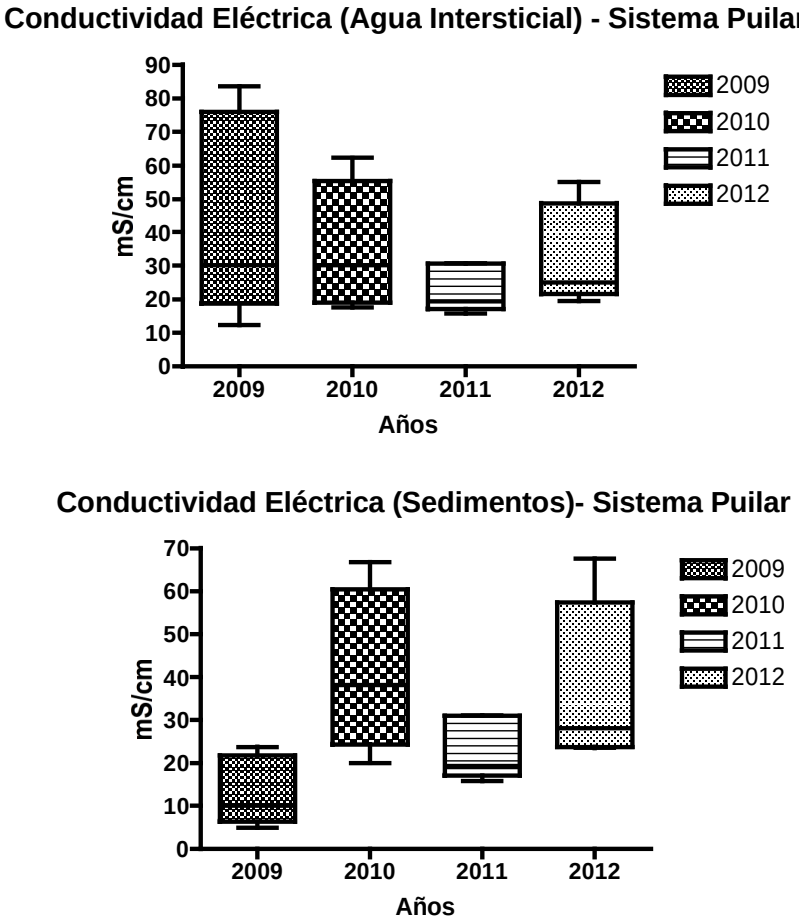
La Tabla 3-34, contiene los datos de conductividad de los sedimentos y del agua intersticial de los puntos analizados en el Sistema Puilar, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

TABLA 3-34 CONDUCTIVIDAD DEL AGUA INTERSTICIAL Y LOS SEDIMENTOS SECTOR PUILAR- SISTEMA PUILAR. CAMPAÑA DE ABRIL 2012

CÓDIGO MUESTRA UNIDAD	COND. ELÉCT. SEDIMENTOS (mS/cm)	Tª SEDIMENTOS (°C)	COND. ELÉCT. AGUA INTERSTICIAL (mS/cm)	Tª AGUA INTERSTICIAL (°C)
PU-1	23,8	27,2	23,8	27,2
PU-2	23,5	26,8	19,5	26,8
PU-3	28,0	27,3	25,1	27,3
PU-4	47,1	23,5	42,6	23,5
PU-5	67,6	27,8	55,0	27,8

Como en campañas anteriores, los valores de conductividad en el sedimento estuvieron estrechamente asociados a los del agua intersticial. Los valores extremos de conductividad eléctrica del agua intersticial, se registraron en los puntos PU-2 (19,5 mS/cm) y PU-5 (55,0 mS/cm). Por otra parte, la conductividad eléctrica de los sedimentos osciló entre 23,5 mS/cm en la estación PU-2 y 67,6mS/cm en la estación PU-5. Al igual que en campañas previas, los valores de ambas matrices fueron comparativamente superiores a los registrados para la misma variable en la columna de agua. La explicación a esta tendencia, sería que justamente, tanto el agua intersticial como los sedimentos, están en mayor contacto con el sustrato salino presente por debajo de los sedimentos y entonces dichas matrices estarían mayormente recargadas de sales. Cabe destacar que, respecto de la campaña anterior (2011), tanto los valores de conductividad eléctrica del agua intersticial como los de los sedimentos, fueron más altos y presentaron un mayor rango de oscilación (Figura 3.4-3). El análisis de varianza interanual muestra que, sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre los valores de conductividad en el sedimento de cada campaña, pero no se apreciaron dichas diferencias estadísticas para esta misma variable medida en el agua intersticial (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas). Esta situación se repitió de igual manera en las campañas anteriores.

FIGURA 3.4-3 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS SEDIMENTOS Y DEL AGUA INTERSTICIAL. SECTOR PUILAR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2009 A 2012



Clorofila "a" del Fitoplancton (µg/L):

La Tabla 3-35, contiene los datos de clorofila a del Fitoplancton y del Perifiton en los puntos analizados en el Sistema Puilar, en la presente campaña (abril 2012).

TABLA 3-35 CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y PERIFITON SECTOR PUILAR- SISTEMA PUILAR. CAMPAÑA DE ABRIL 2012

VARIABLE	PUNTO DE MONITOREO				
	PU-1	PU-2	PU-3	PU-4	PU-5
Clorofila "a" Fitoplancton (µg/L)	11,48	3,16	13,48	9,48	12,32
Clorofila "a" Perifiton (µg/L)	2,21	2,30	3,33	0,63	1,86

Como se aprecia en la Tabla 3-35 los valores de clorofila a del perifiton (fitoplancton), fluctuaron entre 0,63 µg/L en la estación PU-4 y 3,33 µg/L en la estación PU-3 (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

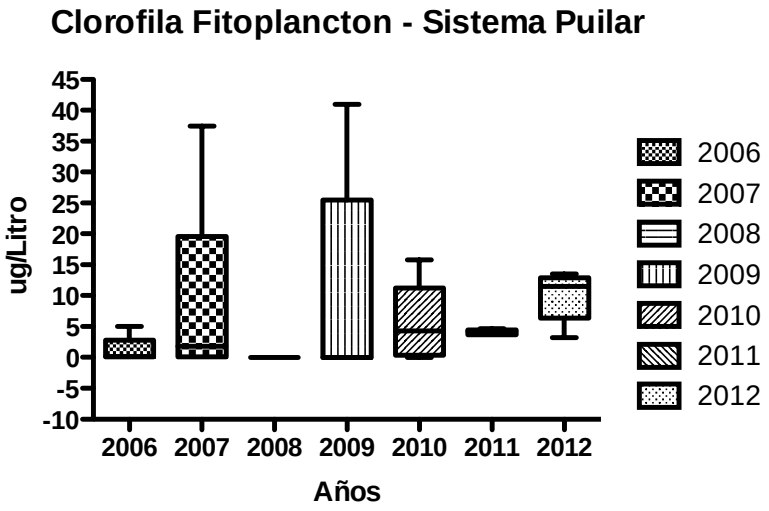
Por otra parte, la clorofila del fitoplancton (medida en la columna de agua), mostró valores superiores a los del perifiton en todos los puntos muestreados. Para esta última variable, los valores oscilaron entre 3,16 µg/L en las estaciones PU-2 y 13,48 µg/L en las estaciones PU-3 (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto de los períodos previos, la Figura 3.4-4 A muestra que en la presente campaña (2012), el valor de la mediana de la clorofila *a* del fitoplancton fue mayor al de todas las campañas anteriores, lo que se confirma a través del estadístico Kruskal-Wallis, que demuestra que si hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas). Por otra parte, en la presente campaña los datos se acumularon mayormente en el percentil 25%, lo que dista de lo observado para campañas previas al 2012.

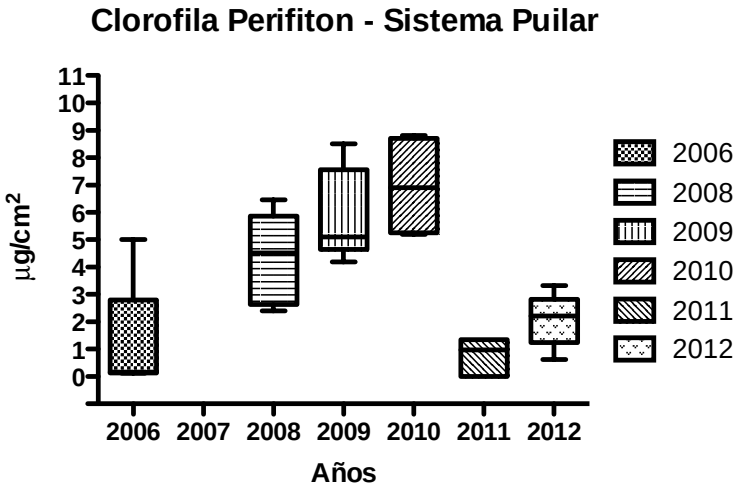
Para el caso de la clorofila *a* en el perifiton (Figura 3.4-4 B), los valores analizados en el 2012 fueron ligeramente mayores a los de la campaña anterior (2011), aunque bajos respecto del período 2008-2010, lo que indicaría una notable variabilidad de este parámetro. Así, su comportamiento podría señalar que del mismo modo que para otras variables antes mencionadas, ésta se vería afectada por cambios en la actividad geotérmica del sector y/o cambios climáticos de circulación mayor que pudieran afectar a variables tales como temperatura u otro parámetro que a su vez, afecta al perifiton. El análisis de las medianas en el tiempo muestra que sí existen diferencias estadísticamente significativas, en el período 2006-2012 (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

FIGURA 3.4-4 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y DEL PERIFITON. SECTOR PUILAR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

A.



B.



Análisis Espacial:

El comportamiento de las variables en el eje conformado entre la vertiente (PU-1), el canal (PU-2) y la Laguna (PU-3) presentan algunos patrones interesantes de destacar (Figura 3.4-5 A; B; C y D). Así, la salinidad y la conductividad se fueron incrementando gradualmente a lo largo de este eje, como consecuencia de la recarga del agua de surgencia con las sales presentes en el terreno. En cuanto al comportamiento de la conductividad en los sedimentos y el agua intersticial, se aprecia el mismo patrón que para la columna de agua, es decir un aumento gradual de los valores desde el punto de vertiente hacia la laguna. Las estaciones

PU-4 y PU-5 (correspondientes a un punto de canal y uno de laguna, respectivamente) muestran valores de conductividad y salinidad (agua y sedimentos) mayores a los del eje PU-1 - PU-3, lo que indicaría que las primeras están más afectas a la evaporación.

Respecto del oxígeno disuelto en la columna de agua, los valores fluctuaron más notoriamente en el eje (VCL) que en campañas previas, sin encontrarse un patrón de fluctuación espacial en esta oportunidad.

FIGURA 3.4-5 VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU. SECTOR PUILAR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2012

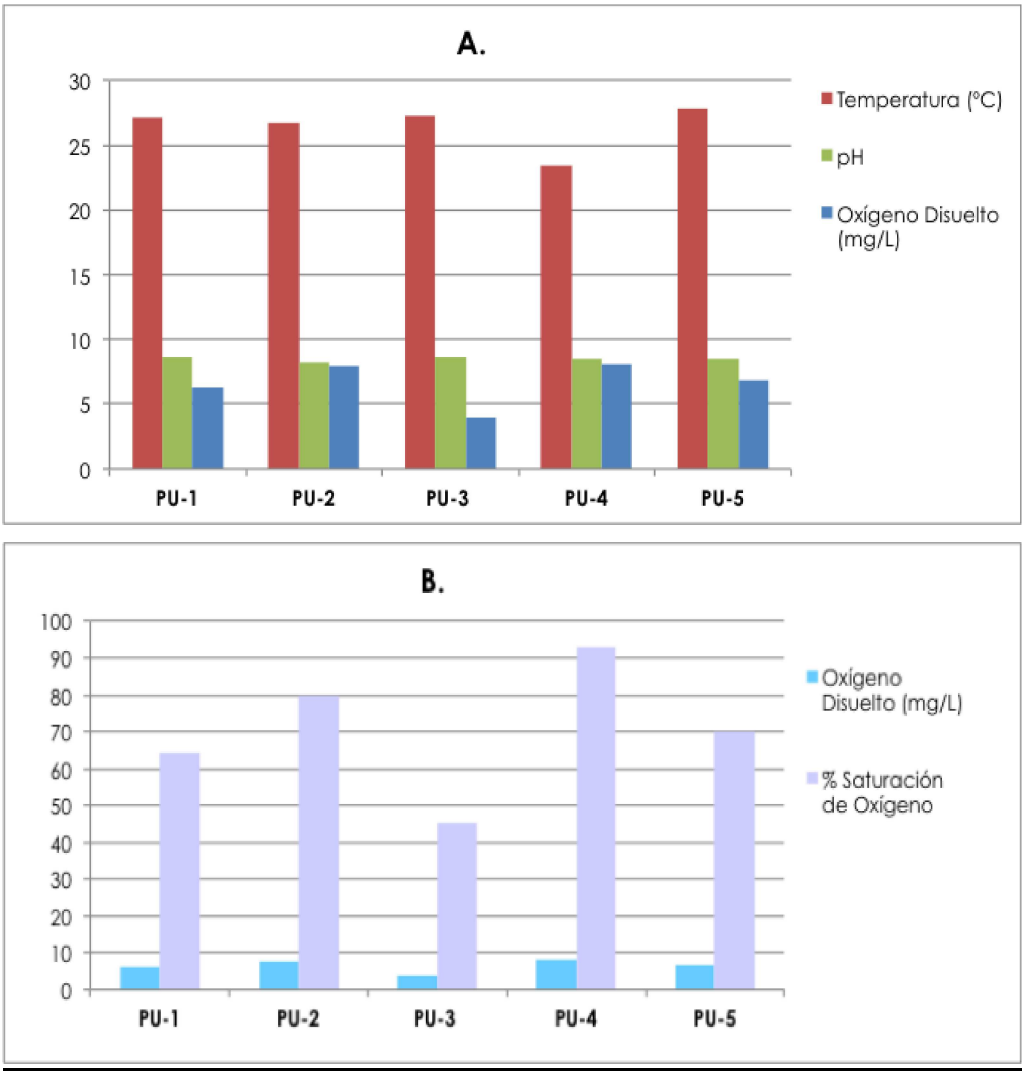
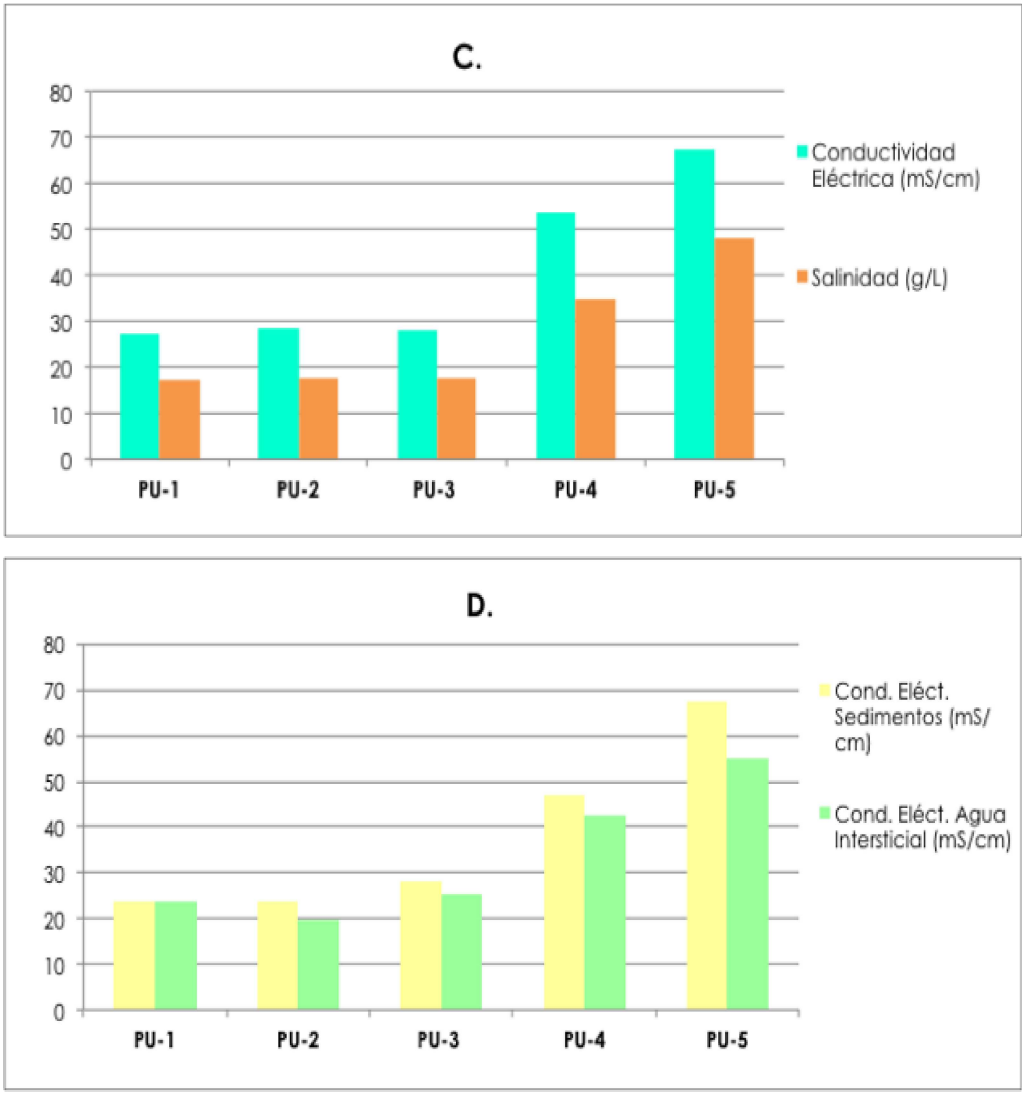


FIGURA 3.4-5 VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU. SECTOR PUILAR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2012



e. Sector: Soncor

La Tabla 3-36 presenta los resultados obtenidos durante el monitoreo de Abril de 2012 para los sistemas lacustres pertenecientes al Sector Soncor: Lagunas Barros Negros; Chaxa y Burro Muerto. En ella, se muestran los valores de temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, conductividad específica y salinidad.

TABLA 3-36 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DETERMINADOS IN SITU SECTOR SONCOR-SISTEMA SONCOR. CAMPAÑA DE ABRIL 2012

CÓDIGO MUESTRA	HORA (HR:MM)	TEMPERATURA (°C)	PH	OXÍGENO DISUELTO (MG/L)	SATURACIÓN DE OXÍGENO (%)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (MS/CM)	SALINIDAD (G/L)
BN-1	12:43	21,3	8,0	2,6	33	174,0	198
BN-2	11:44	20,7	8,15	3,0	42	156,6	178
BN-3	11:20	21,2	7,74	2,3	35	99,4	211
CH-1	13:13	24,0	8,24	5,0	54	118,6	99
BM-1	14:54	26,2	8,28	7,3	77	100,1	79

Temperatura (°C):

La Tabla 3-36, muestra los valores de temperatura de la columna de agua en la campaña de Abril de 2012, en el Sistema Soncor. Los valores registrados oscilaron entre los 20,7°C y 26,2°C (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas) en las estaciones BN-2 y BM-1, respectivamente. El valor promedio para esta variable fue de 22,7 +/- 2,35°C (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto de la variación entre distintas campañas de monitoreo (Figura 3.4-6 A), se aprecia que la mediana de temperatura de la presente campaña, fue ligeramente inferior a la de la campaña anterior (2011), pero estuvo dentro del rango de fluctuación interanual del período 2006 y 2012. En cuanto a la distribución de los datos, éstos se agruparon principalmente en el percentil 75% (Figura 3.4-6 A). El análisis de varianza realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas para los valores temperatura del agua no variaron significativamente en el período 2006-2012 (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

pH (Unidades de pH):

La Tabla 3-36, muestra los valores de pH de la columna de agua en la campaña de Abril de 2012. Se observan valores con tendencia a alcalinos para la columna de agua, en un rango que osciló entre 7,74 y 8,28 unidades de pH, en las estaciones BN-3 y BM-1, respectivamente (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas). En cuanto al valor promedio para la presente campaña, éste fue de 8,0 +/- 0,57 unidades de pH.

La Figura 3.4-6 B, presenta el análisis de variación interanual para el pH. Se observa que la mediana de la campaña 2012, fue notablemente más alta que la de las campañas previas. Este incremento se dio en todas las estaciones monitoreadas, por lo que podría ser producto de un parámetro de efecto global (ej. Actividad geotérmica de la zona, eventos climáticos, etc.). Los valores fluctuaron en un mayor rango en el percentil 25%.

A pesar del incremento registrado en la presente campaña respecto de años previos, el análisis de comparación de medianas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas), muestra que el pH no varió significativamente en el período 2006-2012.

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de Oxígeno Disuelto en la columna de agua del Sistema Soncor para la campaña 2012, se presentan en la Tabla 3-36, en la cual se observa que dicha variable fluctuó entre 2,3 mg/L (BN-3) y 7,3 mg/L (BM-1), con un valor promedio de 4,0 +/- 2,11 mg/L (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En cuanto al comportamiento de esta variable, en comparación con los períodos previos (2006-2011), la Figura 3.4-7 A muestra que los valores fueron conservativos y estuvieron dentro del rango de variación de la variable para todas las campañas realizadas. Respecto del año 2011, los valores mostraron una ligera disminución manteniéndose un rango de fluctuación de valores similares. Al igual que lo registrado en la campaña del año 2011, en el presente monitoreo los valores estuvieron principalmente agrupados en el percentil 75%.

El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias interanuales estadísticamente significativas entre los distintos monitoreos realizados a la fecha (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas). En este caso particular, los amplios rangos de valores presentes en la mayoría de las campañas, podrían explicar el valor del estadístico.

En cuanto a los valores de porcentaje de saturación de oxígeno (Tabla 3-36), éstos fueron cercanos al 50%, en promedio. Lo anterior, indicaría que esta variable se comportó de modo similar a las campañas previas. Aun así, estos bajos valores de porcentaje de saturación muestran que los aportes por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema siguen siendo limitados.

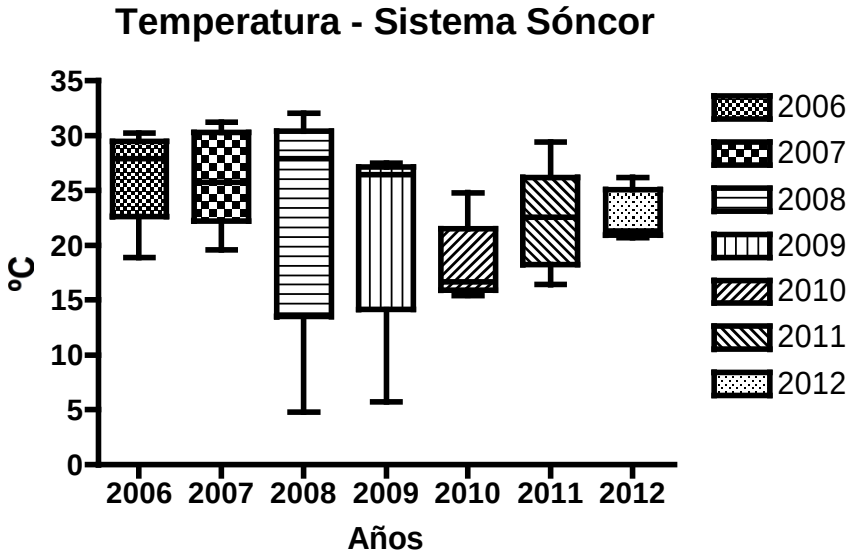
Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de conductividad eléctrica de la columna de agua, para los puntos de monitoreo del Sistema Soncor, se muestran en la Tabla 3-36. El rango de fluctuación de esta variable fue de 99,4 (BN-3) y 174,0 mS/cm (BN-1), con un valor promedio de 129,7 +/- 33,92 (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas). Tal como se observó en las campañas anteriores, de todas las lagunas analizadas, Barros Negros mostró los valores más altos de conductividad (Tabla 3-36).

Respecto de las campañas previas al año 2012, los valores de conductividad del agua se muestran conservativos (Figura 3.4-7 B). Al igual que en campañas previas, la mayor parte de los datos se agrupó en el percentil 75%. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de conductividad eléctrica del agua en el período 2006-2012, no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

FIGURA 3.4-6 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA Y PH EN COLUMNA DE AGUA SECTOR SONCOR-SISTEMA SONCOR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

A.



B.

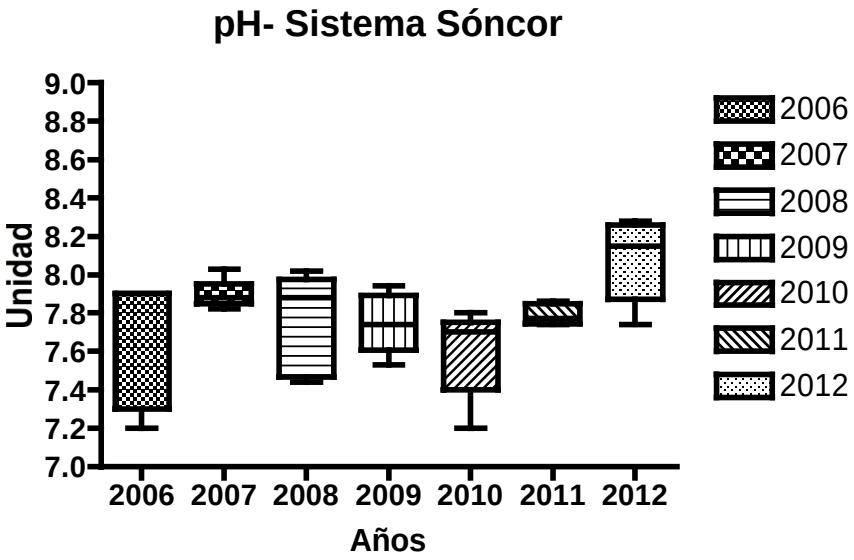
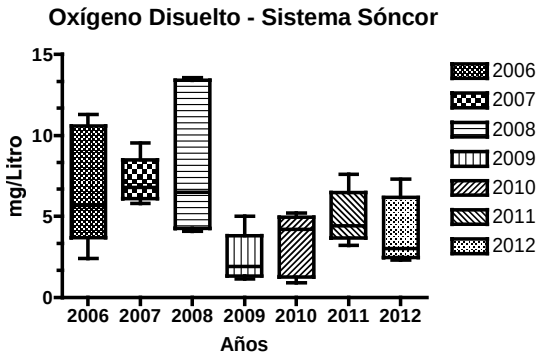
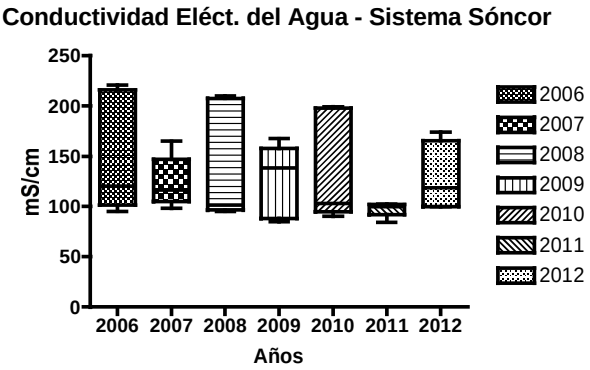


FIGURA 3.4-7 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTO, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA SECTOR SONCOR-SISTEMA SONCOR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

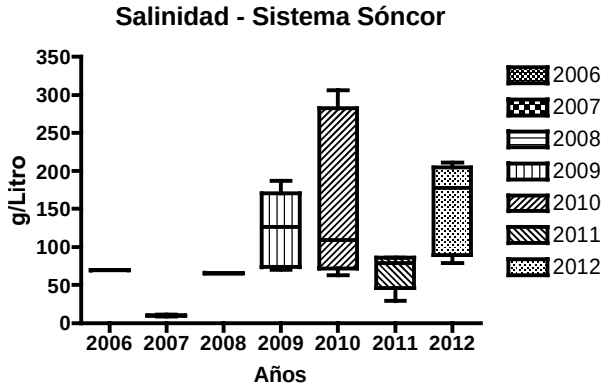
A.



B.



C.



Salinidad (g/L):

Los valores de salinidad de las estaciones del Sector Soncor, correspondientes a la presente campaña (abril 2012), se presentan en la Tabla 3-36. Para esta variable, los valores fluctuaron entre 79 y 211 g/L en las estaciones BM-1 y BN-3, respectivamente. Por otra parte, el valor promedio de esta variable fue 153 +/- 60,06 g/L (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto de la variación interanual, la Figura 3.4-7 C muestra que el valor de la mediana del presente año, aumentó notoriamente respecto de las campañas previas (2006-2010). Respecto de los datos del 2012, éstos se agruparon principalmente en el percentil 25%. Pese al incremento antes mencionado, el análisis de varianza realizado a través del test no paramétrico de Kruskal-Wallis, indica que no hay diferencias significativas para esta variable entre las distintas campañas de monitoreo (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

Conductividad de los Sedimentos y el Agua Intersticial (mS/cm):

La Tabla 3-37, contiene los datos de conductividad de los sedimentos y del agua intersticial de los puntos analizados en el Sistema Soncor, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

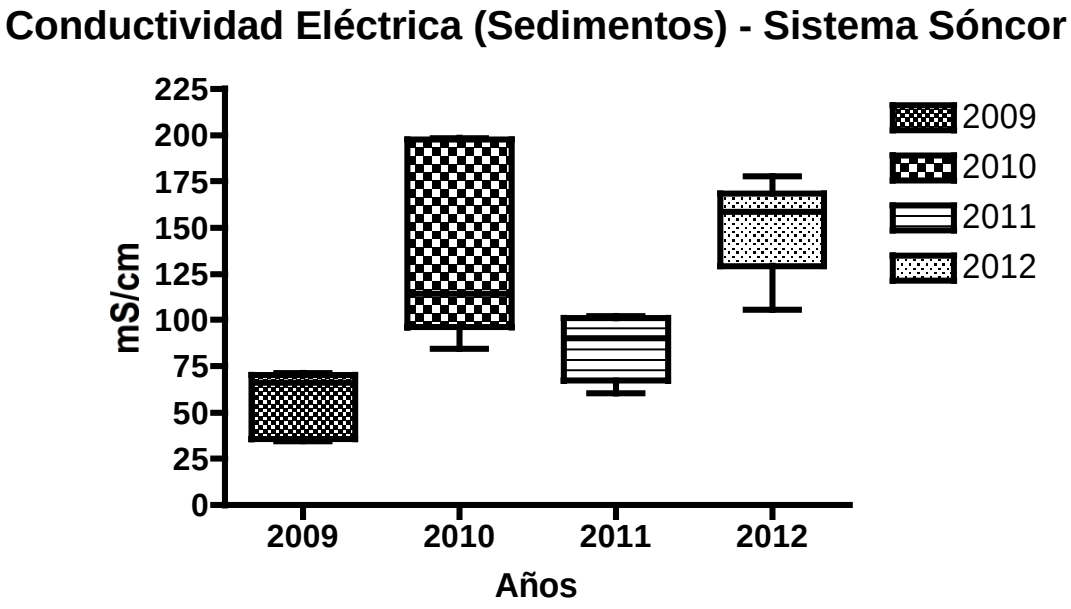
TABLA 3-37 CONDUCTIVIDAD DEL AGUA INTERSTICIAL Y LOS SEDIMENTOS SECTOR SONCOR-SISTEMA SONCOR. CAMPAÑA DE ABRIL 2012

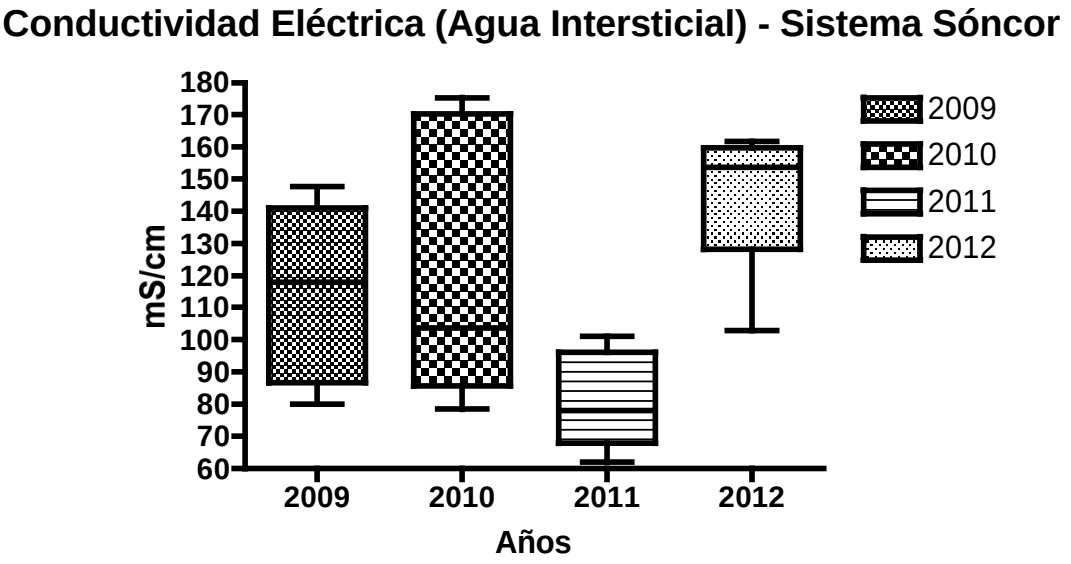
CÓDIGO MUESTRA UNIDAD	COND. ELÉCT. SEDIMENTOS (mS/cm)	Tª SEDIMENTOS (°C)	COND. ELÉCT. AGUA INTERSTICIAL (mS/cm)	Tª AGUA INTERSTICIAL (°C)
BN-1	158,8	21,0	153,5	20
BN-2	177,9	16,3	161,6	20
BN-3	153,1	21,3	157,4	20
CH-1	105,5	20,0	102,8	20
BM-1	158,8	20,0	153,5	20

En cuanto a la comparación del mismo parámetro en ambas matrices (Figura 3.4-8), se observa que los valores de conductividad presentaron una mayor variación entre las estaciones, que la observada en monitoreos previos al 2012. Durante esta campaña no se observó una tendencia clara sobre si los valores de conductividad en el agua fueron mayores o menores que en los sedimentos, pues esta condición varió punto por punto. No obstante en la mayoría de los casos se repite lo observado en campañas anteriores, es decir la conductividad del agua intersticial fue ligeramente inferior a la de los sedimentos en cada punto.

En cuanto al análisis interanual, éste arrojó un importante incremento de la conductividad en ambas matrices (agua intersticial y sedimentos), respecto de lo observado en el año 2011. Por otra parte, el análisis de varianza de Kruskal-Wallis, muestra que hay diferencias estadísticamente significativas, entre los valores de conductividad medidos tanto en el sedimento como en el agua intersticial, a lo largo del período 2006-2012 (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

FIGURA 3.4-8 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS SEDIMENTOS Y EL AGUA INTERSTICIAL. SECTOR SONCOR-SISTEMA SONCOR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2009 A 2012





Clorofila "a" del Fitoplancton (µg/L):

La Tabla 3-38, contiene los datos de clorofila a del fitoplancton y del perifiton en los puntos analizados en el Sistema Soncor, en la presente campaña (año 2012).

TABLA 3-38 CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y PERIFITON SECTOR SONCOR- SISTEMA SONCOR. CAMPAÑA DE ABRIL 2012

VARIABLE	PUNTO DE MONITOREO				
	BN-1	BN-2	BN-3	CH-1	BM-1
Clorofila "a" Fitoplancton (µg/L)	11,47	9,48	22,96	11,48	6,32
Clorofila "a" Perifiton (µg/L)	0,95	3,21	1,43	2,21	0,63

Como se aprecia en la tabla, los valores de clorofila *a* en la columna de agua (fitoplancton), fluctuaron entre 6,32 µg/L (BM-1) y 22,96 µg/L (BN-3) con un valor promedio de 12,35 +/- 6,30 µg/L (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas). Estos valores representan un importante aumento respecto de las campañas anteriores.

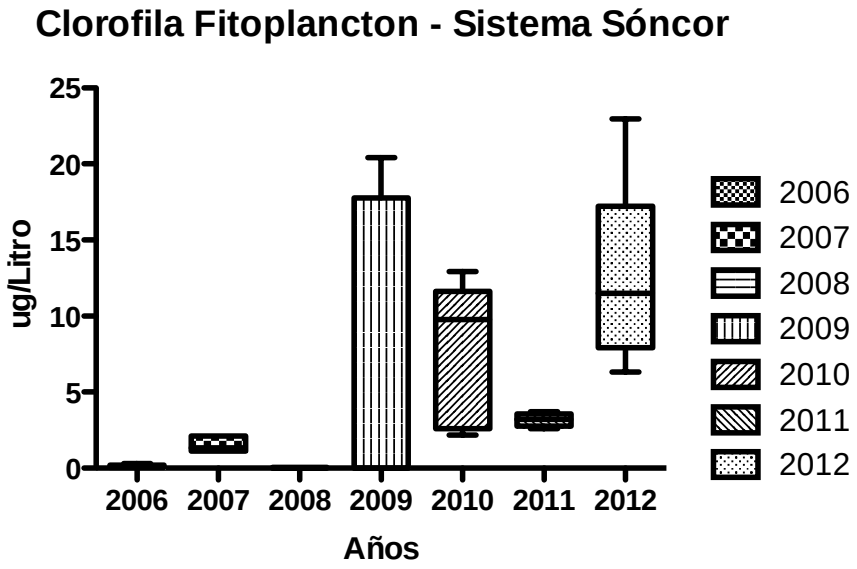
Por su parte, la clorofila *a* medida en el perifiton mostró un amplio rango de valores que fluctuó entre 0,63 µg/L y 3,21 µg/L en las estaciones BM-1 y BN-2 respectivamente (Tabla 3-38). El valor promedio para esta variable fue de 1,69 +/- 1,04 µg/L (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto de los períodos previos, la Figura 3.4-9 A, muestra que en el caso del fitoplancton, el valor de la mediana fue notablemente más alto que en todas las campañas previas (2006-2011). Esta notable oscilación interanual podría coincidir con la dinámica geotérmica del lugar, afectando a las aguas que dan origen a los sistemas lacustres y/o también, como ha sido mencionado con anterioridad, estar afecta a fenómenos climáticos de circulación mayor. Estas diferencias históricas señaladas, se tradujeron en diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas). Respecto de la distribución de los datos, éstos se agruparon principalmente en el percentil 75%, el cual mostró además una importante dispersión de valores.

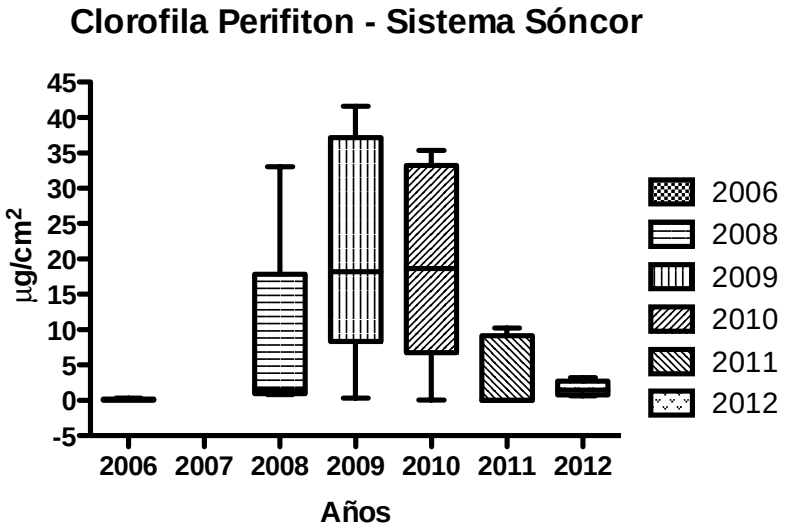
Para el caso de la clorofila *a* en el perifiton (Figura 3.4-9 B), contrariamente a lo observado con los valores del fitoplancton, la mediana de la presente campaña se redujo notoriamente en relación con la campaña previa, siendo sin embargo, del orden de lo registrado entre los años 2006 y 2008. El análisis de la varianza, llevado a cabo a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo analizadas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

FIGURA 3.4-9 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y DEL PERIFITON. SECTOR SONCOR-SISTEMA SONCOR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

A.



B.



Análisis Espacial:

El comportamiento de las variables en el eje conformado entre el canal afluente a la laguna Barros Negros (BN-1) y dos puntos adicionales a la entrada y centro de la misma laguna (BN-2 y BN-3, respectivamente), muestra algunos patrones interesantes de destacar (Figura 3.4-10 A; B; C y D). Así, contrariamente a lo observado en otras campañas, la salinidad mostró una disminución gradual entre el canal y la laguna, mientras que la conductividad tuvo un comportamiento más errático con su valor máximo en la laguna. Esta diferencia o falta de ajuste entre la salinidad y conductividad se puede deber al efecto de precipitación de sales en el sector de la laguna, justamente debido a que aquí se alcanzarían puntos de saturación. En cuanto a los valores de oxígeno, pH y conductividad de los sedimentos, en la presente campaña, no se apreciaron patrones claros en el eje analizado.

En relación con las otras dos estaciones de monitoreo que conforman el sistema lacustre Soncor, Chaxa y Burro Muerto, se evidenciaron algunas diferencias con la laguna Barros Negros. Así, la laguna Chaxa se caracterizó por presentar niveles más bajos de salinidad y conductividad del agua, lo que podría tener relación con la dinámica de las surgencias propias de esta laguna (Figura 3.4-10 C y D). Respecto del Canal Burro Muerto, ésta se caracterizó por presentar altos valores de oxígeno disuelto y porcentaje de saturación de oxígeno, lo que pudo estar asociado a una baja tasa respiratoria en este punto, lo que a su vez estaría limitado por la elevada salinidad de sus sedimentos (Figura 3.4-10 B y D).

FIGURA 3.4-10 VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU. SECTOR SONCOR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2012

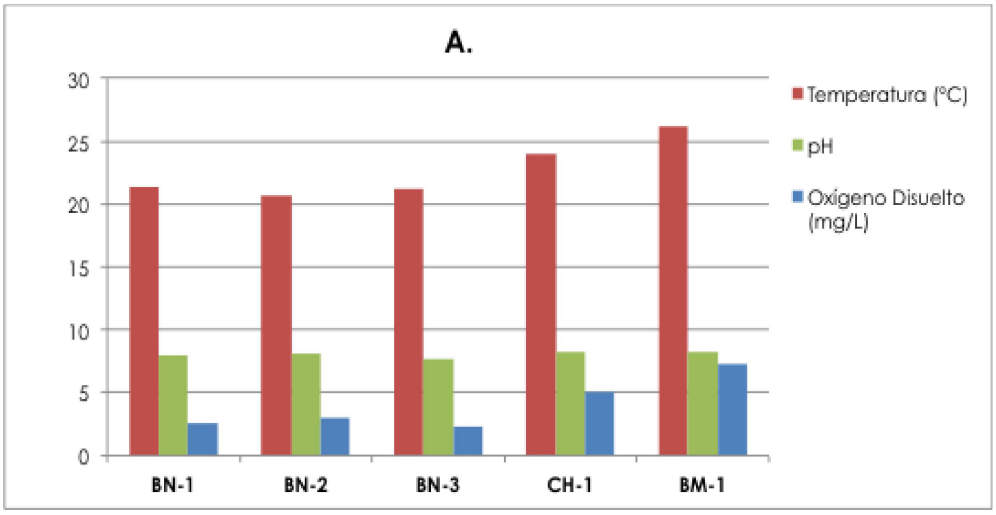
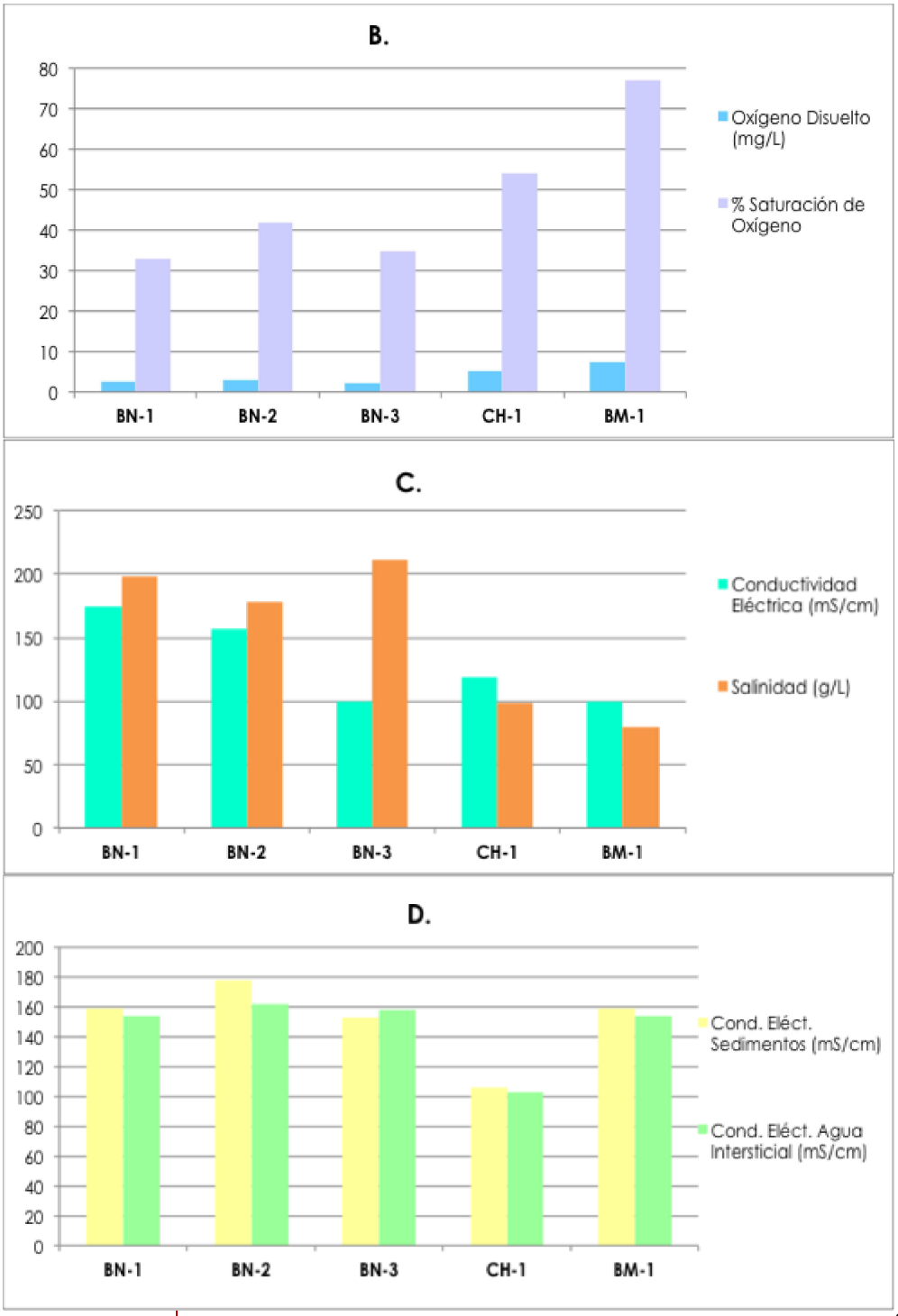


FIGURA 3.4-10 VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU. SECTOR SONCOR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2012



f. Sector: Aguas de Quelana

La Tabla 3-39 presenta los resultados obtenidos durante el monitoreo correspondiente a Abril de 2012, en las estaciones de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana. En ella, se entregan los valores de temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica del agua y salinidad. Como se aprecia en la tabla en esta campaña se registraron varios sectores sin lámina de agua superficial, por lo que el análisis de dichos puntos no podrá ser incluido en el presente informe. Este fenómeno es parte de la dinámica normal de Aguas de Quelana en el sentido que, dado que no es una laguna se muestra un gran movimiento de la lamina de agua, donde pueden o no estar los sectores inundados y lo que va variando año tras año, incluso en semanas.

TABLA 3-39 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DETERMINADOS IN SITU SECTOR AGUAS DE QUELANA. CAMPAÑA DE ABRIL 2012

CÓDIGO MUESTRA	HORA (HR:MM)	TEMPERATURA (°C)	PH	OXÍGENO DISUELTO (MG/L)	SATURACIÓN DE OXÍGENO (%)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (MS/CM)	SALINIDAD (G/L)
Q-0	16:04	25,9	7,01	3,5	35	187,8	284
Q-1	13:35	25,4	8,14	3,9	49	21,3	76
Q-2	SECTORES SIN LÁMINA DE AGUA SUPERFICIAL						
Q-3	14:25	25,3	8,15	5,4	63	22,4	30
Q-4	14:05	22,8	8,33	5,4	63	43,8	23
Q-5	SECTORES SIN LÁMINA DE AGUA SUPERFICIAL						
Q-6							
Q-7							
Q-8							
Q-9	11:45	14,7	8,41	7,9	79	24,4	12,7

Temperatura (°C):

Los valores de la temperatura de la columna de agua del Sistema Aguas de Quelana, en la campaña de Abril de 2012, se presentan en la Tabla 3-39. Los valores registrados para esta variable oscilaron entre los 14,7°C y 25,9°C (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas) en las estaciones Q-9 y Q-0, respectivamente. El valor promedio para esta variable fue de 22,8 °C +/- 4,7°C (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En cuanto a la variación Interanual en la Figura 3.4-11 A, se aprecia que la mediana de temperatura del agua del año 2012 fue muy similar a la registrada en la campaña 2011, y estuvo dentro del rango de variación para todo el período de estudio (2006-2011). En cuanto al rango de variación de los valores, éstos se agruparon principalmente en el percentil 25%, mostrando en este percentil una dispersión mayor que en el percentil 75% (Figura 3.4-11 A). Esta variable mostró diferencias estadísticamente significativas entre los distintos monitoreos (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

pH (Unidades de pH):

La Tabla 3-39, contiene los valores de pH de la columna de agua en la campaña de Abril de 2012 en el Sistema Aguas de Quelana. En términos generales, se presentan valores de neutros a alcalinos para la columna de agua, variando entre 7,01 y 8,41 unidades de pH en las estaciones Q-0 y Q-9 respectivamente (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas). En cuanto al valor promedio para la presente campaña, éste fue de 8,0 +/- 0,57 unidades de pH (Tabla Estadísticas Descriptivas).

El análisis de variación interanual para el pH, se presenta en la Figura 3.4-11 B. En ésta se observa que el valor de la mediana de la campaña 2012 fue muy semejante a los de las campañas previas (2006 al 2011). No obstante, el comportamiento de los datos fue distinto, pues en la presenten campaña éstos se agruparon principalmente en el percentil 25%, más cercanos a la neutralidad. El análisis de varianza realizado con el test no-paramétrico Kruskal-Wallis muestra que el pH no varió significativamente en el periodo 2006-2012 (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de oxígeno disuelto en la columna de agua del Sector Aguas de Quelana, se presentan en la Tabla 3-39. Al igual que en campañas previas al 2012, se observa que dicho parámetro mostró un rango de valores entre 3,5 mg/L en la estación Q-0 y 7,9 mg/L en la estación Q-9. Respecto del valor promedio, éste fue de 5,2 +/- 1,73 mg/L de oxígeno (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En relación con el comportamiento de este parámetro, comparado con los períodos previos a la presente campaña, la Figura 3.4-12 A muestra que los valores fueron conservativos, respecto del año 2011, lo cual frenaría la tendencia al alza del período 2009-2011. Sin embargo, a la fecha del actual monitoreo, los valores continúan siendo más bajos que los registrados en las campañas del 2006 al 2008. Por otra parte, los valores se agruparon equitativamente en ambos percentiles (25% y 75%). El análisis de varianza realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias interanuales significativas entre los distintos monitoreos realizados a la fecha (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

Respecto de los valores de porcentaje de saturación de oxígeno (Tabla 3-39), al igual que en campañas previas éstos estuvieron estadísticamente correlacionados con los valores de oxígeno disuelto en columna de agua ($p < 0,01$). El rango de valores para esta variable fluctuó entre 35% (QU-0) y 79% (QU-3 y QU-4). Aunque las diferencias registradas en esta variable se ven fuertemente asociadas a la presencia de vegetación acuática, en el contexto general se aprecia un aumento del porcentaje de saturación, respecto de las campañas previas.

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

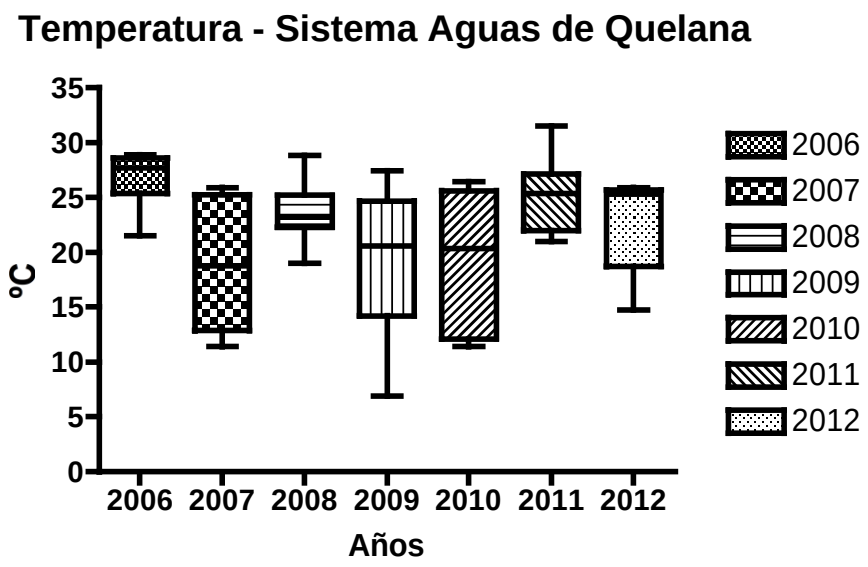
Los valores de conductividad eléctrica de la columna de agua, de la presente campaña (2012) para los puntos de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana, se muestran en la Tabla 3-39. Al igual que lo observado en monitoreos previos se destaca el amplio rango de valores

alcanzado, el que fluctuó entre 21,3 mS/cm (Q-1) y >187,8 mS/cm (Q-0), lo que estaría asociado a la gran diversidad de hábitats presentes entre las estaciones de monitoreo. El valor promedio para este parámetro fue de 59,9 +/- 72,07 mS/cm (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas). Este elevado valor de desviación estándar da cuenta, nuevamente, de la diversidad química de las aguas del Sector de Aguas de Quelana.

Respecto de las campañas previas al año 2012, el valor de la mediana de conductividad del agua se mostró conservativo en el período 2006-2012 (Figura 3.4-12 B), no obstante ello, hubo puntos del sistema donde el nivel del agua bajó substancialmente. En esta campaña, sobresale el hecho que los valores se agruparon mayoritariamente en el percentil 75%, mostrando un amplio rango de dispersión en este mismo percentil, comparado con la casi nula variación en el percentil 25% (Figura 3.4-12 B). El análisis de varianza estimado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de conductividad, entre los períodos 2006 y 2012, mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

FIGURA 3.4-11 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA Y PH EN COLUMNA DE AGUA SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

A.



B.

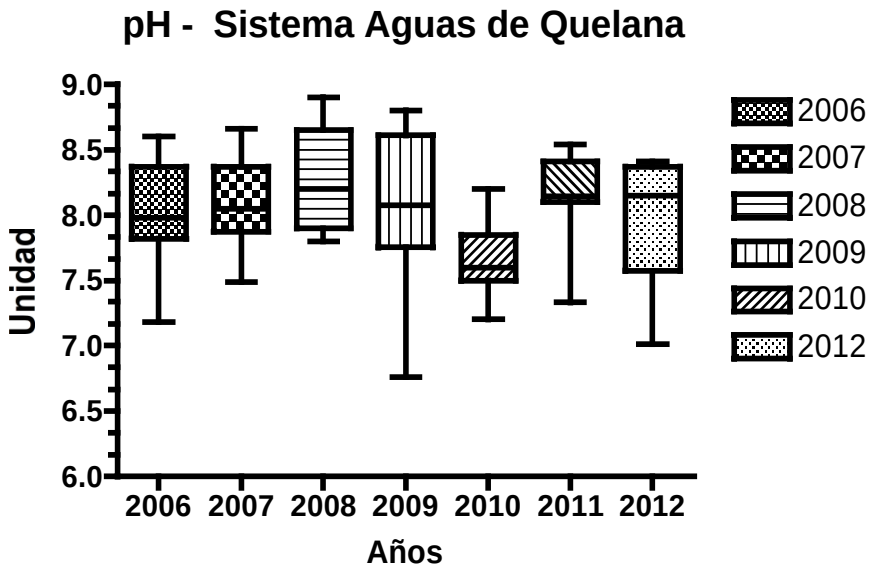
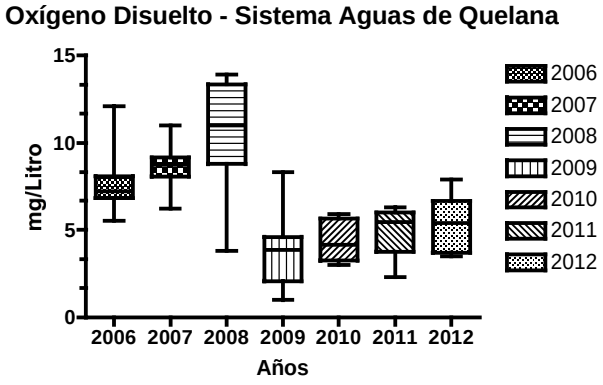
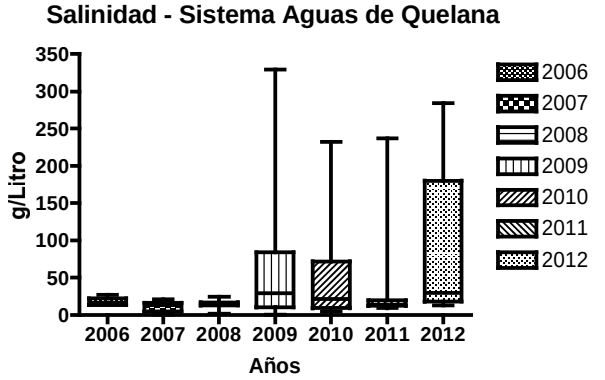


FIGURA 3.4-12 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTO, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

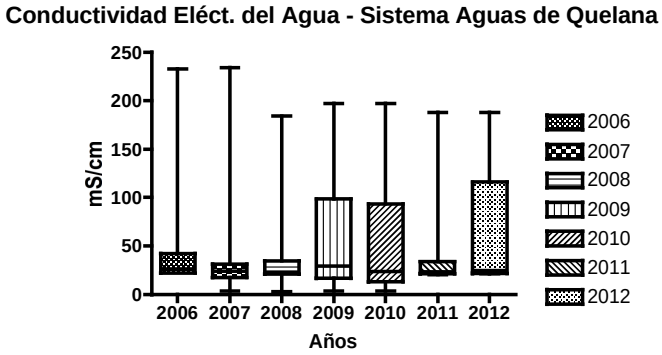
A.



B.


Salinidad - Sistema Aguas de Quelana
g/Litro
350
300
250
200
150
100
50
0
2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012
Años
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012

C.


Conductividad Eléct. del Agua - Sistema Aguas de Quelana
mS/cm
250
200
150
100
50
0
2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012
Años
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012

Salinidad (g/L):

Los valores de salinidad de las estaciones del Sector Aguas de Quelana, correspondientes a la campaña de Abril del 2012, se presentan en la Tabla 3-39. Al igual que lo registrado con los valores de conductividad eléctrica del agua, para esta variable, el rango de valores fluctuó ampliamente, entre 12,7 g/L y 284 g/L, en las estaciones Q-9 y Q-0, respectivamente. Además, el valor promedio de esta variable fue 85,1 +/- 113,77 g/L (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En relación con la variación interanual (Figura 3.4-12 C), se observa que el valor de la mediana de la campaña 2012, fue conservativo respecto a lo registrado en monitoreos previos al 2012. Sin embargo, en esta campaña llama la atención la gran dispersión de datos en el percentil 75%, donde además se agrupó la mayoría de los datos del monitoreo. Respecto de la variación interanual, el análisis de variación de las medianas arroja que no hubo diferencias significativas para esta variable entre las campañas realizadas entre las campañas realizadas entre el año 2006 y 2012 (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

Conductividad de los Sedimentos y el Agua Intersticial (mS/cm):

La Tabla 3-40, contiene los datos de conductividad de los sedimentos y del agua intersticial de los puntos analizados en el Sistema Aguas de Quelana, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

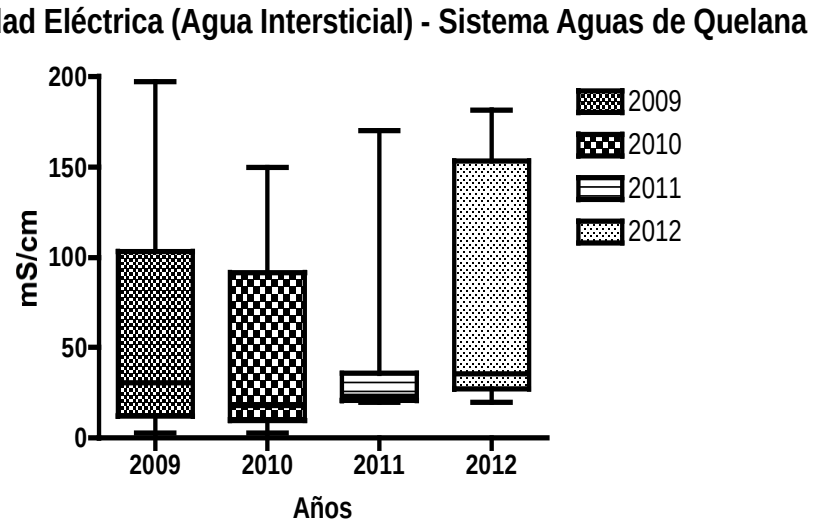
TABLA 3-40 CONDUCTIVIDAD DEL AGUA INTERSTICIAL Y LOS SEDIMENTOS SECTOR AGUAS DE QUELANA. CAMPAÑA DE ABRIL 2012

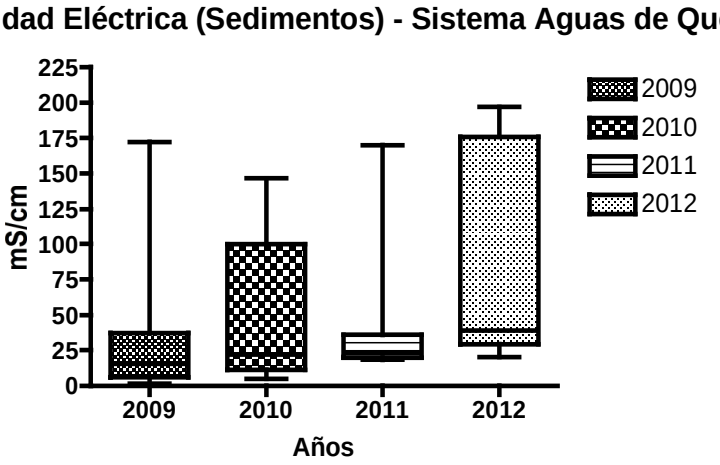
CÓDIGO MUESTRA UNIDAD	COND. ELÉCT. SEDIMENTOS (mS/cm)	Tª SEDIMENTOS (°C)	COND. ELÉCT. AGUA INTERSTICIAL (mS/cm)	Tª AGUA INTERSTICIAL (°C)
Q-0	>197,0	26	181,3	26
Q-1	155,0	25,4	125,2	25,4
Q-2	SECTORES SIN LÁMINA DE AGUA SUPERFICIAL			
Q-3	38,0	25,3	35,2	25,5
Q-4	38,9	22,6	34,4	22,4
Q-5	SECTORES SIN LÁMINA DE AGUA SUPERFICIAL			
Q-6				
Q-7				
Q-8				
Q-9	20,4	14,8	19,6	14,8

El análisis de esta misma variable en ambas matrices, sedimentos y agua intersticial, arrojó valores muy similares, aunque siempre los valores del agua intersticial fueron menores que los de los sedimentos (Figura 3.4-13). Así, el valor máximo para ambas variables se midió en la estación Q-0, mientras que el mínimo se midió en la estación Q-9. Respecto de los valores

promedio, estos fueron de 89,86 +/- 80,36 y 79,1 +/- 70,8, en los sedimentos y el agua intersticial, respectivamente. En relación con el análisis interanual, los valores de la mediana de la presente campaña fueron ligeramente más altos a los registrados en las campañas previas (2009-2011). Así, como en dichos monitoreos, la mayor parte de los datos se agrupó en el percentil 75%. Sin embargo, en esta campaña destaca el hecho que, también en caso de ambas variables, hubo una menor dispersión de datos en este percentil (Figura 3.4-13), respecto de lo observado previamente. En cuanto a las diferencias interanuales, de acuerdo con el Test de Kruskal-Wallis, no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de conductividad eléctrica del sedimento, ni entre los valores de esta misma variable en el agua intersticial (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

FIGURA 3.4-13 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS SEDIMENTOS Y EL AGUA INTERSTICIAL. SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2009 A 2012





Clorofila "a" del Fitoplancton (µg/L):

La Tabla 3-41, contiene los datos de clorofila *a* del fitoplancton y del perifiton en los puntos analizados en el Sistema Aguas de Quelana, en la presente campaña (año 2012).

TABLA 3-41 CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y PERIFITON SECTOR AGUAS DE QUELANA. CAMPAÑA DE ABRIL 2012

VARIABLE	PUNTO DE MONITOREO									
	Q-0	Q-1	Q-2	Q-3	Q-4	Q-5	Q-6	Q-7	Q-8	Q-9
Clorofila "a" Fitoplancton (µg/L)	11,48	6,32	SSA	20,96	12,32	SSA	SSA	SSA	SSA	16,64
Clorofila "a" Perifiton (µg/L)	1,40	0,95	SSA	7,20	0,95	SSA	SSA	SSA	SSA	0,48

SSA: Sectores sin lámina de agua superficial

Como se aprecia en la Tabla 3-41, los valores de clorofila *a* en la columna de agua (fitoplancton) fluctuaron entre 6,32 µg/L a 20,96 µg/L, en las estaciones Q-1 y Q-3, respectivamente.

Por su parte, la clorofila *a* analizada en el perifiton, mostró un menor rango de valores, que el registrado en el fitoplancton. Así, dicho parámetro varió entre 0,48 µg/L y 7,2 µg/L en las estaciones Q-9 y Q-3, respectivamente. Para esta variable, el valor promedio fue de 2,62 +/- 3,06 µg/L (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

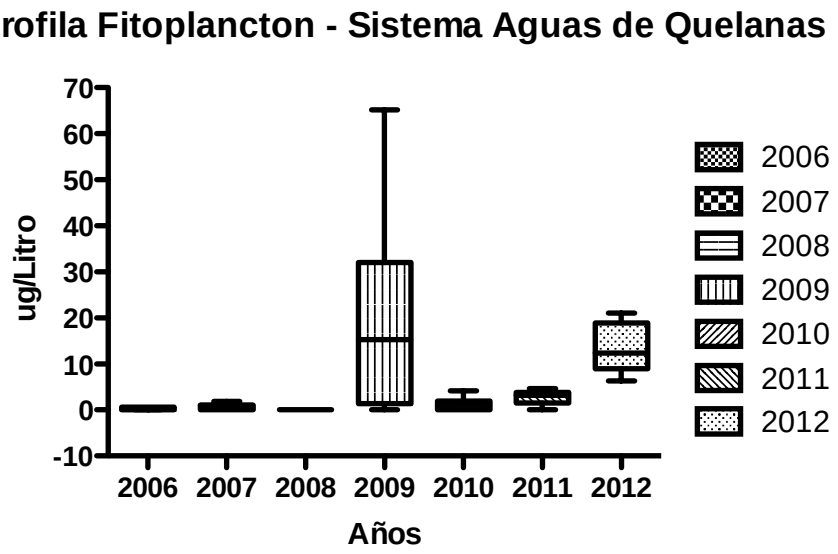
Respecto del comportamiento de los valores de clorofila *a* en la presente campaña, en comparación con las campañas previas (Figura 3.4-14 A), se observa que en el caso del fitoplancton, el valor de la mediana fue más alto que en el caso de la mayoría de las campañas anteriores (excepto el monitoreo del año 2009). Esta situación se podría asociar con la disminución de la columna de agua en el sector, lo que provocaría calentamiento de la columna y concentración de los nutrientes, con el consecuente incremento del

crecimiento del fitoplancton. Respecto de los datos, éstos se agruparon mayormente en el percentil 75%, mostrando una baja dispersión de valores en ambos percentiles. En relación con el comportamiento en el tiempo para esta variable, sí hubo diferencias significativas entre las medianas del período 2006 al 2012 (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

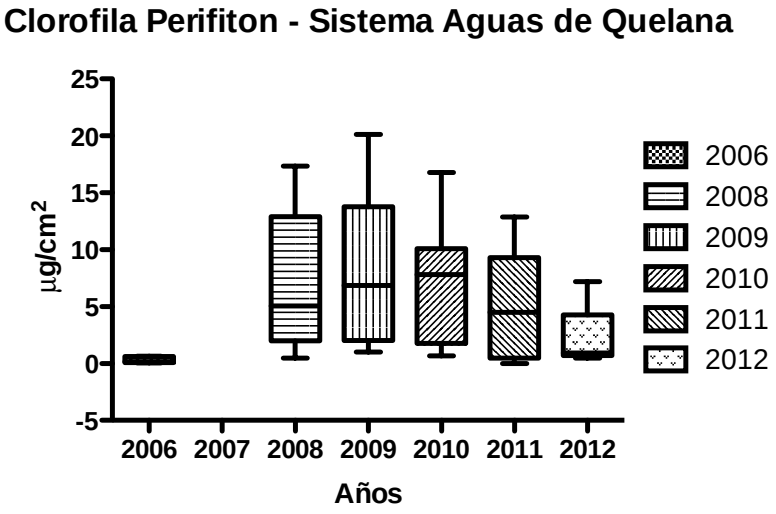
En el caso de la clorofila a en el perifiton (Figura 3.4-14 B), los valores analizados en la presente campaña (2012), fueron más bajos que los de la campaña anterior (2011). Sin embargo, están dentro del rango de variación de este parámetro en el período analizado, si se considera el valor del año 2006. El análisis de varianza Kruskal-Wallis realizado arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las campañas analizadas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

FIGURA 3.4-14 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y DEL PERIFITON. SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

A.



B.



Análisis Espacial:

El comportamiento de las variables en todo el Sistema Aguas de Quelana, da cuenta de una gran heterogeneidad de hábitats, entre los que se cuentan lagunas salinas, zonas de surgencia de agua dulce, zonas con alta cobertura vegetacional, etc.

Debido a que muchas de las estaciones de este sistema se encontraban sin una lámina superficial de agua, es difícil establecer los gradientes que si se determinaron en monitoreos anteriores. No obstante esto, algunas de las estaciones mantienen sus características más emblemáticas. Así, el sector de la laguna (Q-0), mostró altos valores de conductividad y salinidad, tanto en agua como en los sedimentos (Figura 3.4-15 C y D). Por otra parte, esta misma estación mostró bajos valores de oxígeno disuelto y de saturación de oxígeno, probablemente debido a la escasa vegetación acuática presente en dicho punto. Contrariamente, en la estación Q-9 (sector de vegas), donde la cobertura de macrófitas es mayor, se observaron valores más altos de oxígeno disuelto (Figura 3.4-15 A y B), lo que también estaría correlacionado con mayores concentraciones de clorofila del fitoplancton en el lugar (Tabla 3-41).

FIGURA 3.4-15 VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU. SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2012

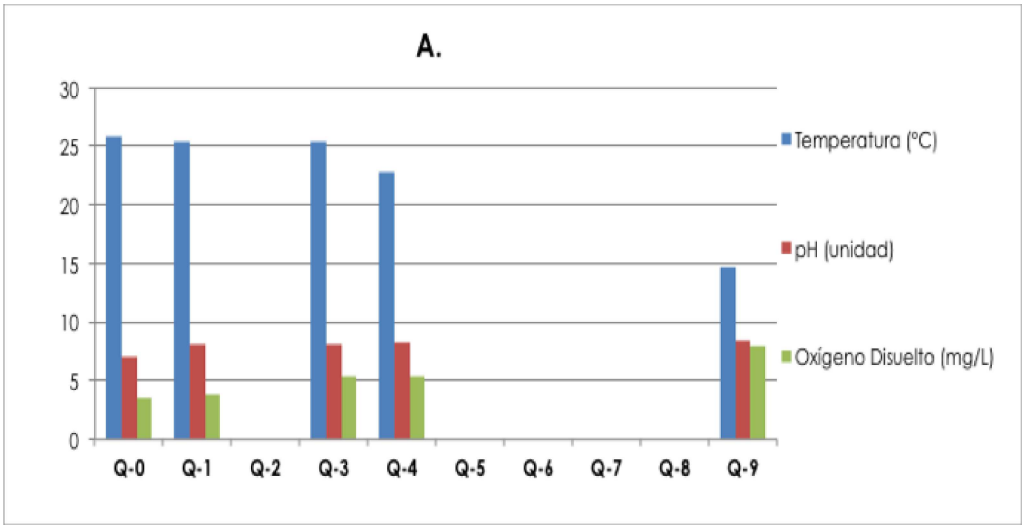
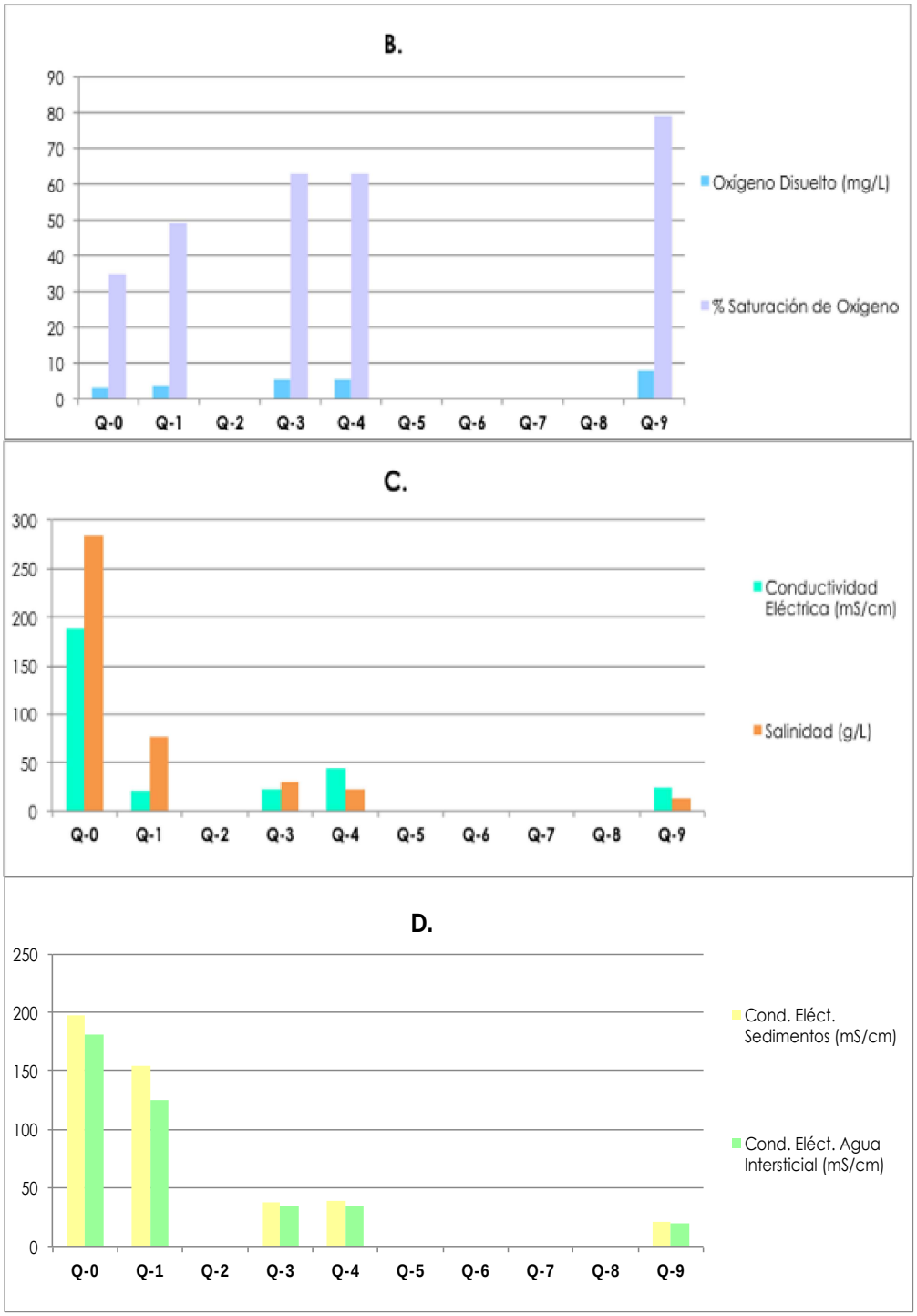


FIGURA 3.4-15 VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU. SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2012



g. Sector: Peine

La Tabla 3-42 presenta los resultados obtenidos durante la campaña de monitoreo de Abril de 2012, en las estaciones del Sistema Peine. En ella, se entregan los valores de temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, conductividad específica y salinidad.

TABLA 3-42 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DETERMINADOS IN SITU SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). CAMPAÑA DE ABRIL 2012

CÓDIGO MUESTRA	HORA (HR:MM)	TEMPERATURA (°C)	PH	OXÍGENO DISUELTO (MG/L)	SATURACIÓN DE OXÍGENO (%)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (MS/CM)	SALINIDAD (G/L)
PE-1	10:57	12,9	8,60	5,0	62	57,3	30,0
PE-2	11:15	13,4	8,57	5,2	64	49,8	32,0
PE-3	10:40	14,0	8,57	4,8	59	51,4	33,0
SA-1	10:15	11,6	8,65	4,7	55	46,3	29,0
SA-2	09:45	11,0	8,94	2,6	33	46,8	19,3

Temperatura (°C):

Los valores de la temperatura de la columna de agua del Sistema Peine, en la presente campaña, se muestran en la Tabla 3-42. Los valores registrados para esta variable oscilaron entre los 11,0 °C y 14,0 °C, en las estaciones SA-2 y PE-3 respectivamente. Por otra parte, el valor promedio para esta variable fue de 12,8 °C +/- 1,54°C (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En cuanto a la variación entre las distintas campañas de monitoreo, realizadas a la fecha (Figura 3.4-16 A), se aprecia que la mediana de temperatura del agua del año 2012 fue superior a la registrada en la campaña anterior (2011). Sin embargo se mantiene dentro del rango de variación de este parámetro en todo el período de estudio. La fluctuación interanual de la variable se refleja en el resultado del análisis de varianza, estimado a través del estadístico Kruskal-Wallis, que arroja diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas de los distintos años (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas). En cuanto al comportamiento de los datos, éstos se agruparon, mayoritariamente en el percentil 25%. Cabe destacar que en la presente campaña no hubo tanta diferencia entre ambos percentiles como en años previos. La dispersión de los datos en los percentiles 25% y 75%, fue reducida (Figura 3.4-16 A).

pH (Unidades de pH):

Los valores de pH de la columna de agua de la campaña Abril de 2012, en las estaciones de monitoreo del Sistema Peine, se presentan en la Tabla 3-42. Al igual que en campañas anteriores al 2012, las aguas presentaron un carácter alcalino. Los valores para esta variable fluctuaron entre 8,57 (PE-2 y PE-3) y 8,94 (SA-2) (Tabla 3-42). Por otra parte, el valor promedio para la presente campaña, éste fue de 8,7 +/- 0,16 unidades de pH (Tabla Estadísticas Descriptivas).

El análisis de variación interanual para el pH, se presenta en la Figura 3.4-16 B. En ésta se observa que, el valor de la mediana de la campaña 2012, fue notoriamente más alto que el registrado en la campaña previa (2011), estando el valor de la presente campaña fuera del rango histórico de fluctuación de dicha variable. Asimismo, se observa una tendencia de aumento del pH en el período 2010-2012. En cuanto al comportamiento de los valores, éstos se agruparon principalmente en el percentil 75%, mostrando una baja dispersión. El análisis de varianza llevado a cabo a través del estadístico Kruskal-Wallis demuestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de los distintos años de monitoreo (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de oxígeno disuelto en la columna de agua del Sistema Peine para la campaña 2012 se presentan en la Tabla 3-42. Se observa que dicho parámetro fluctuó entre un mínimo de 2,6 mg/L, en la estación SA-2 y un máximo de 5,2 mg/L en la estación PE-2. El valor promedio para esta variable fue de 4,8 +/- 1,08 mg/L de oxígeno (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En relación con el comportamiento interanual de esta variable, la Figura 3.4-17 A, muestra que los valores de la mediana del presente año, fueron ligeramente más bajos que los registrados en la campaña del año 2011, interrumpiendo la tendencia de incremento observada desde el monitoreo 2009. Los valores se distribuyeron principalmente en el percentil 25%. En ambos percentiles, los valores mostraron una baja dispersión (Figura 3.4-17 A).

El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias interanuales estadísticamente significativas entre los distintos monitoreos realizados a la fecha (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

Respecto de los valores de porcentaje de saturación de oxígeno (Tabla 3-42), éstos fueron muy similares a los de las campañas previas, cercanos al 50%, lo que indicaría que los aportes por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema fue limitada.

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

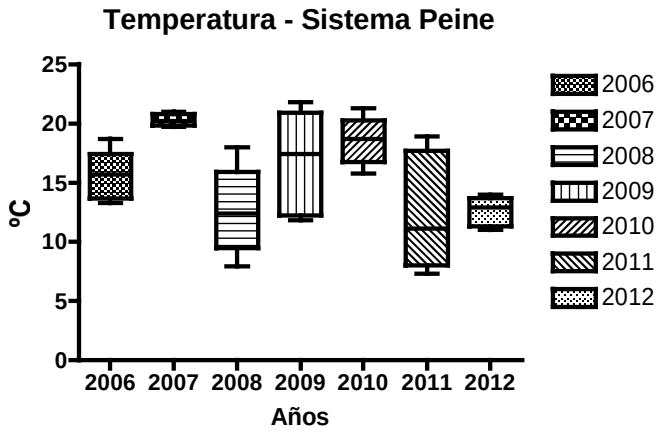
Los valores de conductividad eléctrica de la columna de agua en la campaña 2012, para las estaciones de monitoreo del Sistema Peine, se muestran en la Tabla 3-42. Para esta variable los valores fluctuaron entre 46,3 mS/cm (SA-1) y 57,3 mS/cm (PE-1). Por otra parte, el valor promedio para este parámetro fue de 50,1 +/- 4,56 mS/cm (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En la presente campaña, el valor de la mediana de conductividad del agua fue ligeramente más alto que el del año 2011 (Figura 3.4-17 B), sin embargo, permaneció dentro del rango de variación presentado a lo largo de todas las campañas realizadas a la fecha (2006-2012). Como en los cuatro últimos años, en la presente campaña, los valores de conductividad eléctrica, mostraron un estrecho rango de variación entre los percentiles 25% y 75% (Figura 3.4-17 B), aunque los datos tendieron a agruparse en el percentil 25%. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de

conductividad, entre los períodos 2006 y 2012, mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

FIGURA 3.4-16 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA Y PH EN COLUMNA DE AGUA SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA)-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

A.



B.

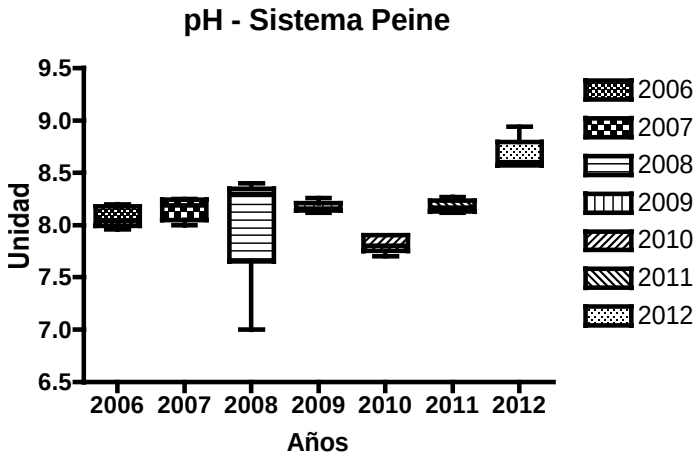
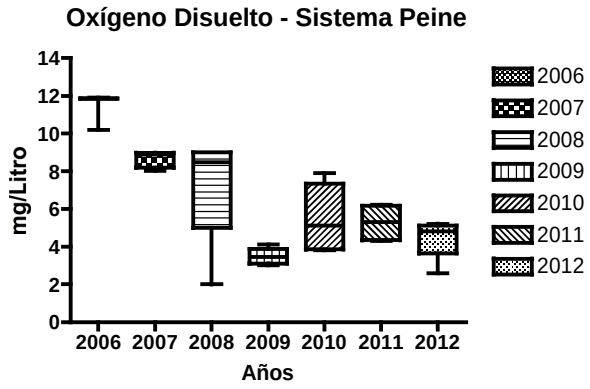
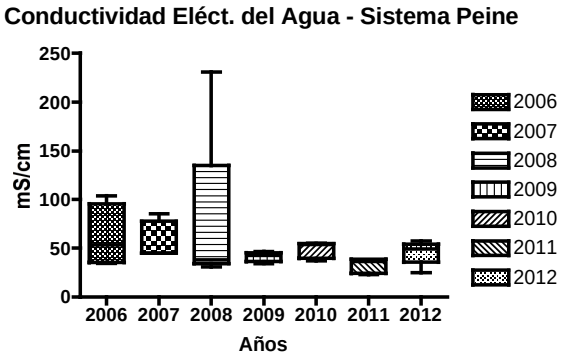


FIGURA 3.4-17 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTO, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA)-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

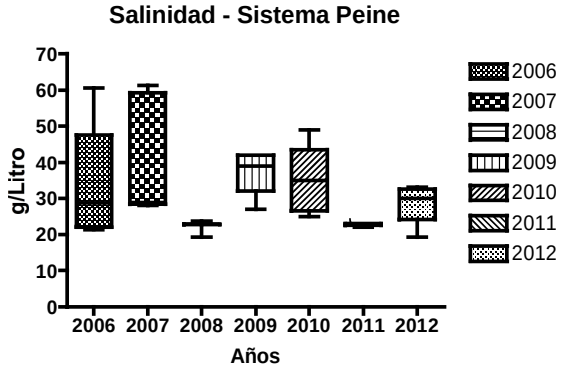
A.



B.



C.



Salinidad (g/L):

Los valores de salinidad de las estaciones del Sector Peine, correspondientes a la campaña de Abril del 2012, se presentan en la Tabla 3-42. Para todo el sistema los valores fluctuaron, estrechamente, entre 19,3 g/L (SA-2) y 33 g/L (PE-3). En cuanto al valor promedio de esta variable, éste fue 28,7 +/- 5,47 g/L (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto de la variación interanual (Figura 3.4-17 C), al igual que lo acontecido con la conductividad eléctrica del agua, se observa que el valor de la mediana de salinidad del agua de la campaña 2012, fue más alto que el del monitoreo anterior (2011), interrumpiendo una tendencia de disminución observada en el período 2009-2011. Sin embargo, pese a esta reducción, el valor de la mediana de la presente campaña, se encuentra dentro del rango de variación interanual para este parámetro en el período 2006 a 2012. El análisis de varianza mostró que hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medianas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

Conductividad de los Sedimentos y el Agua Intersticial (mS/cm):

La Tabla 3-43, contiene los datos de conductividad de los sedimentos y del agua intersticial de los puntos analizados en el Sistema Peine, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

TABLA 3-43 CONDUCTIVIDAD DEL AGUA INTERSTICIAL Y LOS SEDIMENTOS SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). CAMPAÑA DE ABRIL 2012

CÓDIGO MUESTRA UNIDAD	COND. ELÉCT. SEDIMENTOS (mS/cm)	Tª SEDIMENTOS (°C)	COND. ELÉCT. AGUA INTERSTICIAL (mS/cm)	Tª AGUA INTERSTICIAL (°C)
PE-1	39,1	12,9	32,3	12,9
PE-2	48,0	8,0	46,3	8,0
PE-3	44,5	8,9	41,4	8,9
SA-1	58,0	17,0	42,8	16,6
SA-2	41,0	19,0	36,5	19,0

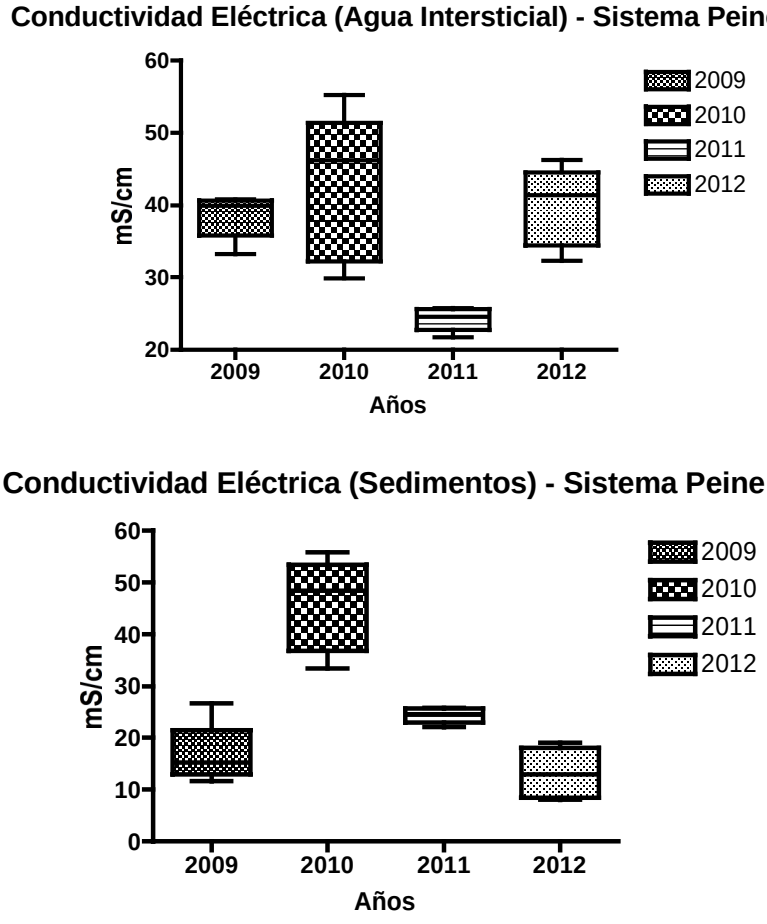
Al igual que lo observado con la conductividad eléctrica del agua, la mediana de la conductividad en el agua intersticial aumentó con respecto de lo registrado en la campaña 2011 (Figura 3.4-18 A). Contrariamente, los valores de la conductividad en los sedimentos disminuyeron respecto de la campaña anterior (2011). Esta situación indicaría que las aguas de recarga del acuífero habrían presentado un aumento de la conductividad siendo, a priori, las reducciones en el nivel menos importantes en los cambios observados en esta campaña para esta variable. Por otra parte, para ambas matrices (agua intersticial y sedimentos) la comparación de medianas arrojó diferencias estadísticamente significativas en el período 2009-2012 (Tabla 3-43). Cabe destacar que en la presente campaña, los valores de ambas matrices mostraron un rango de variación más amplio que el de la campaña 2011. En el caso de la conductividad eléctrica del agua intersticial, los datos se agruparon mayormente en el

percentil 25%, mostrando para ambos percentiles una dispersión de los datos reducida, en comparación a años anteriores (Figura 3.4-18 A). en cuanto a los datos de conductividad en

los sedimentos, éstos se agruparon equitativamente en ambos percentiles (25% y 75%), mostrando en ambos casos una dispersión muy baja de los valores.

Respecto del rango de valores, el valor mínimo se midió (en ambas matrices) en la estación PE-1 (39,1 y 32,3 mS/cm en sedimentos y agua intersticial, respectivamente). Los valores máximos correspondieron a 58 mS/cm en los sedimentos (SA-1) y 46,3 mS/cm en el agua intersticial (PE-2) (Tabla 3-43). Al igual que en campañas anteriores, cabe destacar que los valores de conductividad eléctrica de las matrices agua intersticial y sedimentos fueron más bajos que los de la columna de agua (Tabla 3-42 y Tabla 3-43).

FIGURA 3.4-18 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS SEDIMENTOS Y EL AGUA INTERSTICIAL. SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA) - SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2009 A 2012



Clorofila "a" del Fitoplancton (µg/L):

La Tabla 3-44, contiene los datos de clorofila a del fitoplancton y del perifiton en los puntos analizados en el Sistema Peine, en la presente campaña (año 2012).

TABLA 3-44 CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y PERIFITON SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). CAMPAÑA DE ABRIL 2012

VARIABLE	PUNTO DE MONITOREO				
	PE-1	PE-2	PE-3	SA-1	SA-2
Clorofila "a" Fitoplancton (µg/L)	17,80	9,48	22,96	17,80	10,32
Clorofila "a" Perifiton (µg/L)	6,89	1,66	2,06	1,63	1,90

Cabe destacar, el importante aumento de los valores de clorofila en el fitoplancton en la presente campaña, respecto de todo el período de análisis previo (2006-2011). Al igual que en campañas anteriores al 2012, la estación PE-3, muestra la presencia de una comunidad fitoplanctónica más desarrollada (Tabla 3-44). El rango de fluctuación de esta variable fue entre 9,48 µg/L en la estación PE-2 y 22,96 µg/L en la estación PE-3. Por otra parte, el valor promedio de clorofila *a* en el fitoplancton fue de 15,67 +/- 5,68 µg/L (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

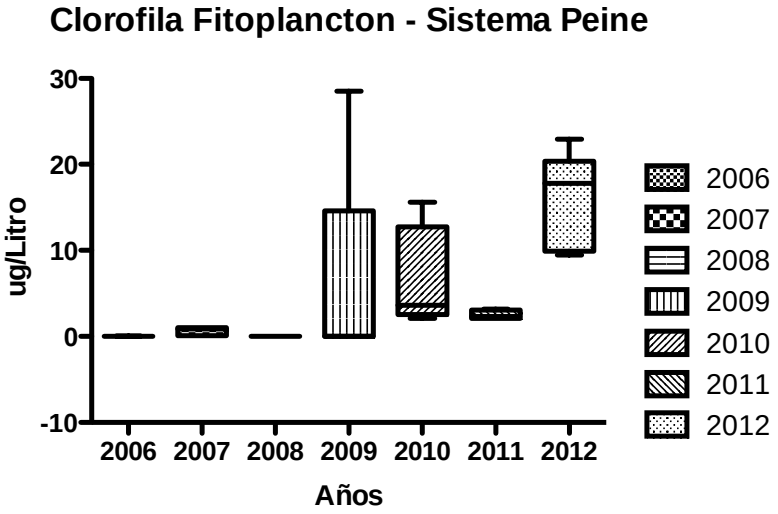
Contrariamente a lo observado en todas las campañas previas al 2012, la clorofila *a* analizada en el perifiton, mostró, en todas las estaciones, valores inferiores a los del fitoplancton; fluctuando entre 1,63 µg/L y 6,89 µg/L, en las estaciones SA-1 y PE-1, respectivamente. El valor promedio para esta variable alcanzó los 2,63 +/- 2,26 µg/L (Anexo VII: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Como fue mencionado antes, los valores de clorofila *a* del fitoplancton en la presente campaña, mostraron un notorio incremento en relación con campañas previas al 2012, presentándose fuera del rango de fluctuación observado para esta variable entre el 2006 y el 2012 (Figura 3.4-19 A). Esta situación podría interpretarse como un efecto global ya que se presentó en todas las lagunas analizadas. Así, es probable que un parámetro de efecto generalizado (recarga de agua con más nutrientes o mayor temperatura), haya causado el incrementos de esta variable. Respecto al comportamiento de los datos, la Figura 3.4-19 A, muestra que éstos se agruparon principalmente en el percentil 25%, mostrando en ambos percentiles una baja dispersión de los valores. El análisis de varianza realizado a través del test Kruskal-Wallis mostró que para esta variable si se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el período 2006 a 2012 (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

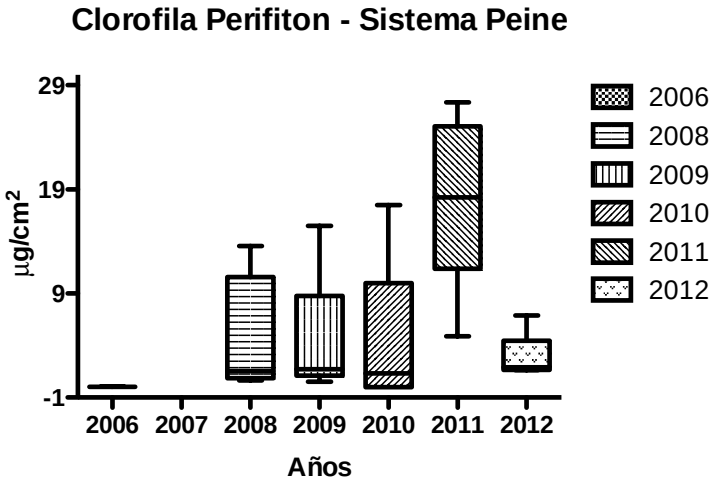
En el caso de la clorofila *a* en el perifiton, los valores analizados en la campaña del año 2012, fueron notoriamente más bajos que los registrados en la campaña 2011, no obstante fueron muy similares a los registrados en las campañas de los años 2006 a 2010 (Figura 3.4-19 B). En lo referente a la distribución de los datos, estos se agruparon principalmente en el percentil 75%, con una dispersión baja de los valores. El análisis de varianza realizado para los valores entre 2006 y 2012, arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de las distintas campañas (Anexo VII: Tablas Comparación de Medianas).

FIGURA 3.4-19 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y DEL PERIFITON. SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA)- SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006 A 2012

A.



B.



Análisis Espacial:

La Figura 3.4-20 A, muestra el pH, la temperatura y el oxígeno disuelto para todas las estaciones de la laguna Interna (PE-1 al PE-3). En cuanto al porcentaje de saturación de oxígeno (Figura 3.4-20 B), este fue notoriamente mayor en la laguna Interna respecto de las lagunas Salada y Saladita. Los anterior también se vio reflejado en los elevados valores de clorofila *a*, particularmente en el fitoplancton, los cuales habrían contribuido a saturar el agua de oxígeno. En cuanto a las variables conductividad eléctrica del agua y la salinidad, al igual que en campañas anteriores, sus valores fueron mayores en las estaciones de la laguna Interna, que en las de la laguna Saladita (Figura 3.4-20 C). No obstante, en el caso del agua

intersticial los valores más altos del sistema en su totalidad, se midieron en estas dos últimas lagunas (Figura 3.4-20 D).

FIGURA 3.4-20 VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU. SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA)-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2012

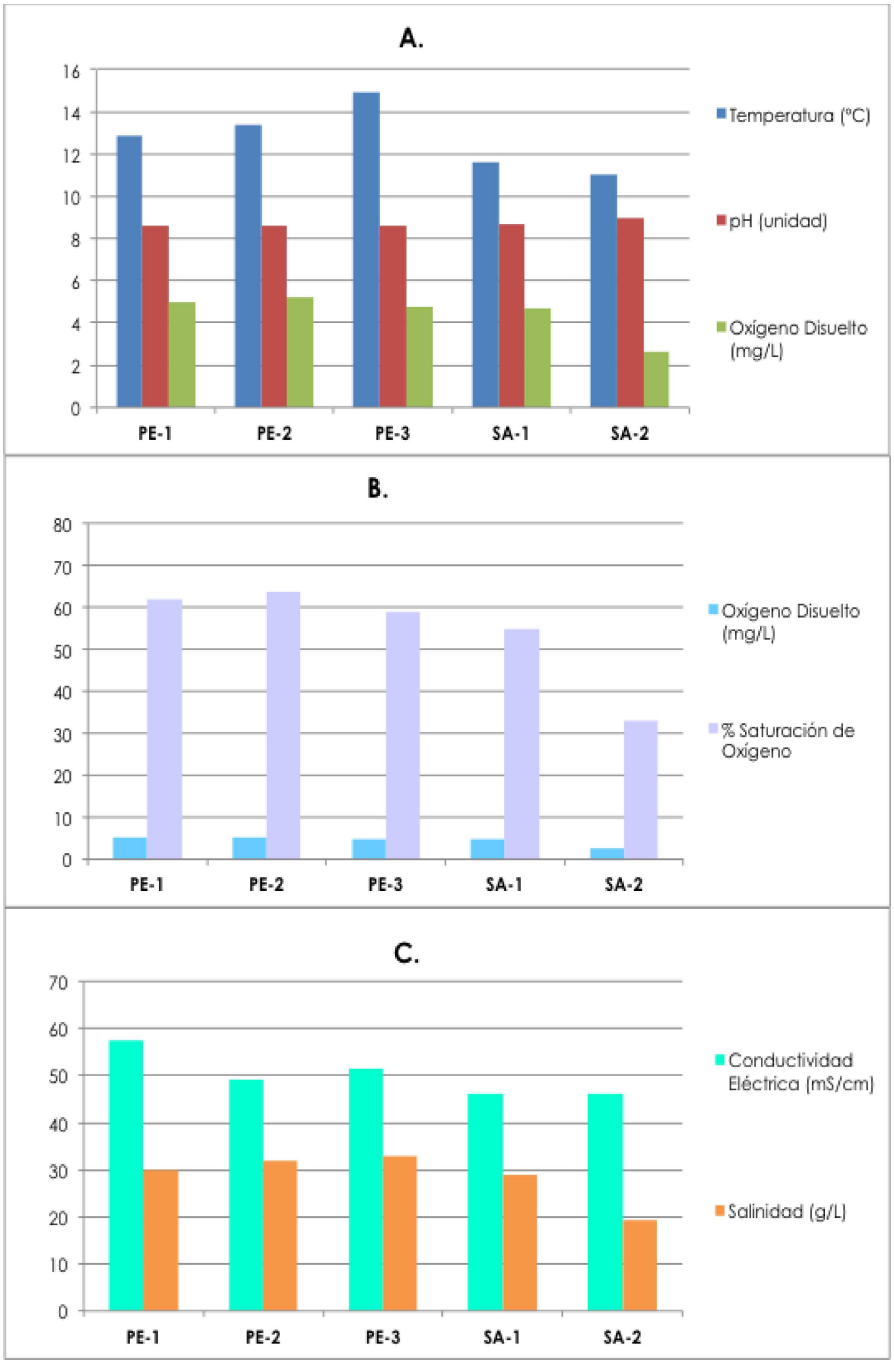
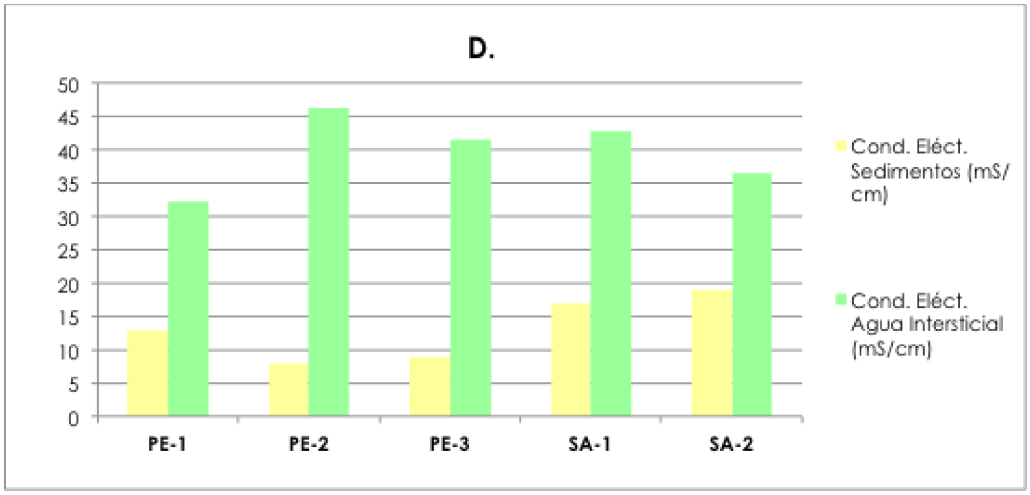


FIGURA 3.4-20 VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU. SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA)-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2012



3.4.2 Medio Biótico

3.4.2.1 Fitobentos

Diversidad General del Área

La Figura 3.4-21 A, B, C y D, muestra el análisis de los parámetros comunitarios más importantes, para la variable microalgas bentónicas en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama (Puilar, Soncor; Aguas de Quelana y Peine).

Los resultados de abundancia obtenidos para esta variable, fueron muy similares a los registrados en las campañas anteriores al 2012. Así, los valores fueron bastante heterogéneos entre las estaciones de cada sector (Figura 3.4-21 A). Cabe destacar que las mayores diferencias entre estaciones de un mismo sistema se determinaron en el Sistema Peine. Al igual que en campañas anteriores, sólo la estación SA-1 supera en cerca de un 70% el valor de abundancia de fitobentos, respecto de la abundancia promedio de todas las estaciones. En el caso del Sistema Soncor, la estación CH-1 mostró los valores más altos entre todas las estaciones de este sistema. Con respecto al Sistema Aguas de Quelana, debido a que muchas de sus estaciones se encontraban sin capa superficial de agua, no fue posible establecer patrones espaciales para la abundancia de las diatomeas.

La variación observada en cada sector tendría directa relación con las características de los hábitats (salinidad, nutrientes, oxígeno) y también con la carga genética de las poblaciones y su posibilidad de adaptarse a dichas condiciones. Esto, parece ser, puesto que no hay un patrón claro en la distribución de las abundancias, respecto de las variables más conspicuas y, *a priori*, más limitantes para el desarrollo de la biota del ecosistema (conductividad, salinidad, por ejemplo). De tal modo que en hábitats muy extremos, donde la salinidad fue

muy elevada, algunas poblaciones fueron muy abundantes (CH-1) y en otras muy pobres (Q-0).

Respecto de la riqueza de taxa, se registró un total de 108 taxa diferentes, producto del análisis de todas las estaciones de monitoreo. La Figura 3.4-21 B muestra que, los valores más altos para esta variable se registraron entre las estaciones del Sistema Peine, particularmente la estación SA-1, localizada en la Laguna Saladita y que mostró 76 taxa diferentes de diatomeas. Por el contrario la estación de monitoreo más pobre se presentó en el sector del Sistema Aguas de Quelana (Q-0) con sólo 3 taxa representados (sin considerar las estaciones sin capa de agua superficial). Este punto caracterizado por una baja diversidad de microalgas en varias campañas de monitoreo realizadas a la fecha, presentó en esta oportunidad una salinidad moderada (comparada con el resto de las estaciones analizadas). Esto último contrastaría con la hipótesis de que fuese la salinidad el patrón limitante mas importante para el desarrollo de las especies de diatomeas en el sector (como si fue considerado en monitoreos anteriores), pudiendo ser en este caso otros factores también determinantes como los nutrientes, factores de dispersión de especies, etc.

Para las abundancias relativas, hubo algunos taxa dominantes a su presencia y abundancia, en sectores específicos. Sector Puilar: *Amphora atacamana, Amphora carvajaliana y Nitzschia insconspicua*. En el Sector Soncor / Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto: *Amphora linoleata var. Calamae, Amphora carvajaliana y Nitzschia insconspicua*, fueron los taxa más frecuentes y abundantes. Para el Sector de Aguas de Quelana destaca el predominio de las especies *Brachysira aponina, Amphora carvajaliana y Nitzschia insconspicua*. Finalmente, en el Sector de Peine, los siguientes taxa fueron aquellos que hicieron un mayor aporte a la abundancia total del sistema y estuvieron presentes en todas las estaciones de monitoreo: *Amphora atacamana; Nitzschia insconspicua y Denticula valida*. Cabe destacar que los taxa mayormente representados en cada sistema analizado, fueron prácticamente los mismos que los taxa dominantes en monitoreo anteriores al 2012, realizados en los mismos sitios.

Respecto de los índices de biodiversidad, la Figura 3.4-21 C y D, representan el comportamiento del Índice de Shannon-Wienner (H) y el Índice de Evenness (W), respectivamente, para los datos de diatomeas bentónicas de la campaña 2012. En relación con el comportamiento general de ambas variables, contrariamente a lo observado en campañas previas, se aprecia que hubo bastante homogeneidad entre los sectores monitoreados y entre las estaciones de cada sector, con excepción del Sistema Aguas de Quelana, donde se determinó un valor muy bajo en la estación Q-0 y donde además, muchas de éstas se encontraban sin cubierta de agua superficial. Mientras que el valor de H fluctuó entr 1,1 (Q-0) y 3,9 (BN-3 y SA-1), los valores de Evenness variaron entre 0,87 en CH-1 y 1,0 en Q-0, aunque en este último caso sólo se determinó la presencia de tres taxa. Al igual que en campañas anteriores al 2012, todas las estaciones de monitoreo, mostraron valores de equidad por encima de 0,8 (Figura 3.4-21 D), indicando que no hubo taxa dominantes por cada punto.

FIGURA 3.4-21 ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS

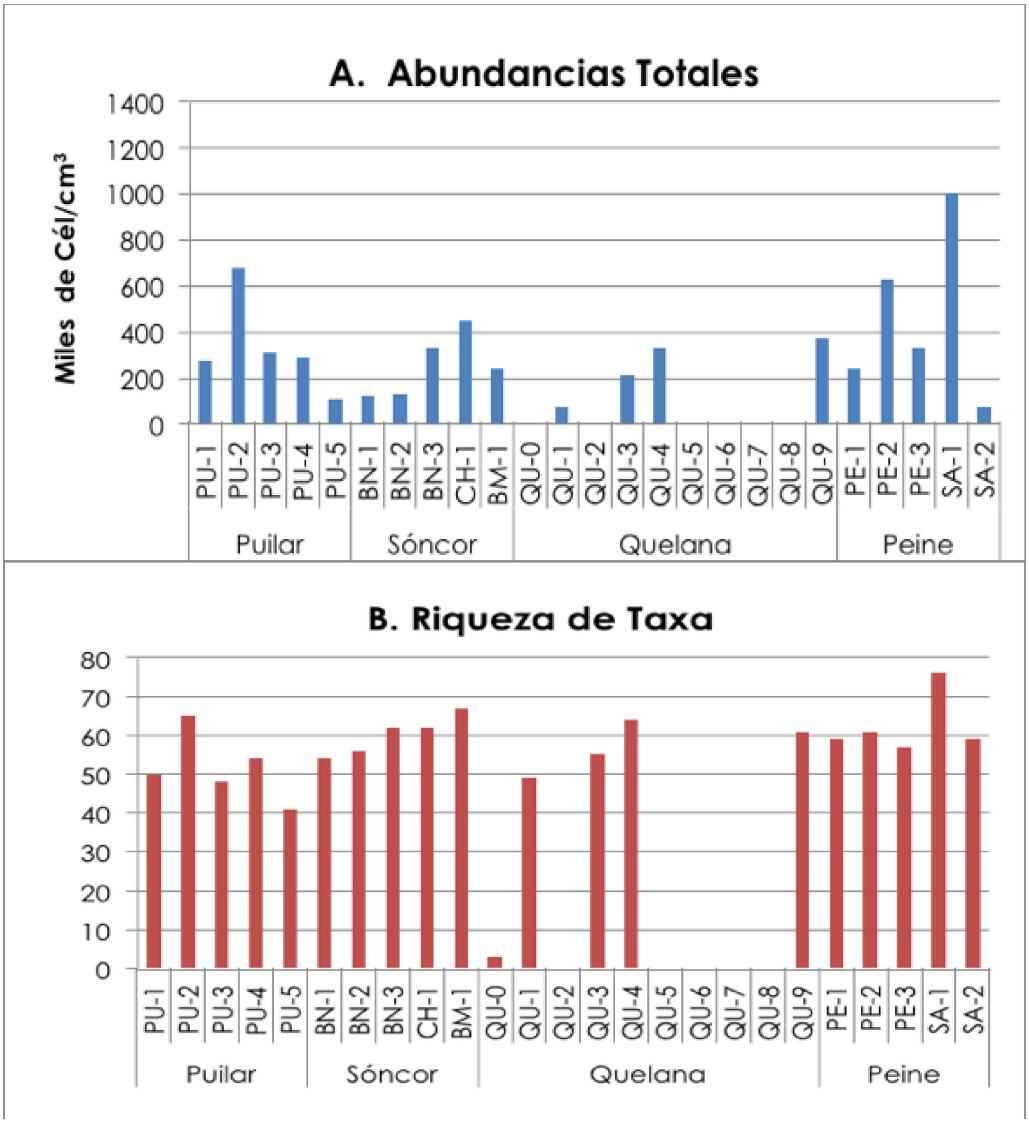
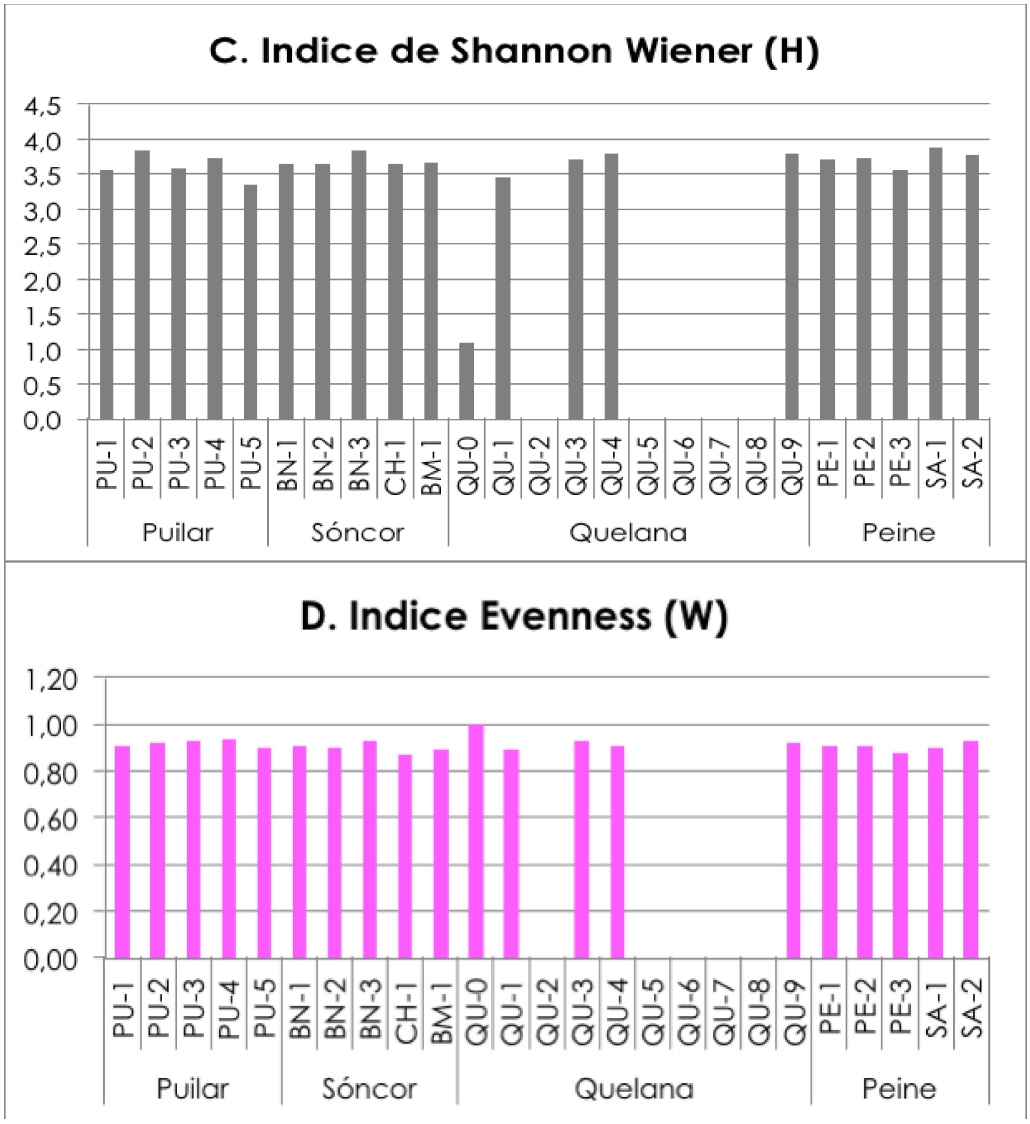


FIGURA 3.4-21 ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS



h. Sector Soncor: Laguna Puilar

Diversidad General del Área de Estudio

Se determinó un total de 77 taxa de diatomeas bentónicas entre las 5 estaciones de monitoreo analizadas. Al igual que en la campaña 2011, el número mayor de taxa y la mayor riqueza de especies se registró en la estación PU-2. Respecto de los taxa que presentaron una mayor representatividad (frecuencia y abundancia), al igual que en la mayoría de las

campañas anteriores éstas fueron: *Amphora atacama, Nitzschia insconspicua*, *Planothidium delicatulum* y *Craticula grunowii*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-45, se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al sistema Puilar. Además, la Figura 3.4-22, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa de fitobentos en todo el sector monitoreado, en la presente campaña (2012). Respecto del rango de valores para este parámetro, el valor máximo de riqueza se obtuvo en la estación PU-2 y fue de 65 taxa, mientras que el mínimo se determinó en la estación PU-5 y fue de 41 taxa. En cuanto a la riqueza total, es decir considerando todos los taxa presentes en el sector, ésta alcanzó a los 77 taxa (Anexo VIII: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/cm^3)

En la Tabla 3-45, se muestran los valores de abundancia total de diatomeas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar. Además, la Figura 3.4-22, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total de fitobentos en todo el sector monitoreado. En cuanto al rango de valores para esta variable, éste fue de 112.000 Cél/cm^3 y 682.000 Cél/cm^3 en las estaciones PU-5 y PU-2 respectivamente. En tanto, el valor promedio para todo el sector fue de 334.040 +/- 209.990 Cél/cm^3 (Anexo VIII: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W):

Respecto de la diversidad de las poblaciones fitobentónicas del Sistema Puilar, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que este parámetro fluctuó entre 3,36 y 3,84 (estaciones PU-5 y PU-2 respectivamente), correspondiente a un sector del canal del Sistema Puilar. Por otra parte, el Índice de Equidad (Evenness) fluctuó entre 0,90 (estación PU-5) y 0,94 (en la estación PU-4). Considerando todos los sistemas analizados, el Sector Puilar presentó altos valores de diversidad y equidad en su comunidad fitobentónica, lo cual coincide con observaciones hechas en campañas anteriores al 2012.

TABLA 3-45 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE PUILAR. ABRIL 2012

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Achanthidium minutissimum	1600	0,58	8000	1,17	2400	0,78			1600	1,43
Achnanthes atacamae	3200	1,16	6400	0,94						
Achnanthes brevipes	2400	0,87	4800	0,70	2400	0,78	3200	1,10	800	0,71
Achnanthes speciosa	2400	0,87	4800	0,70	2400	0,78	1600	0,55	400	0,36
Achnathes submarina			6400	0,94	800	0,26				
Achnanthes thermalis					3200	1,03				
Amphora acutiuscula			6400	0,94	6400	2,07	4800	1,65	2000	1,79

TABLA 3-45 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE PUILAR. ABRIL 2012

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Amphora atacamae	5600	2,03	12800	1,88	10400	3,36	8000	2,75	5600	5,00
Amphora atacamana	14400	5,22	27200	3,99	14400	4,65	12800	4,41	11200	10,00
Amphora boliviana	4800	1,74	9600	1,41	4000	1,29	4800	1,65	2800	2,50
Amphora boliviana cf elongata			4800	0,70					1200	1,07
Amphora carvajaliana	3200	1,16	24000	3,52	12800	4,13	8800	3,03		
Amphora coffeaeformis	10400	3,77	9600	1,41	8800	2,84	6400	2,20	5200	4,64
Amphora ehrenberg sp1			3200	0,47						
Amphora lineolata var calamae	8000	2,90	30400	4,46	12000	3,88	14400	4,96	7600	6,79
Amphora subrobusta			3200	0,47			1600	0,55	800	0,71
Amphora venetta	4000	1,45	9600	1,41	4800	1,55	3200	1,10	2400	2,14
Anomeoneis sphaerophora f. costata	800	0,29	1600	0,23	1600	0,52	1600	0,55		
Anomeoneis sphaerophora var angusta			1600	0,23						
Brachysira aponina							1600	0,55		
Campylodiscus bicostatus	4000	1,45	8000	1,17	4000	1,29	4000	1,38		
Coconeis placentula var euglypta	3200	1,16	11200	1,64	5600	1,81	4800	1,65	1200	1,07
Craticula buderi	7200	2,61	9600	1,41	6400	2,07	7200	2,48	3200	2,86
Craticula grunowii sp1	14400	5,22	38400	5,63	15200	4,91	10400	3,58	2400	2,14
Craticula halophila	4800	1,74	11200	1,64	2400	0,78	4000	1,38	1600	1,43
Cymbella microcephala	1600	0,58					3200	1,10		
Cymtella pusilla	3200	1,16	12800	1,88			1600	0,55		
Cymbellonitzschia sp1			4800	0,70			1600	0,55		
Denticula elegans	4000	1,45	6400	0,94	3200	1,03	3200	1,10	1200	1,07
Denticula kuetzinguii	8800	3,19	11800	1,73	11200	3,62	12800	4,41	6000	5,36
Denticula subtilis			2200	0,32			3200	1,10		
Denticulathermalis	2400	0,87	9600	1,41	4800	1,55			2800	2,50
Denticula valida	12800	4,64	24000	3,52	16800	5,43	11200	3,86	6400	5,71

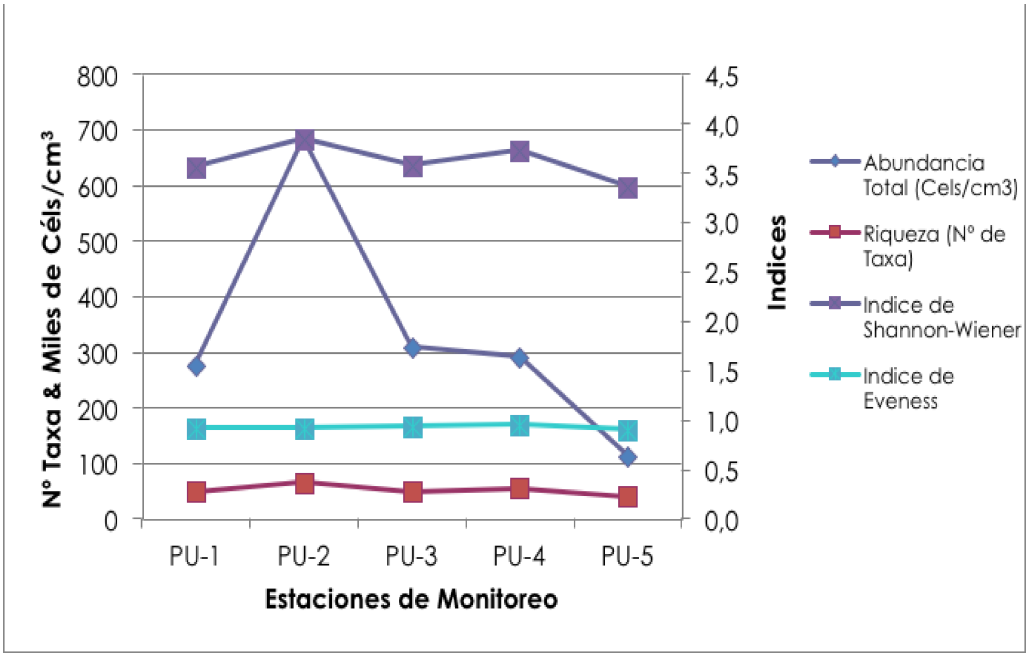
TABLA 3-45 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE PUILAR. ABRIL 2012

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Diploneis minuta	800	0,29	4800	0,70						
Diploneis smithii var dilatata	800	0,29			800	0,26	1600	0,55		
Diploneis stauroneisformis	3200	1,16	6400	0,94			3200	1,10	1200	1,07
Entomoneis paludosa					1600	0,52				
Fallacia diploneoides			1600	0,23			1600	0,55		
Fallacia pygmaea			3200	0,47			1600	0,55		
Fragilaria pinnata			9600	1,41			3200	1,10		
Mastogloia atacamana			3200	0,47			800	0,28		
Mastogloia braunii	1600	0,58	8000	1,171	2400	0,78	4000	1,38		
Mastogloia elliptica			1600	0,23			800	0,28		
Mastogloia smithii	6400	2,32	19200	2,81	6400	2,07	7200	2,48		
Navicula atacamana			9600	1,41						
Navicula bory			4800	0,70			1600	0,55		
Navicula cryptonella	3200	1,16	4200	0,62	2400	0,78			1600	1,43
Navicula radiosa	2400	0,87	4800	0,70	2400	0,78	4000	1,38		
Navicula salinicola	9600	3,48	20800	3,05	8000	2,58	9600	3,31	3600	3,21
Navicula salinicola var boliviana	4000	1,45	11200	1,64	3200	1,03	3200	1,10	1200	1,07
Navicula tripunctata			3200	0,47						
Navicula veneta	4800	1,74	8000	1,17	4800	1,55	6400	2,20	2400	2,14
Nitzschia atacamana	3200	1,16								
Nitzschia accedens var chilensis					4000	1,28	5600	1,93		
Nitzschia bacilum	1600	0,58	6400	0,94	4000	1,29				
Nitzschia compressa			3200	0,47					8000	0,71
Nitzschia grunowii			6400	0,94						
Nçitzschia hassall aff. fonticola Grunow	4800	1,74	12800	1,88	6400	2,07				
Nitzschia hungarica	1600	0,58					1600	0,55	400	0,36

TABLA 3-45 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE PUILAR. ABRIL 2012

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Nitzschia inconspicua	19200	6,96	62400	9,15	25600	8,27	20800	7,16	9200	8,21
Nitzschia lacunarum							4000	1,38	1200	1,07
Nitzschia latens			8000	1,17	4800	1,55	2400	0,83		
Nitzschia liebertruthii			9600	1,41			3200	1,10	800	0,71
Nitzschia ovalis	2400	0,87							400	0,36
Nitzschia pusilla			4800	0,70	3200	1,03				
Nitzschia valdescostata	4000	1,45	8000	1,17			4000	1,38	1600	1,43
Nitzschia valdestriata	7200	2,61	28800	4,22	18400	5,94	4800	1,65	4400	3,393
Planothidium chilensis	4800	1,74								
Planothidium delicatulum	33600	12,17	24000	3,52	12800	4,13	11200	3,86	7200	6,43
Planothidium lanceolatum	11200	4,06	11200	1,64	5600	1,81	6400	2,20	2400	2,14
Pinnularia viridis	2400	0,87					3200	1,10	1200	1,07
Rhopalodia acuminata	2400	0,87	8000	1,171	7200	2,33	10400	3,58	1600	1,43
Rhopalodia constricta	3200	1,16	3200	0,47	4800	1,55	7200	2,48	1200	1,07
Rhopalodia wetzeli	5600	2,03	16000	2,35	14400	4,65	12000	4,13	1200	1,07
Sellaphora laevissima					2400	0,78				
Stauroneis aff atacamae			4800	0,70	1600	0,52			800	0,71
Surillera sella			3200	0,47						
Surirella wetzelli	2400	0,87	12800	1,88	4000	1,29	4800	1,65	1200	1,07
Abundancia Total (cél/ml)	**276000**	**100**	**682200**	**100**	**309600**	**100**	**290400**	**100**	**112000**	**100**
Riqueza (N°) de Taxa	**50**		**65**		**48**		**54**		**41**	

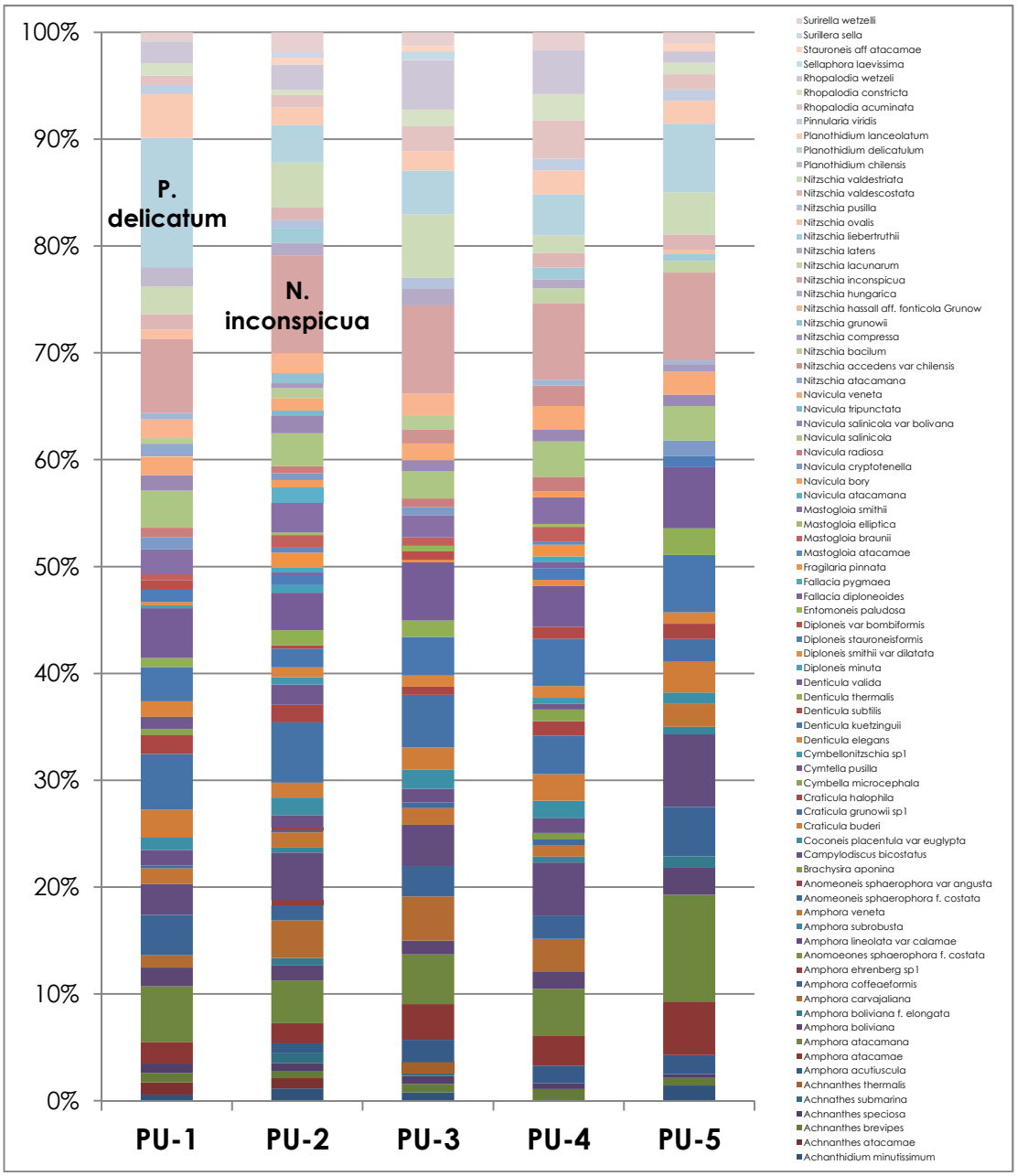
FIGURA 3.4-22 PARÁMETROS COMUNITARIOS EVALUADOS EN EL SECTOR PUILAR. ABRIL 2012



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-23, muestra la distribución de las abundancias relativas de las diatomeas bentónicas en las estaciones del Sistema Puilar. En la Figura se destacan aquellos taxa que alcanzaron un valor igual o superior al 10% de abundancia relativa. Así, se observa que en la mayoría de las estaciones las especies *Amphora atacamana, Nitzschia insconspicua, Planothidium delicatulum y Craticula grunowii,* aportaron notablemente con su abundancia a la abundancia total, representando cerca del 19% de la abundancia de toda la población de fitobentos presente en todo el sector. (Figura 3.4-23).

FIGURA 3.4-23 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR PUILAR. ABRIL 2012. SE DESTACAN AQUELLOS TAXA QUE REPRESENTAN ABUNDANCIAS RELATIVAS > 10%



i. Sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto

Diversidad General del Área de Estudio

El número de taxa total correspondió a 65 taxa en el conjunto de estaciones de monitoreo analizadas (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). Del total solo 20 taxa estuvieron presentes en las cinco estaciones de muestreo del sector. De éstos, los más abundantes correspondieron a: *Amphora lineolata* var. calamae; *Nitzschia insconspicua* y *A. carvajaliana*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-46, Tabla 3-47 y Tabla 3-48, se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Soncor, representado por las lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto. Además, la Figura 3.4-24, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa de fitobentos en todo el sector monitoreado. Los valores para esta variable determinados por laguna analizada fueron: Barros Negros con 66 taxa; Chaxa con 62 taxa, y Burro Muertocon 67 taxa. Así, al igual que en la mayoría de las campañas previas, el valor máximo de riqueza se obtuvo en la estación BM-1 (Canal Burro Muerto), mientras que l valor más bajo se presentó en la estación BN-3 (laguna Barros Negros), con un total de 41 taxa. En relación con el valor promedio de la riqueza de taxa en todo el sector, ésta alcanzó 52 +/- 11 taxa.

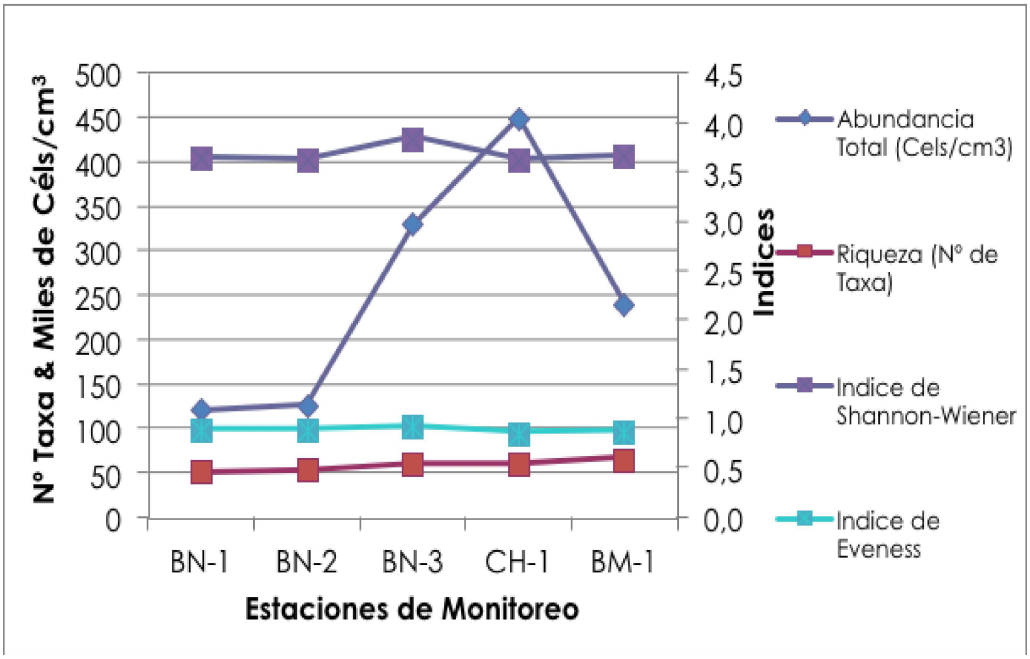
Abundancia Total (Cél/cm^3)

En la Tabla 3-46, Tabla 3-47 y Tabla 3-48, se presentan los valores de abundancia total de diatomeas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Soncor, para sus diferentes lagunas (Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto). Por otra parte, la Figura 3.4-24, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total de fitobentos en todo el sector monitoreado. El rango de fluctuación de esta variable para las estaciones de monitoreo señaladas fue de 58.800 Cél/cm^3 y 450.400 Cél/cm^3 en las estaciones BN-3 y CH-1 respectivamente. Respecto del valor promedio, considerando las tres lagunas analizadas éste fue de 291.840 +/- 150.187 Cél/cm^3. Al igual que lo registrado para la riqueza de taxa, los valores de la presente campaña, fueron muy conservativos respecto de lo registrado en el monitoreo previo (2011).

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W):

Respecto a la diversidad de las poblaciones de diatomeas bentónicas de las distintas lagunas que conforman el Sistema Soncor (Figura 3.4-24), la Tabla de Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que la estación con mayor diversidad fue BN-3 (H: 3,7), correspondiente a un sector del Canal Burro Muerto, mientras que el valor más bajo se determinó en la estación BN-3 (H: 3,85), correspondiente a un sector de laguna. Por otra parte, el Índice de Equidad más alto medido en todo el sector, se midió en la estación de monitoreo BN-1 (W: 0,92). Así, se destaca que pese a que la laguna Barros Negros (BN-3) mostró valores bajos de riqueza (comparado con el resto de estaciones), expresada a través de su valor de diversidad (H), esta misma estación presentó una alta equidad, lo que significa que los taxa presentes estuvieron más equitativamente representados.

FIGURA 3.4-24 PARÁMETROS COMUNITARIOS EVALUADOS EN EL SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS (BN); CHAXA (CH) Y BURRO MUERTO (BM). ABRIL 2012



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-25, Figura 3.4-26 y Figura 3.4-27, muestra los porcentajes de abundancias relativas de las diatomeas bentónicas en las estaciones del Sistema Soncor y sus lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto. En ésta se destacan aquellos taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de abundancia relativa. Así, se observa que para todas las lagunas analizadas (Barros Negros, Burro Muerto y Chaxa), *Amphora carvajaliana* fue la diatomea más abundante, transformándose en el taxa con mayor distribución y abundancia en todo el Sistema Soncor.

TABLA 3-46 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR SONCOR LAGUNA BARROS NEGROS. ABRIL 2012

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Achanthidium minutissimum					4000	1,21
Achnanthes atacamae			1200	0,94		
Achnanthes brevipes	800	0,65	800	0,63	2400	0,72
Achnanthes speciosa	400	0,32	800	0,63	2400	0,72
Achnathes submarina			400	0,31	1600	0,48
Amphora acutiuscula	1600	1,30	2400	1,88	6400	1,93
Amphora atacamae	2400	1,95	4800	3,75	8800	2,66
Amphora atacamana	5200	4,22	7600	5,94	14400	4,35
Amphora boliviana	2000	1,62	1600	1,25	6400	1,93
Amphora boliviana f. elongata	800	0,65			2400	0,72
Amphora carvajaliana	11200	9,09	15600	12,19	16800	5,07
Amphora coffeaeformis			4000	3,13	8000	2,42
Amphora lineolata var calamae	3200	2,60	5200	4,06	13600	4,11
Amphora subrobusta					1600	0,48
Amphora venetta	2400	1,95	2000	1,56	4000	1,21
Anomeoneis sphaerophora f. costata	800	0,65	1200	0,94	800	0,24
Brachyra atacamae	400	0,32	1200	0,94		
Brachysira aponina	800	0,65	800	0,63		
Campylodiscus bicostatus	2800	2,27	2400	1,88	4800	1,45
Coconeis placentula var euglypta	1600	1,30	2000	1,56	5600	1,69
Craticula buderi	2400	1,95			7200	2,17
Craticula grunowii sp1	2800	2,27			12800	3,86
Craticula halophila	4000	3,25			16800	5,07
Craticula microcephala	800	0,65			3200	0,97
Cymtella pusilla			800	0,63	2400	0,72
Cymbellonitzschia sp1	800	0,65	400	0,31	1600	0,48
Denticula kuetzinguii	3600	2,92	3600	2,81	9600	2,90
Denticula subtilis	800	0,65	1200	0,94	2400	0,72
Denticula thermalis	2000	1,62	2800	2,19	5600	1,69
Denticula valida	6000	4,87	5600	4,38	12000	3,62
Diploneis stauroneisformis	1200	0,97	1200	0,94	4000	1,21
Diploneis smithii var dilatata			400	0,31		

TABLA 3-46 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR SONCOR LAGUNA BARROS NEGROS. ABRIL 2012

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Diploneis var bombiformis			800	0,63	2400	0,72
Entomoneis paludosa	400	0,32	800	0,63	2400	0,72
Fragilaria pinnata	2000	1,62	2000	1,56	5600	1,69
Mastogloia atacamae	400	0,32	800	0,63		
Mastogloia braunii	1600	1,30	1600	1,25	4000	1,21
Mastogloia smithii	4000	3,25	4400	3,44	7200	2,17
Navicula atacamana	1200	0,97	1600	1,25	3200	0,97
Navicula bory	800	0,65	400	0,31	2400	0,72
Navicula carvajaliana v. carvajaliana					3200	0,97
Navicula cryptonella	2400	1,95	2400	1,88	1600	0,48
Navicula radiosa	2000	1,62	1600	1,25	2400	0,72
Navicula salinicola	3200	2,60	3200	2,50	6400	1,93
Navicula salinicola var bolivana					1600	0,48
Navicula veneta	2400	1,95	2000	1,56	7200	2,17
Nitzschia angustata	800	0,65	1600	1,25	2400	0,72
Nitzschia bacilum	1600	1,30	2400	1,88	5600	1,69
Nitzschia compressa	400	0,32	800	0,63	1600	0,48
Nitzschia hassall aff. fonticola Grunow					4800	1,45
Nitzschia hungarica	800	0,65	400	0,31	1600	0,48
Nitzschia inconspicua	7200	5,84	7600	5,94	20800	6,28
Nitzschia lacunarum	3200	2,60	2000	1,56	4000	1,21
Nitzschia liebertruthii	2000	1,62	1200	0,944	6400	1,93
Nitzschia ovalis	800	0,65	400	0,31	1600	0,48
Nitzschia pusilla	2400	1,95	2800	2,19	3200	0,97
Nitzschia valdescostata	1600	1,30	2400	1,88	5600	1,69
Nitzschia valdestriata	2800	2,27	1600	1,25	9600	2,90
Pinnularia viridis			1200	0,94	3200	0,94
Planothidium delicatulum	9600	7,79	4800	3,75	10400	3,14
Planothidium lanceolatum			2400	1,88	4800	1,45
Rhopalodia acuminata	2000	1,62	1200	0,94	2400	0,72
Rhopalodia constricta	1200	0,97	800	0,63	1600	0,48
Rhopalodia wetzeli	3600	2,92	2000	1,56	6400	1,93
Sellaphora laevissima	800	0,65			800	0,24

TABLA 3-46 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR SONCOR LAGUNA BARROS NEGROS. ABRIL 2012

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Stauroneis cf atacamae	800	0,65			1600	0,48
Surillera sella			400	0,31		
Surirella wetzelli	400	0,32	400	0,31	1600	0,48
Abundancia Total (cél/ml)	**123200**	**100,0**	**128000**	**100,0**	**331200**	**100,0**
Riqueza (N°) de Taxa	**54**		**56**		**62**	

TABLA 3-47 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR SONCOR LAGUNA CHAXA. ABRIL 2012

CH-1					
TAXA	**(Céls/ml)**	**%**	**TAXA**	**(Céls/ml)**	**%**
Achanthidium minutissimum	3200	0,71	*Mastogloia smithii*	1200	2,66
Achnanthes brevipes	3200	0,71	*Navicula atacamana*	1600	0,36
Achnanthes speciosa	2400	0,53	*Navicula bory*	1600	0,36
Achnanthes submarina	1600	0,36	*Navicula carvajaliana v carvajaliana*	3200	0,71
Achnanthes thermalis	4000	0,89	*Navicula cryptotenella*	4800	1,07
Amphora acutiuscula	12800	2,84	*Navicula radiosa*	4000	0,89
Amphora atacamae	12000	2,66	*Navicula salinicola*	7200	1,60
Amphora atacamana	22400	4,97	*Navicula salinicola var bolivana*	2400	0,53
Amphora boliviana	8000	1,78	*Navicula tripunctata*	4000	0,89
Amphora boliviana f. elongata	3200	0,71	*Navicula veneta*	3200	0,71
Amphora carvajaliana	54400	12,08	*Nitzschia angustata*	4800	1,07
Amphora coffeaeformis	16800	3,73	*Nitzschia bacilum*	6400	1,42
Amphora lineolata var calamae	26400	5,86	*Nitzschia compressa*	800	0,18
Anomeoneis sphaerophora cf costata	2400	0,53	*Nitzschia hungarica*	2400	0,53
Anomeoneis sphaerophora var angusta	1600	0,36	*Nitzschia inconspicua*	24800	5,51
Brachysira atacamae	1600	0,36	*Nitzschia lacunarum*	4800	1,07
Campylodiscus bicostatus	4800	1,07	*Nitzschia latens*	3200	0,71
Coconeis placentula var euglypta	4000	0,89	*Nitzschia liebertruthii*	6400	1,42
Craticula buderi	9600	2,13	*Nitzschia pusilla*	3200	0,71
Craticula grunowii sp1	14400	3,20	*Nitzschia valdescostata*	8800	1,95

TABLA 3-47 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR SONCOR LAGUNA CHAXA. ABRIL 2012

CH-1					
TAXA	**(Céls/ml)**	**%**	**TAXA**	**(Céls/ml)**	**%**
Craticula halophila	16800	3,73	*Nitzschia valdestriata*	16800	3,73
Cymbellonitzschia sp1	2400	0,53	*Pinnularia viridis*	4800	1,07
Denticula elegans	1600	0,36	*Planothidium delicatulum*	12000	2,66
Denticula kuetzinguii	12800	2,84	*Planothidium lanceolatum*	5600	1,24
Denticula termalis	4800	1,07	*Rhopalodia acuminata*	4800	1,07
Denticula valida	15200	3,37	*Rhopalodia constricta*	3200	0,71
Diploneis smithii var dilatata	1600	0,36	*Rhopalodia wetzeli*	8000	1,78
Diploneis stauroneisformis	2400	0,53	*Sellaphora laevissima*	1600	0,36
Diploneis var bombiformis	4000	0,89	*Stauroneis cf atacamae*	2400	0,53
Entomoneis paludosa	1600	0,36	*Surirella wetzelli*	800	0,18
Mastogloia atacamae	800	0,18	**Abundancia Total (cél/ml)**	**450400**	**100**
Mastogloia braunii	8000	1,78	**Riqueza (N°) de Taxa**	**62**	

TABLA 3-48 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR SONCOR BURRO MUERTO. ABRIL 2012

BM-1					
TAXA	**(Céls/ml)**	**%**	**TAXA**	**(Céls/ml)**	**%**
Achanthidium minutissimum	1200	0,50	*Mastogloia smithii*	6400	2,65
Achnanthes brevipes	800	0,33	*Navicula atacamana*	*1200*	*0,50*
Achnanthes speciosa	800	0,33	*Navicula bory*	1200	0,50
Achnathes submarina	400	0,17	*Navicula cryptonella*	3200	1,32
Amphora acutiuscula	8800	3,64	*Navicula radiosa*	1600	0,66
Amphora atacamae	5600	2,32	*Navicula salinicola*	5200	2,15
Amphora atacamana	11200	4,64	*Navicula salinicola var bolivana*	2000	0,83
Amphora boliviana	4800	1,99	*Navicula tripunctata*	2800	1,16
Amphora boliviana f. elongata	1600	0,66	*Navicula veneta*	3200	1,32
Amphora carvajaliana	10000	4,14	*Nitzschia accedens var chilensis*	3600	1,49
Amphora coffeaeformis	7600	3,15	*Nitzschia angustata*	1200	0,50
Amphora lineolata var calamae	12400	5,13	*Nitzschia bacilum*	4000	1,66
Amphora subrobusta	1200	0,50	*Nitzschia compressa*	800	0,33
Amphora venetta	2800	1,16	*Nitzschia grunowii*	800	0,33
Anomeoneis sphaerophora f. costata	800	0,33	*Nitzschia hassall aff. fanticola Grunow*	5200	2,15

TABLA 3-48 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR SONCOR BURRO MUERTO. ABRIL 2012

BM-1					
TAXA	**(Céls/ml)**	**%**	**TAXA**	**(Céls/ml)**	**%**
Brachysira aponina	800	0,33	*Nitzschia hungarica*	800	0,33
Campylodiscus bicostatus	7200	2,98	*Nitzschia inconspicua*	17200	7,12
Coconeis placentula var euglypta	3200	1,32	*Nitzschia lacunarum*	2800	1,16
Craticula buderi	6800	2,81	*Nitzschia liebertruthii*	1600	0,66
Craticula grunowii sp1	5200	2,15	*Nitzschia ovalis*	1200	0,50
Craticula halophila	4400	1,82	*Nitzschia pusilla*	2000	0,83
Cymtella pusilla	800	0,33	*Nitzschia valdescostata*	6000	2,48
Cymbella microcephala	1600	0,66	*Nitzschia valdestriata*	4800	1,99
Cymbellonitzschia sp1	1200	0,50	*Planothidium chilensis*	1600	0,66
Denticula elegans	2000	0,83	*Planothidium delicatulum*	11600	4,80
Denticula kuetzinguii	6400	2,65	*Planothidium lanceolatum*	2800	1,16
Denticula subtilis	2400	0,99	*Pinnularia viridis*	2400	0,99
Denticula thermalis	4000	1,66	*Rhopalodia acuminata*	1200	0,50
Denticula valida	9200	3,81	*Rhopalodia constricta*	800	0,33
Diploneis stauroneisformis	4000	1,66	*Rhopalodia wetzeli*	1600	0,66
Diploneis var bombiformis	1600	0,66	*Stauroneis aff atacamae*	1200	0,50
Entomoneis paludosa	800	0,33	*Surirella wetzelli*	400	0,17
Fragilaria pinnata	2000	0,83	**Abundancia Total (cél/ml)**	**241600**	**100,0**
Mastogloia atacamae	800	0,33	**Riqueza (N°) de Taxa**	**67**	
Mastogloia braunii	4800	1,99			

FIGURA 3.4-25 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR SONCOR, LAGUNA BARROS NEGROS. ABRIL 2012. SE DESTACAN AQUELLOS TAXA QUE REPRESENTAN ABUNDANCIAS RELATIVAS > 10%

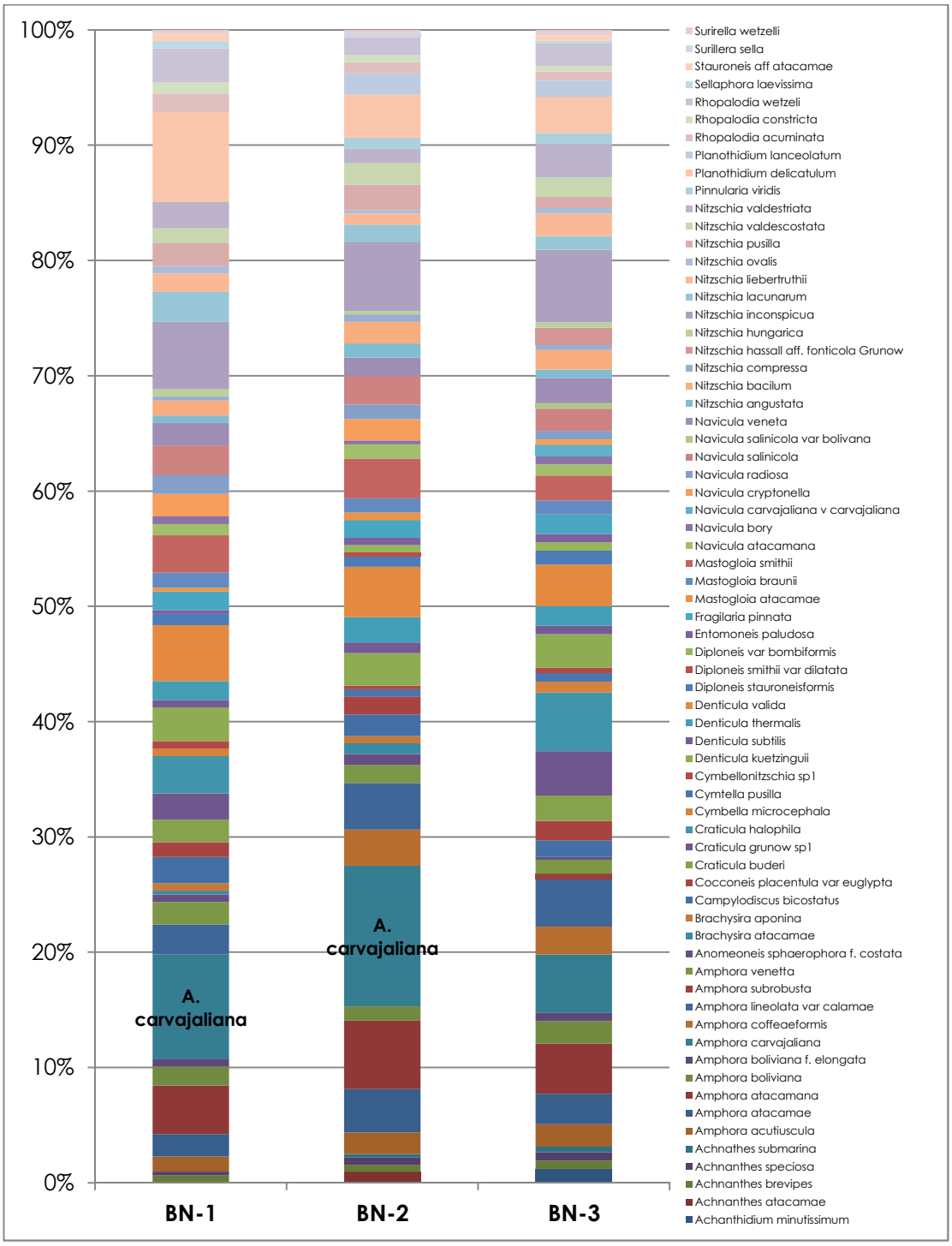


FIGURA 3.4-26 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR SONCOR, LAGUNA CHAXA. ABRIL 2012. SE DESTACAN AQUELLOS TAXA QUE REPRESENTAN ABUNDANCIAS RELATIVAS > 10%

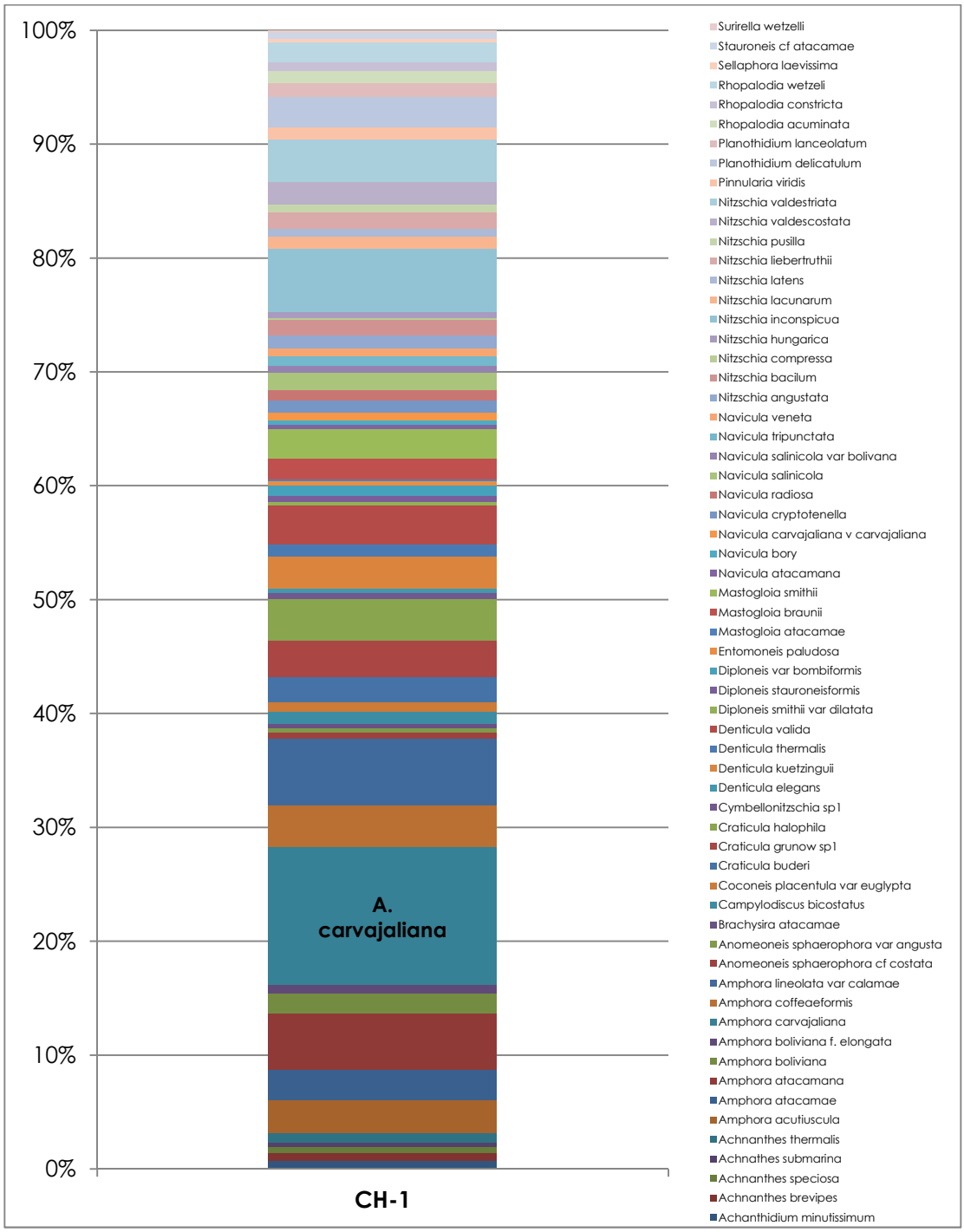
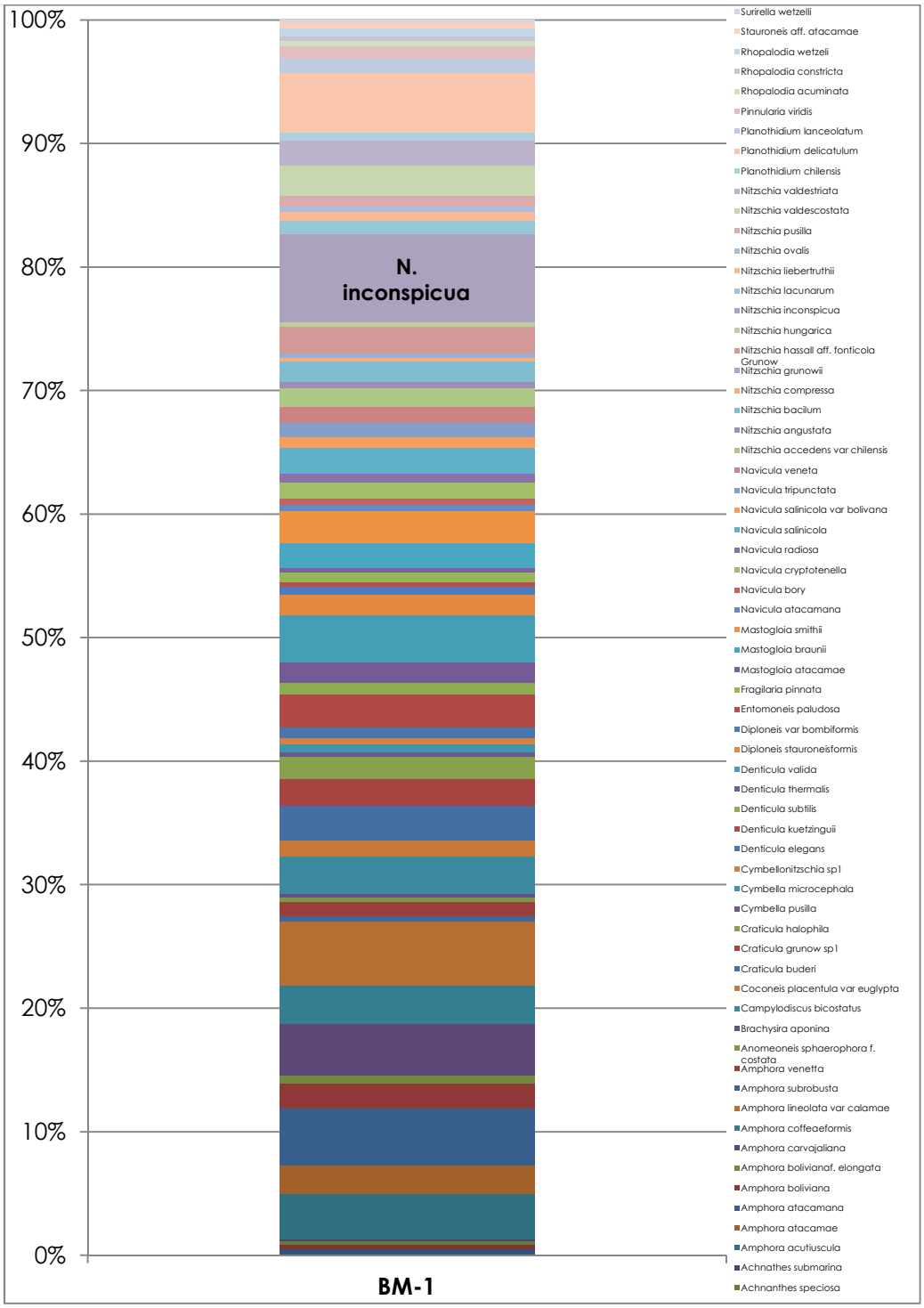


FIGURA 3.4-27 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR SONCOR, LAGUNA BURRO MUERTO. ABRIL 2012. SE DESTACAN AQUELLOS TAXA QUE REPRESENTAN ABUNDANCIAS RELATIVAS > 10%



j. Sector Aguas de Quelana

Diversidad General del Área de Estudio

En el análisis general, considerando todos los puntos de monitoreo del Sector Aguas de Quelana, se determinó un total de 60 taxa de diatomeas bentónicas. Tanto la abundancia total como el número mayor de taxa de diatomeas se registró en la estación Q-4 correspondiente a un sector con surgencia de aguas subterráneas con mayor temperatura. Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial y abundancia destaca la presencia de *Amphora atacama, Surirella sella, Brachysira aponina* y *Nitzschia insconspicua*. En términos generales y como se puede apreciar en la Figura 3.4-28, que resume los principales parámetros comunitarios, en el Sistema Aguas de Quelana se determinó una gran heterogeneidad entre sus comunidades de fitobentos.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-49 se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana, en la presente campaña (2012). Además, la Figura 3.4-26 muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa de fitobentos en todo el sector monitoreado. Respecto del rango en que fluctuaron los valores de riqueza de taxa, al igual que en campañas previas al 2012, el valor mínimo se determinó en la estación Q-0 con sólo 3 taxa. Este valor corresponde al más bajo históricamente en esta misma estación. Por otra parte, el valor máximo se presentó en la estación Q-4 con 64 taxa distintos. Estas mismas dos estaciones han presentado históricamente los valores extremos para esta variable. En cuanto al valor promedio de distribución de la riqueza, éste fue de 46 +/- 25 taxa por estación. El valor de la riqueza total de taxa en el Sector fue de 60 taxa. (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/cm^3)

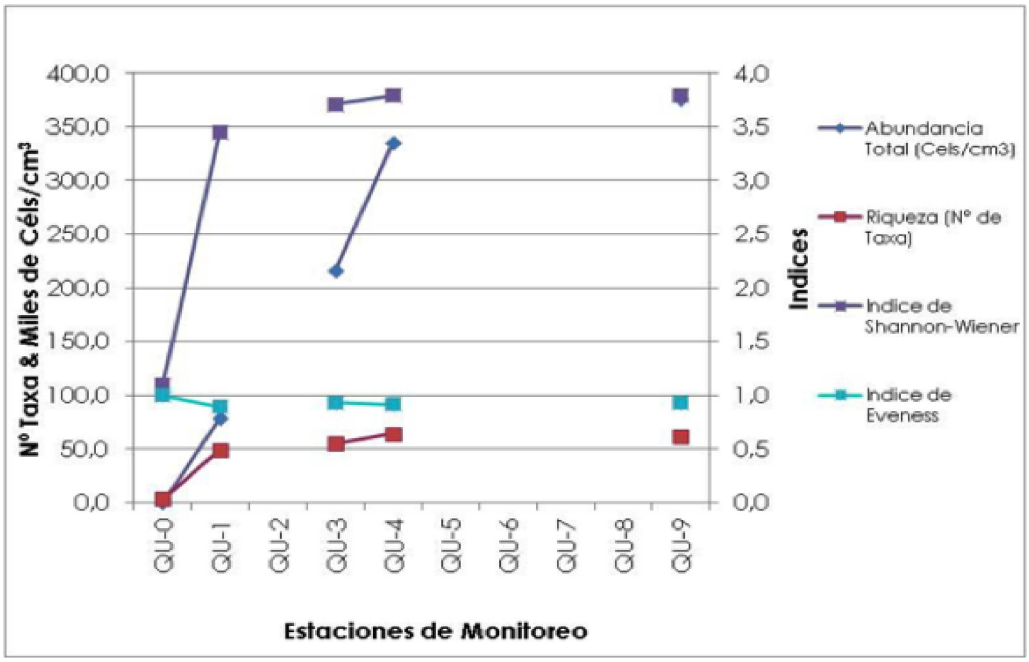
La Tabla 3-49, contiene los valores de abundancia total de diatomeas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana, determinados en la presente campaña (2012). Por otra parte, la Figura 3.4-28 muestra los resultados de la distribución de la abundancia total de fitobentos en todo el sector monitoreado. En cuanto a los valores extremos de esta variable, éstos se presentaron en las estaciones Q-0 el mínimo y Q-9 el máximo, con 300 cél/cm^3 y 376.400 cél/cm^3, respectivamente. En tanto que el valor promedio para todo el sector fue de 201.240 +/- 161.526 cél/cm^3 (Anexo VIII: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W):

Respecto de la biodiversidad presente en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el valor más alto del Indice de Diversidad de Shannon-Wiener fue de 3,8 en la estación Q-4, mientras que el mínimo correspondiente a un valor de W=1,0 se determinó en la estación Q-0. Al igual que en campañas previas al 2012, el elevado valor de la estación Q-4, se debería a que éste corresponde a un tramo de mediana salinidad, con aguas corrientes bien oxigenadas (Figura 3.4-15 A-D). Por otra parte, el valor mínimo de diversidad estuvo fuertemente influenciado por

la baja riqueza de especies de la estación Q-0, estación correspondiente a la laguna, con valores extremos de salinidad, factor que limitaría el desarrollo de fitobentos en este punto. En cuanto al Índice de Equidad de Evenness, éste presentó valores elevados en la mayoría de las estaciones monitoreadas, todos cercanos a un W=0,9, lo cual es un valor elevado. No obstante, cabe destacar que el valor 1,0 de la estación Q-0 corresponde a un punto con una muy baja riqueza y abundancia de especies (Consultar Anexo VIII – Tabla de Diatomeas en Aguas de Quelana). En general, el sector presentó una distribución equitativa de la abundancia entre los taxa presentes.

FIGURA 3.4-28 PARÁMETROS COMUNITARIOS EVALUADOS EN EL SECTOR AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-29, muestra la distribución de las abundancias relativas de la diatomeas pertenecientes al fitobentos, en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana en la campaña 2012. En ésta, se destacan aquellos taxa que alcanzaron un valor igual o superior al 10% de abundancia relativa.

Cabe destacar que en el caso de la estación Q-0 se presentaron sólo 3 taxa de diatomeas con valores de bajos de abundancia absoluta cada una de ellas: *Amphora atacamana, brachysira aponina* y *Denticula elegans.* En el resto de las estaciones, sólo *Nitzschia insconspicua* (Q-1 y Q-3) y *Surirella sella* (Q-3), alcanzaron el 10% de abundancia relativa en la abundancia total de microalgas del sistema.

TABLA 3-49 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012

TAXA	QU-0		QU-1		QU-2		QU-3		QU-4		QU-5		QU-6		QU-7		QU-8		QU-9	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Achanthidium minutissimum																				
Achnanthes speciosa							1200	0,56	2400	0,7									2000	0,53
Achnathes submarina							1600	0,74												
Amphora acutiuscula			800	1,02			1600	0,74	2400	0,7									4000	1,06
Amphora atacamae			200	0,26			3200	1,48	11200	3,3									8000	2,13
Amphora atacamana	100	33,33	3600	4,60			6400	2,96	17600	5,3									17000	4,52
Amphora boliviana									8800	2,6									6000	1,59
Amphora boliviana f. elongata									2400	0,7									3000	0,80
Amphora carvajaliana			1600	2,05			400	0,19	19200	5,7									4000	1,06
Amphora coffeaeformis			2400	3,07			4800	2,22	12000	3,6									1000	0,27
Amphora ehrenberg sp1									7200	2,1										
Amphora lineolata var calamae			3200	4,09			8000	3,70	16800	5,0									2400	0,64
Amphora subrobusta							2400	1,11	2400	0,7									3000	0,80
Amphora veneta			800	1,02					6400	1,9									5000	1,33
Anomoeones sphaerophora costata			800	1,02																
Brachyra atacamae			400	0,51															2000	0,53
Brachysira aponina	100	33,33	800	1,02			800	0,37	2400	0,7									4000	1,06
Campylodiscus bicostatus			1200	1,53			3200	1,48	10400	3,1									13000	3,45
Coconeis placentula var euglypta			1600	2,05			7200	3,33	4000	1,2									6000	1,59
Craticula buderi			1200	1,53			2400	1,11	3200	1,0									7000	1,86
Craticula grunowii sp1			2000	2,56			4800	2,22	4800	1,4									4000	1,06
Craticula halophila			800	1,02			1600	0,74											6000	1,59

TABLA 3-49 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012

TAXA	QU-0		QU-1		QU-2		QU-3		QU-4		QU-5		QU-6		QU-7		QU-8		QU-9	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Cymbella microcephala			800	1,02																
Cymbella pusilla			800	1,02					2400	0,7									2000	0,53
Cymbellonitzschia sp1			800	1,02					1600	0,5									2000	0,53
Denticula elegans	100	33,33					3200	1,48	1600	0,5									5000	1,33
Denticula kuetzinguii			3200	4,09			10400	4,81	11200	3,3									11000	2,92
Denticula subtilis			400	0,51					2400	0,7									3000	0,80
Denticula thermalis			1200	1,53			2400	1,11	3200	1,0									8000	2,13
Denticula valida			7200	9,21			6400	2,96	12000	3,6									18000	4,78
Diploneis smithii var chilensis			400	0,51			800	0,37	800	0,2									2000	0,53
Diploneis smithii var dilatata									1600	0,5									3000	0,80
Diploneis stauroneisformis			800	1,02			7300	3,38	3200	1,0									5000	1,33
Diploneis var bombiformis																			4000	1,06
Entomoneis paludosa			200	0,26			1600	0,74	2400	0,7									2000	0,53
Fallacia diploneoides			200	0,26					1600	0,5										
Fallacia pygmaea			1200	1,53			2400	1,11	1600	0,5									4000	1,06
Fragilaria brevistriata																			2000	0,53
Fragilaria pinnata			1600	2,05			3200	1,48	2400	0,7										
Mastogloia atacamae							800	0,37	800	0,2									2000	0,53
Mastogloia braunii							1600	0,74	3200	1,0									4000	1,06
Mastogloia elliptica									800	0,2										
Mastogloia smithii			1200	1,53			4000	1,85	7200	2,1									9000	2,39
Navicula atacamana							2400	1,11	1600	0,5										

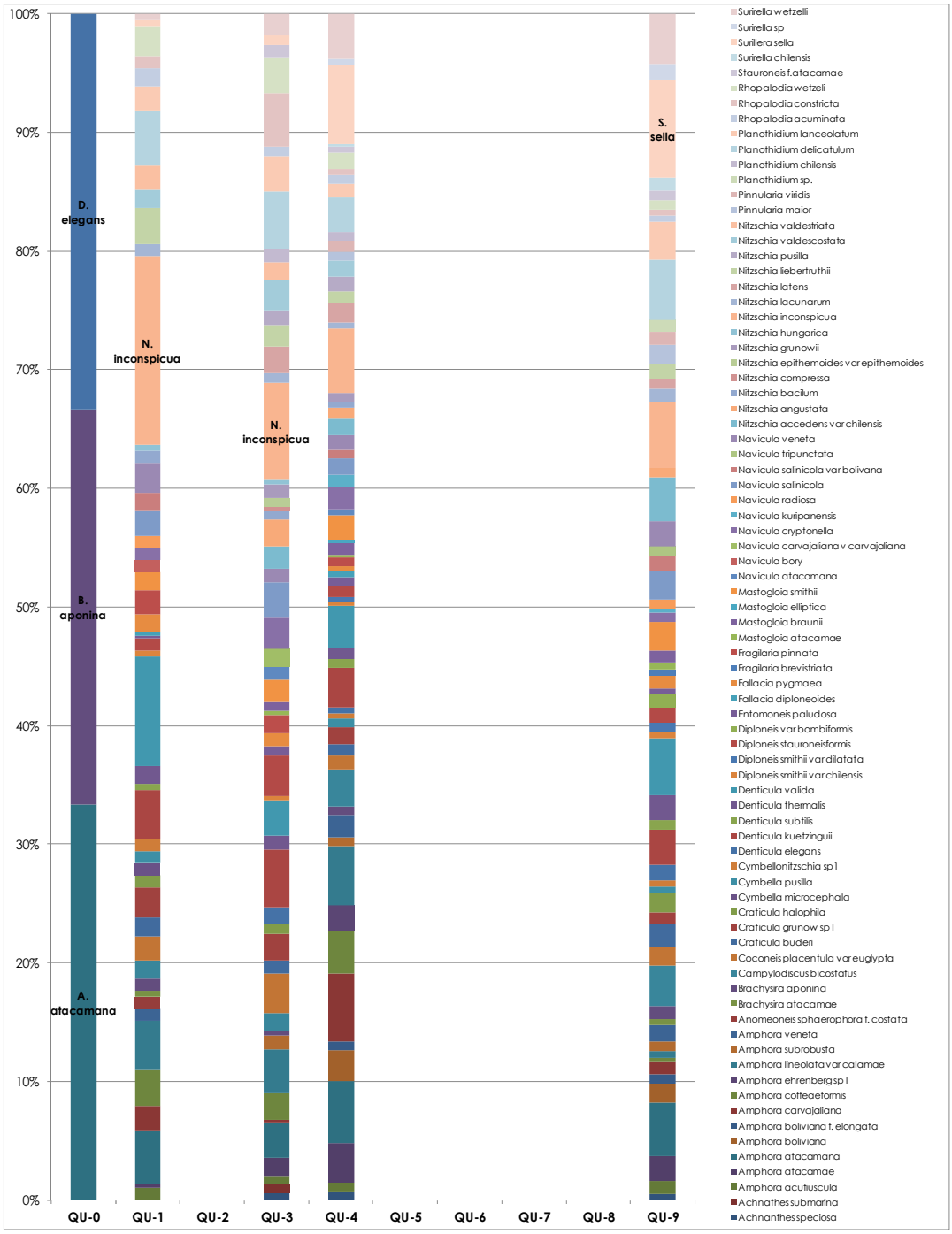
TABLA 3-49 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012

TAXA	QU-0		QU-1		QU-2		QU-3		QU-4		QU-5		QU-6		QU-7		QU-8		QU-9	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Navicula bory			800	1,02																
Navicula carvajaliana v carvajaliana							3200	1,48												
Navicula cryptonella			800	1,02			5600	2,59	6400	1,9									3000	0,80
Navicula kuripanensis									3200	1,0									1000	0,27
Navicula radiosa			800	1,02															3000	0,80
Navicula salinicola			1600	2,05			6400	2,96	4800	1,4									9000	2,39
Navicula salinicola var bolivana			1200	1,53					2400	0,7									5000	1,33
Navicula tripunctata																			3000	0,80
Navicula veneta			2000	2,56			2400	1,11	4000	1,2									8000	2,13
Nitzschia accedens var chilensis							4000	1,85	4800	1,4									14000	3,72
Nitzschia angustata							4800	2,22	3200	1,0									3000	0,80
Nitzschia bacilum			800	1,02			1600	0,74	1600	0,5										
Nitzschia compressa							800	0,37												
Nitzschia epithemoides var epithemoides							1600	0,74												
Nitzschia grunowii							2400	1,11	2400	0,7										
Nitzschia hungarica			400	0,51			800	0,37												
Nitzschia inconspicua			12400	15,86			17600	8,14	18400	5,5									21000	5,58
Nitzschia lacunarum			800	1,02			1600	0,74	1600	0,5									4000	1,06
Nitzschia latens							4800	2,22	5600	1,7									3000	0,80
Nitzschia liebertruthii			2400	3,07			4000	1,85	3200	1,0									5000	1,33
Nitzschia pusilla							2400	1,11	4000	1,2										
Nitzschia valdescostata			1200	1,53			5600	2,59	4800	1,4										

TABLA 3-49 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012

TAXA	QU-0		QU-1		QU-2		QU-3		QU-4		QU-5		QU-6		QU-7		QU-8		QU-9	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Nitzschia valdestriata			1600	2,05			3200	1,48												
Pinnularia maior									2400	0,7									6000	1,59
Pinnularia viridis									3200	1,0									4000	1,06
Planothidium sp.																			4000	1,06
Planothidium chilensis							2400	1,1	2400	0,7										
Rhopalodia acuminata			1200	1,53			1600	0,74	2400	0,7									2000	0,53
Rhopalodia constricta			800	1,02			9600	4,44	1600	0,5									2000	0,53
Rhopalodia wetzeli			2000	2,56			6400	2,96	4800	1,4									3000	0,80
Stauroneis cf atacamae							2400	1,11	1600	0,5									3000	0,80
Surirella chilensis									800	0,2									4000	1,06
Surillera sella			400	0,51			1600	0,74	22400	6,7									31000	8,24
Surirella sp									1600	0,5									5000	1,33
Surirella wetzelli			400	0,51			4000	1,85	12800	3,8									16000	4,25
Abundancia Total (cél/ml)	**300**	**100,0**	**78200**	**100,0**			**216100**	**100,0**	**335200**	**100,0**									**376400**	**100,0**
Riqueza (N°) de Taxa	**3**		**49**				**55**		**64**										**61**	

FIGURA 3.4-29 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR AGUAS DE QUELANA, ABRIL 2012. SE DESTACAN AQUELLOS TAXA QUE REPRESENTAN ABUNDANCIAS RELATIVAS > 10%



k. Sector Peine

Diversidad General del Área de Estudio

Considerando todos los puntos de monitoreo del Sistema Peine y en sus tres lagunas constituyentes: laguna Interna (PE-1, PE-2 y PE-3), laguna Salada (SA-2) y laguna Saladita (SA-1), se determinó un total de 87 taxa de diatomeas bentónicas (Anexo VIII: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota). Al igual que en campañas anteriores, este sector presentó el mayor número de taxa, entre todos los sistemas analizados (Puilar, Soncor, Quelana y Peine). Los valores de riqueza y abundancia de diatomeas más altos del sector se determinaron en la Laguna Saladita (SA-1). En relación con los taxa con mayor rango de distribución espacial, 36 taxa estuvieron presente en las 5 estaciones de monitoreo en la presente campaña. De éstos, los que fueron más significativos en cuanto a su aporte a la abundancia total fueron: *Amphora atacamana, A. carvajaliana* y *Nitzschia insconspicua.*

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

Los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Peine, durante la campaña 2012, se presentan en la Tabla 3-50. Además, la Figura 3.4-30, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa de fitobentos en todo el Sector monitoreado. Los valores extremos de esta variable en las distintas estaciones de monitoreo, fluctuaron entre 57 taxa, en la estación PE-3 y 76 taxa en la estación SA-1. En relación con valor máximo de riqueza para el sector, éste alcanzó a los 87 taxa (Anexo VIII: Tablas Estadísticas Descriptivas de la Biota).

Abundancia Total (Cél/cm^3)

La Tabla 3-50, contiene los valores de abundancia total de diatomeas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana en la campaña 2012; mientras que, la Figura 3.4-30, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total de fitobentos en todo el sector monitoreado para esta misma campaña. Respecto de los valores extremos para esta variable, éstos se presentaron en las estaciones PE-1 con 244.200 Cél/cm^3 y 1.008.000 Cél/cm^3 en la estación SA-1. El valor promedio de todo el sector fue 382.216,7 +/- 378.827,8 Cél/cm^3 (Anexo VIII: Tablas Estadísticas Descriptivas de la Biota).

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W)

Respecto de la Biodiversidad presente en las estaciones del Sistema Peine en la actual campaña 2012, el valor más alto del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener se presentó en la estación SA-1 (Figura 3.4-30), alcanzando un valor de 3,9. Por otra parte, el valor más bajo del índice de diversidad, se presentó en la estación PE-3, con un valor de 2,6. Cabe destacar que, en el caso de la laguna Saladita, y pese a su alto valor de riqueza de taxa, se aparejó con un alto Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, lo que indicaría que no se presentaron especies dominantes. Respecto del Índice de Equidad (Evenness), éste fue cercano a 0,9 en todas las estaciones monitoreadas, lo que indicaría que en el presente monitoreo hubo una distribución equitativa de las abundancias entre los taxa representados en el Sistema.

Abundancias Relativas (%)

La Figura 3.4-31 y Figura 3.4-32, muestran la distribución de las abundancias relativas de las diatomeas pertenecientes a fitobentos, en las estaciones del Sistema Peine y sus lagunas Interna, Salada y Saladita. En éstas se destacan aquellos taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de abundancia relativa.

En la presente campaña, sobresale el hecho que pocos taxa representaron un número igual o superior al 10% de la abundancia en cada punto de monitoreo. Además estos taxa tendieron a ser los mismos, estación por estación. En el caso de la laguna Interna *Nitzschia insconspicua* junto con *Denticula valida* fueron taxa bien representados en abundancia entre los puntos de muestreo. Por su parte, en las lagunas Salada y Saladita las especies *Amphora atacama, A. carvajaliana* y *Nitzschia insconspicua* fueron relativamente dominantes en estos ecosistemas. Dado este bajo número de especies dominantes, los valores de Equidad (W) por estación fueron en general altos (cercanos a 0,9). Cabe destacar que en la presente campaña la diatomea *Nitzschia insconspicua* desplazó a *Amphora atacama*, como especies más conspicua entre las estaciones de muestreo, desde que se comenzaron los monitoreos en el año 2006.

TABLA 3-50 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). ABRIL 2012.

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Achanthidium minutissimum							8000,0	0,79	400	0,54
Achnanthes brevipes	2400	0,98	4800	0,76	4000	1,20	8000	0,79		
Achnanthes atacamae							9600	0,95		
Achnanthes speciosa	2400	0,98	8000	1,26	2400	0,72	4800	0,48	200	0,27
Achnathes submarina	1600	0,66			1600	0,48	3200	0,32	200	0,27
Achnanthes thermalis									600	0,82
Amphora acutiuscula	3200	1,31	14400	2,27	8000	2,40	28800	2,86	1200	1,63
Amphora atacamae	4000	1,64	19200	3,03	7200	2,16	25600	2,54	2200	3,00
Amphora atacamana	7200	2,95	28800	4,55	40800	12,22	68800	6,83	3200	4,36
Amphora boliviana	3200	1,31	11200	1,77	5600	1,68	19200	1,90	1600	2,18
Amphora boliviana f. elongata	1600	0,66	3200	0,51			8000	0,79	600	0,82
Amphora carvajaliana	28800	11,79	17600	2,78	21600	6,47	60800	6,03	5200	7,08
Amphora coffeaeformis	4800	1,97	12800	2,02	8800	2,63	20800	2,06	1400	1,91
Amphora ehrenberg sp1			1600	0,25			3200	0,32	400	0,54
Amphora ehrenberg sp2					2400	0,72				
Amphora lineolata var calamae	12800	5,24	24000	3,79	2000	0,60	48000	4,76	4400	5,99
Amphora subrobusta	2400	0,98	3200	0,51	1600	0,48	4800	0,48		0,00
Amphora venetta	4000	1,64	6400	1,01	3200	0,96	11200	1,11	1000	1,36

TABLA 3-50 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). ABRIL 2012.

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Anomeoneis sphaerophora cf costata	1600	0,66			800	0,24	3200	0,32		
Anomeoneis sphaerophora var angusta			3200	0,51			1600	0,16		
Brachyra atacamae	1600	0,66	4800	0,76	800	0,24	3200	0,32	400	0,54
Brachysira aponina	2400	0,98	1600	0,25	2400	0,72	1600	0,16	400	0,54
Campylodiscus bicostatus	5600	2,29	9600	1,52	6400	1,92	20800	2,06	1600	2,18
Coconeis placentula var euglypta	4000	1,64	8000	1,26	4000	1,20	14400	1,43	1200	1,63
Craticula buderi	2400	0,98	12800	2,02			17600	1,75	2400	3,27
Craticula grunow sp1	3200	1,31					22400	2,22	2000	2,72
Craticula halophila	1600	0,66					14400	1,43	1200	1,63
Cymtella pusilla					2400	0,72	6400	0,63	800	1,09
Cymbella microcephala							4800	0,48	600	0,82
Cymbellonitzschia sp1	2400	0,98			1600	0,48				
Denticula elegans	3200	1,31	3200	0,51	3200	0,96	11200	1,11	800	1,09
Denticula kuetzinguii	8800	3,60	16000	2,53	12800	3,83	33600	3,33	2600	3,54
Denticula subtilis	800	0,33	3200	0,51	6400	1,92	6400	0,63		
Denticula thermalis	4000	1,64	14400	2,27	7200	2,16	16000	1,59	600	0,82
Denticula valida	8000	3,28	41600	6,57	26400	7,90	27200	2,70	2200	3,00
Diploneis minuta	1000	0,41					3200	0,32	400	0,54
Diploneis smithii var chilensis			1600	0,25						
Diploneis smithii var dilatata							3200	0,32		
Diploneis stauroneisformis	4800	1,97	8000	1,26	4000	1,20	8000	0,79	800	1,09
Diploneis var bombiformis					3200	0,96	4800	0,48		0,00
Entomoneis paludosa	1600	0,66	1600	0,25	2400	0,72	4800	0,48	600	0,82
Fallacia pygmaea			3200	0,51			1600	0,16		
Fallacia diploneoides							3200	0,32		
Fragilaria brevistriata	1600	0,66	1600	0,25			4800	0,48		
Fragilaria construens cf subsalina	4000	1,64		0,00					400	0,54
Fragilaria pinnata	1600	0,66			1600	0,48	8000	0,79		
Mastogloia atacamae			1600	0,25	1600	0,48	6400	0,63		
Mastogloia braunii	2400	0,98	9600	1,52	4000	1,20	25600	2,54	600	0,82
Mastogloia elliptica			1600	0,25		0,00	1600	0,16		0,00
Mastogloia smithii	6400	2,62	22400	3,54	8000	2,40	36800	3,65	1000	1,36
Microcostatus andinus							4800	0,48		

TABLA 3-50 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). ABRIL 2012.

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Navicula atacamana			4800	0,76			6400	0,63	1200	1,63
Navicula bory	2400	0,98	4800	0,76	2400	0,72	4800	0,48		
Navicula carvajaliana v carvajaliana	3200	1,31					8000	0,79		
Navicula cryptonella	4000	1,64	8000	1,26	4800	1,44	11200	1,11	800	1,09
Navicula radiosa	2400	0,98	3200	0,51	2400	0,72	8000	0,79		
Navicula salinicola	4800	1,97	12800	2,02	9600	2,87	33600	3,33	2400	3,27
Navicula salinicola var bolivana			9600	1,52	4800	1,44	19200	1,90	800	1,09
Navicula tripunctata							6400	0,63		
Navicula veneta	2400	0,98	6400	1,01	3200	0,96	14400	1,43	1200	1,63
Nitzschia accedens var chilensis	5600	2,29	17600	2,78						
Nitzschia epithemoides var epithemoides							3200,0	0,32		
Nitzschia bacilum	1600	0,66	3200	0,51	3200	0,96	6400	0,63	600	0,82
Nitzschia compressa	1600	0,66	3200	0,51	1600	0,48	4800	0,48		
Nitzschia grunowii			4800	0,76	4000	1,20	9600	0,95	800	1,09
Nitzschia hassall aff. fonticola Grunow									1400	1,91
Nitzschia hungarica	800	0,33	4800	0,76	2400	0,72	4800	0,48	400	0,54
Nitzschia inconspicua	22400	9,17	56000	8,84	28800	8,62	60800	6,03	3000	4,09
Nitzschia lacunarum	4000	1,64	4800	0,76	5600	1,68	9600	0,95	600	0,82
Nitzschia latens					4000	1,20	1600	0,16	1400	1,91
Nitzschia liebertruthii	3200	1,31	4800	0,76			6400	0,63	1200	1,63
Nitzschia pusilla			6400	1,01	3200	0,96	3200	0,32	800	1,09
Nitzschia valdescostata	2400	0,98	8000	1,26	5600	1,68	9600	0,95	1200	1,63
Nitzschia valdestriata	3200	1,31	9600	1,52	2400	0,72	17600	1,75	1800	2,45
Pinnularia viridis	4000	1,64	8000	1,26	2400	0,72	11200	1,11		
Planothidium chilensis				0,00					1000	1,36
Planothidium delicatulum	7200	2,95	19200	3,03	12800	3,83	24000	2,38	2600	3,54
Planothidium lanceolatum			9600	1,52	4800	1,44	12800	1,27	1400	1,91
Planothidium sp				0,00					800	1,09
Rhopalodia acuminata	3200	1,31	16000	2,53	2400	0,72	4800	0,48	800	1,09
Rhopalodia constricta	1600	0,66	14400	2,27	3200	0,96	11200	1,11	400	0,54
Rhopalodia wetzeli	4800	1,97	24000	3,79	4000	1,20	17600	1,75	1200	1,63
Sellaphora laevissima	1600	0,66		0,00					600	0,82
Stauroneis cf atacamae	1600	0,66	4800	0,76	1600	0,48	4800	0,48	400	0,54

TABLA 3-50 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). ABRIL 2012.

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Surirella chilensis			3200	0,51						
Surillera sella	2400	0,98	12800	2,02	1600	0,48	1600	0,16		
Surirella wetzelli	2400	0,98	19200	3,03	3200	0,96	8000	0,79	400	0,54
Abundancia Total (cél/ml)	**244.200**	**100,0**	**633.600**	**100,0**	**334.000**	**100,0**	**1.008.000**	**100,0**	**734.000**	**100,0**
Riqueza (Nº) de Taxa	**59**		**61**		**57**		**76**		**59**	

FIGURA 3.4-30 PARÁMETROS COMUNITARIOS EVALUADOS EN EL SECTOR PEINE. ABRIL 2012

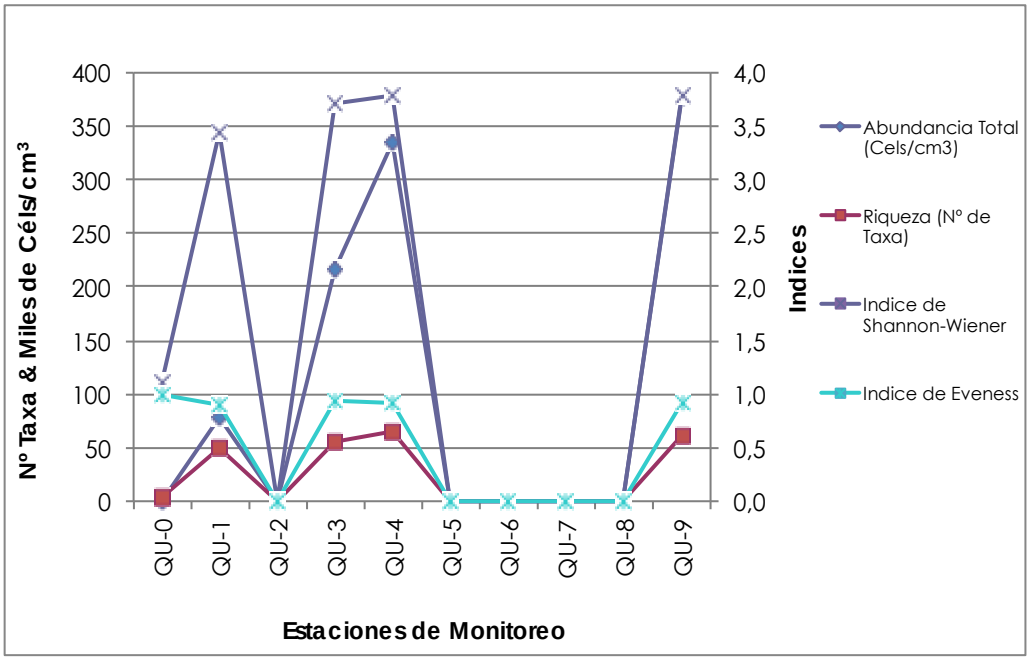


FIGURA 3.4-31 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR PEINE. LAGUNA INTERNA (PE). ABRIL 2012. SE DESTACAN AQUELLOS TAXA QUE REPRESENTAN ABUNDANCIAS RELATIVAS > 10%

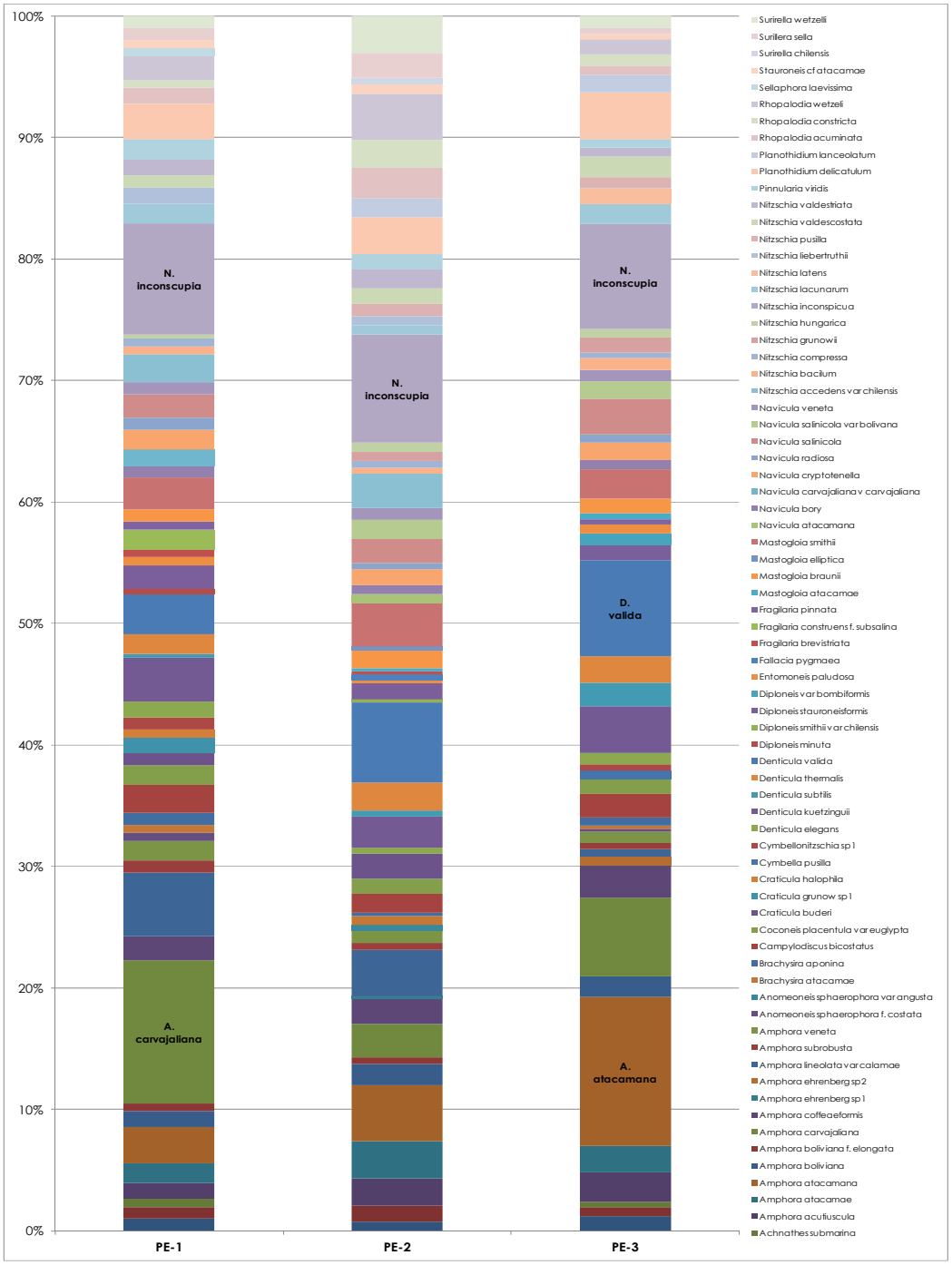
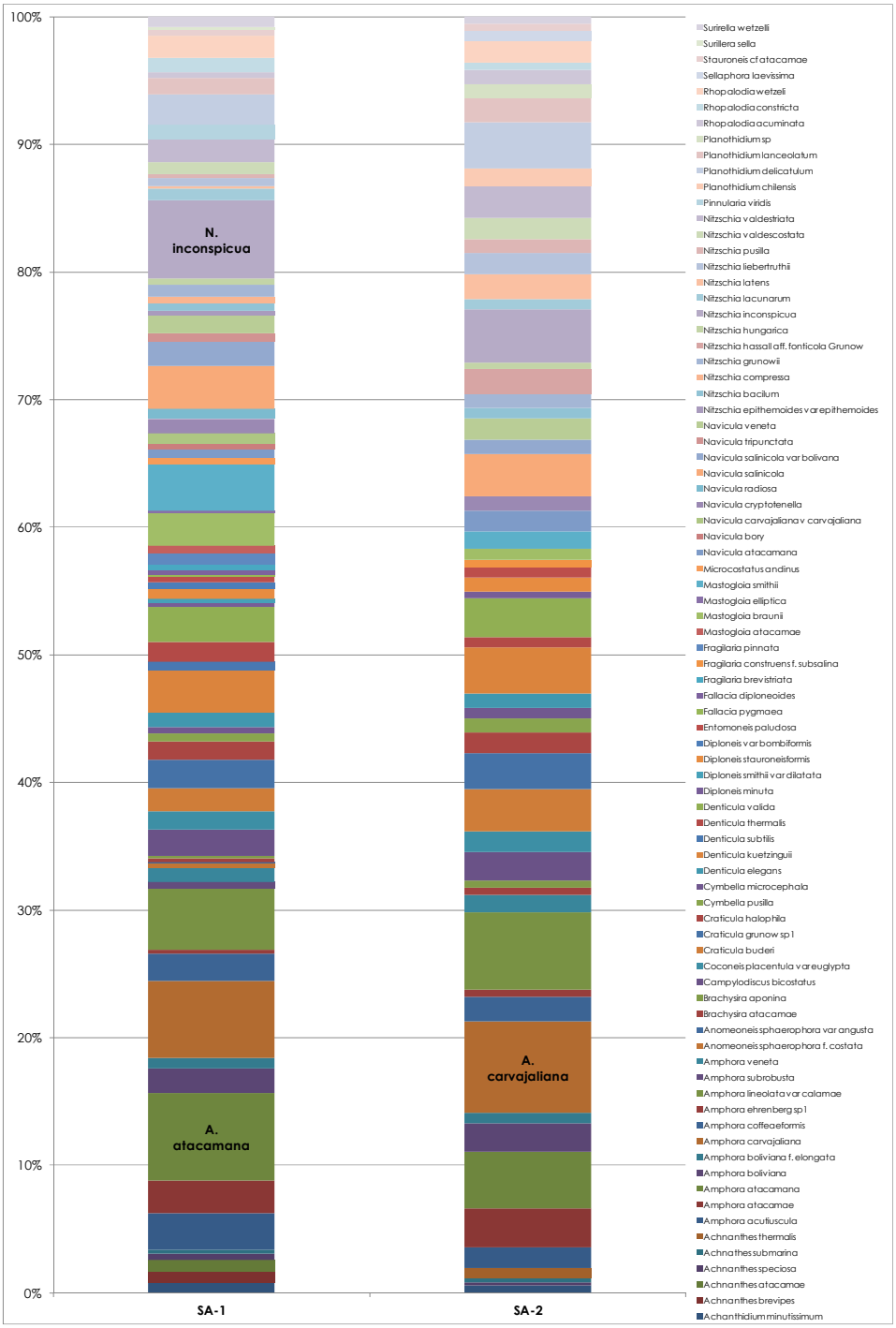


FIGURA 3.4-32 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR PEINE LAGUNAS SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2). ABRIL 2012. SE DESTACAN AQUELLOS TAXA QUE REPRESENTAN ABUNDANCIAS RELATIVAS > 10%



3.4.2.2 Análisis Datos Históricos de Fitobentos

l. Sector Soncor: Laguna Puilar

La Figura 3.4-33, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de abundancia de fitobentos en el Sector Soncor, laguna de Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Como muestra la Figura 3.4-33, los valores de la mediana de la presente campaña aumentaron, respecto de los monitoreos previos (2006-2011). Sin embargo, cabe destacar el hecho que, los valores presentaron un gran rango de variación, respecto de lo registrado en todas las campañas previas. En lo que respecta a la distribución de los datos, éstos se agruparon, principalmente, en el percentil 75%, el cual presentó, a su vez una alta dispersión de sus valores. La conjunción de estos parámetros, indicaría un real aumento de la abundancia de diatomeas en el sector, en la presente campaña (2012), respecto del período previo (2006-2011).

En lo referente al análisis estadístico (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), éste arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los valores de abundancia de fitobentos para todo el período analizado (2006 a 2012).

Respecto de la Riqueza de Taxa, la Figura 3.4-34, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de riqueza de fitobentos en el Sector Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Respecto de los valores de la mediana registrados en la campaña 2012, éstos fueron superiores a los registrados en las campañas previas al 2012, determinándose un incremento sustancial y mantenido de este parámetro en el tiempo y particularmente desde la campaña 2009 en adelante. En cuanto al rango de datos en la actual campaña, éste fue ligeramente más alto que los rangos de monitoreos anteriores. Respecto al comportamiento de los datos, , estos se agruparon principalmente en el percentil 75%, lo que podría ponderar el aumento de la mediana en esta campaña, antes mencionado.

Como se desprende del análisis estadístico realizado, para la comparación de medianas, la riqueza de especies de fitobentos en el Sector de Puilar, presentó diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo realizadas a la fecha (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

m. Sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto

El análisis comparativo de los valores de abundancia de fitobentos del Sector Soncor y sus lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto, se muestra en la Figura 3.4-35, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

En relación con los valores registrados en la actual campaña, la mediana de abundancia de fitobentos, disminuyó notoriamente, respecto del monitoreo 2011, mostrando además en esta oportunidad un amplio rango de valores. En relación con el comportamiento de la variable, los valores se agruparon, principalmente en el percentil 25%, lo cual tendería a moderar, aunque muy poco dado la dispersión de los datos en este percentil, el aumento de la mediana de abundancia, observado en esta campaña, respecto de las anteriores.

El análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestras que sí hubo diferencias estadísticamente significativas de la abundancia de fitobentos en el Sector Soncor, en el período de estudio (2006 a 2012).

En relación con los resultados de riqueza de taxa, en este mismo Sector, la Figura 3.4-36, muestra que el valor de la mediana de la actual campaña (2012), fue ligeramente inferior a la de la campaña 2011, pero estuvo dentro del rango de variabilidad de los últimos 4 años (2009 a 2012). Los datos para este parámetro en el presente año, se mostraron principalmente agrupados en el percentil 75%.

El análisis de comparación de varianzas, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los años monitoreados a la fecha (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

n. Sector Aguas de Quelana

Respecto del análisis interanual de abundancia de fitobentos en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 3.4-37, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

El valor de la mediana de la presente campaña, fue más alto que los registrados en las campañas anteriores al 2012, aunque el amplio rango de fluctuación de sus valores indicaría que lo acontecido con éstos en el presente monitoreo, fue semejante a lo registrado en el 2011. Por otra parte los datos se agruparon principalmente en el percentil 75%. Sin embargo la dispersión dentro del percentil fue alta por lo que el aumento observado, podría corresponder sólo a algunas estaciones. El análisis de varianza llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arroja diferencias significativas para la abundancia de fitobentos, en todo el período de estudio (2006-2012).

El análisis de variación interanual de los datos de riqueza de fitobentos, en el sector Aguas de Quelana, se muestra en la Figura 3.4-38. En esta figura se aprecia que en la presente campaña (2012), los valores representados por la mediana, aumentaron respecto de todos los años previos. No obstante lo anterior, el amplio rango de valores, sobretodo en el percentil 25%, indicaría una notoria distancia entre los valores medidos. En relación con los datos, éstos se agruparon mayoritariamente en el percentil 25%, factor que modera el incremento del valor de la mediana ya mencionado.

Por su parte, el análisis estadístico muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo. (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

o. Sector Peine

El análisis histórico-comparativo de los valores de abundancia de fitobentos en el Sector de Peine y sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita, se muestra en la Figura 3.4-39, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Los resultados del análisis de medianas muestras que los valores de abundancia de fitobentos, registrados en la campaña 2012, fueron más altos que los de los monitoreos previos. Al igual que lo registrado en la campaña 2011, el rango de valores determinado en el presente monitoreo fue bastante amplio comparado con el resto de los monitoreos. Esta condición se determinó en todas las lagunas analizadas, pero particularmente en la estación SA-1, donde la abundancia de las microalgas bentónicas, fue notoriamente más alta que la de los años anteriores. Asimismo, el análisis de comparación de medianas (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que entre las campañas realizadas a la fecha, hubo diferencias estadísticamente significativas.

Del mismo modo que en los sectores anteriormente analizados, los resultados del análisis comparativo de la riqueza de taxa, en el Sector Peine, arrojó diferencias estadísticamente significativas a lo largo de todo el período de monitoreo (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota). Respecto del valor de la mediana de la actual campaña, éste fue similar al valor del 2011 y más alto que los valores previos al 2011 (2006 a 2010). Cabe mencionar que en el presente monitoreo, los valores fluctuaron en un estrecho rango y que la mayor parte de los datos se agruparon en el percentil 75%. Este último factor, moderaría el incremento en el valor de la mediana, de la presente campaña, respecto de los años previos (Figura 3.4-40).

FIGURA 3.4-33 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DE FITOBENTOS SECTOR PUILAR

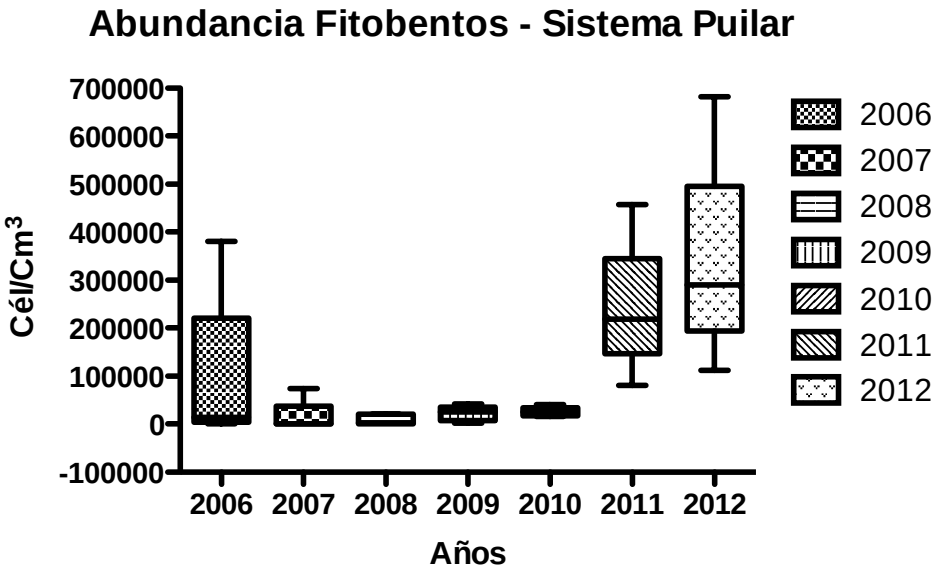


FIGURA 3.4-34 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE FITOBENTOS SECTOR PUILAR

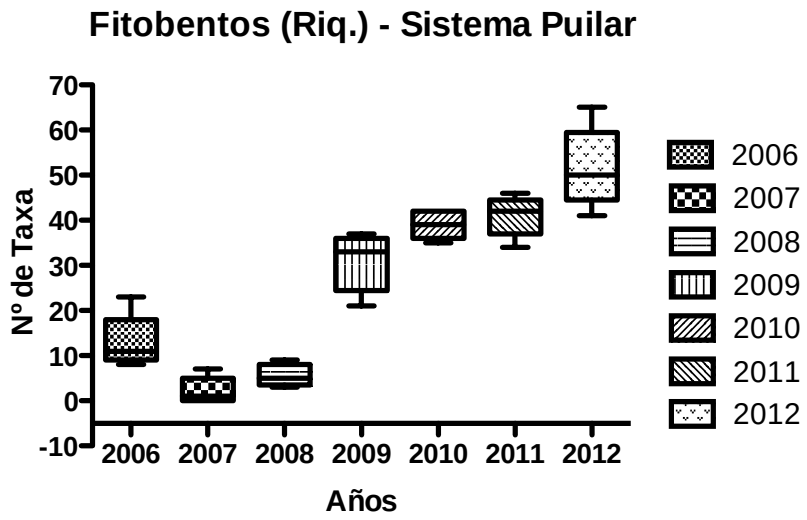


FIGURA 3.4-35 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DE FITOBENTOS SECTOR SONCOR (LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXA Y BURRO MUERTO)

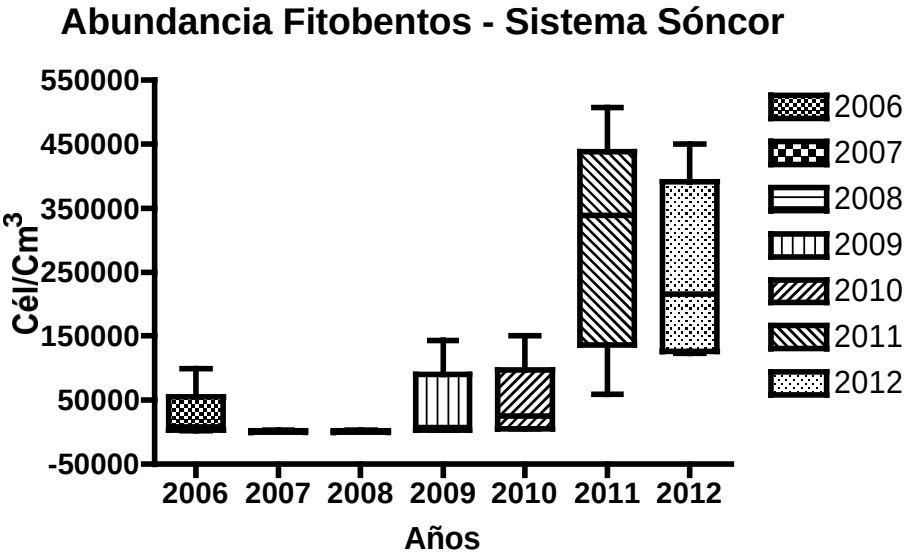


FIGURA 3.4-36 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE FITOBENTOS SECTOR SONCOR (LAGUNAS BARROS NEGROS (BN), CHAXA (CH-1) Y BURRO MUERTO (BM-1))

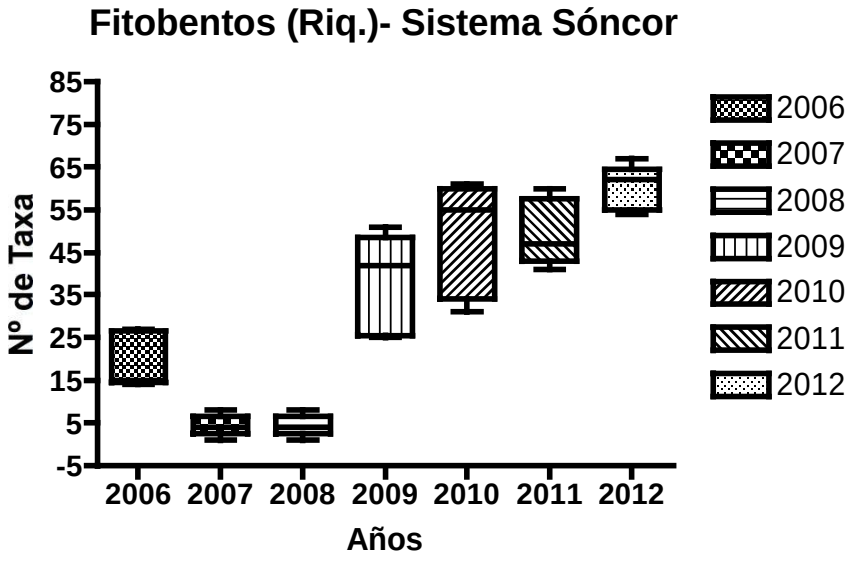


FIGURA 3.4-37 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DE FITOBENTOS SECTOR AGUAS DE QUELANA

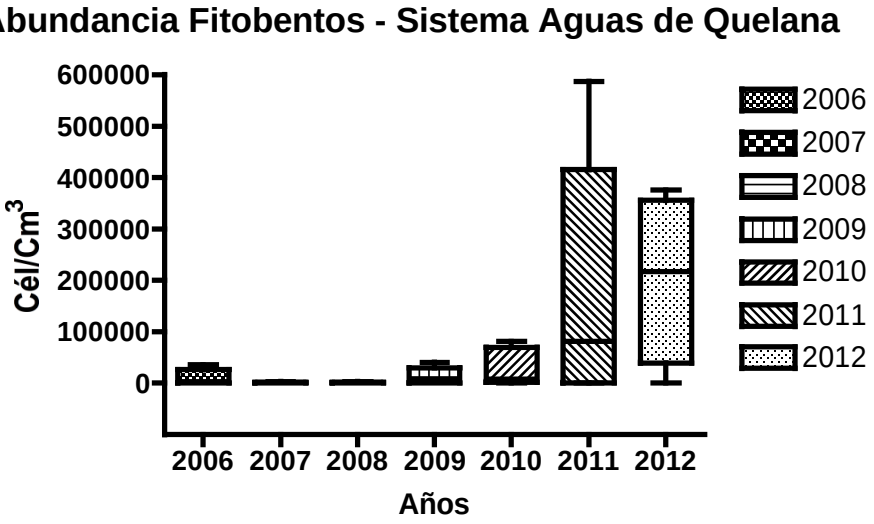


FIGURA 3.4-38 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE FITOBENTOS SECTOR AGUAS DE QUELANA

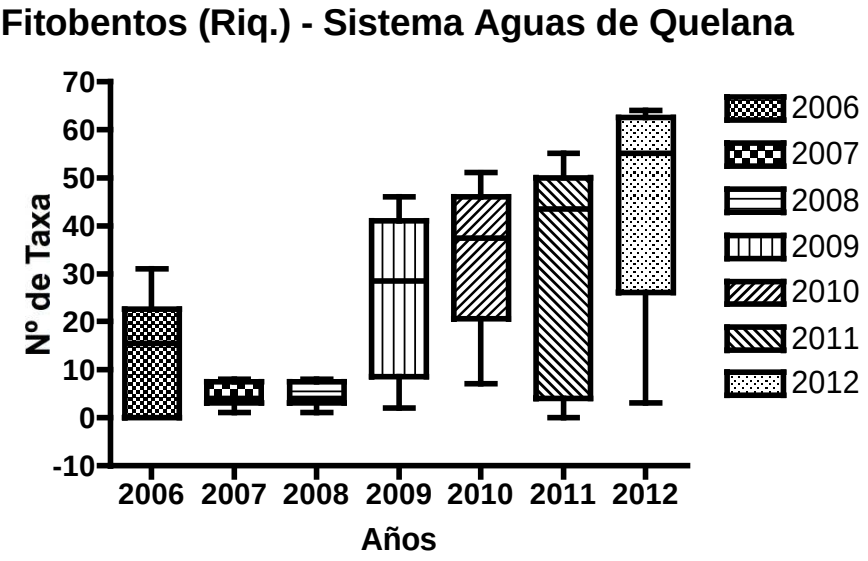


FIGURA 3.4-39 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DE FITOBENTOS SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2))

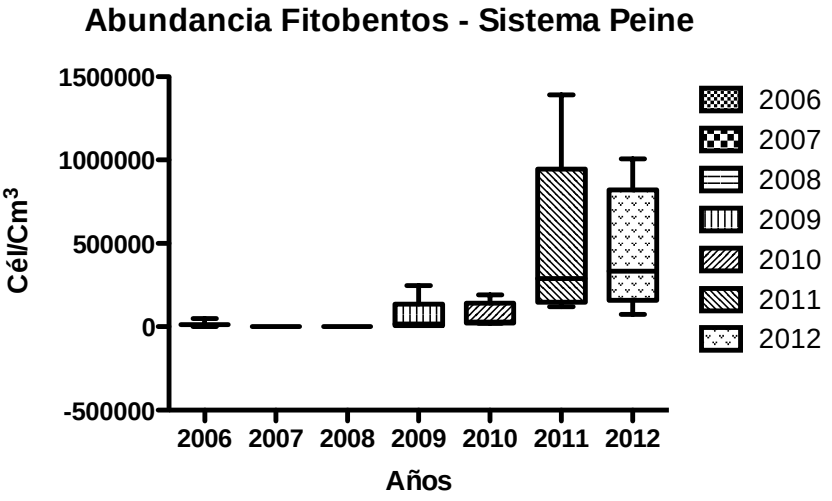
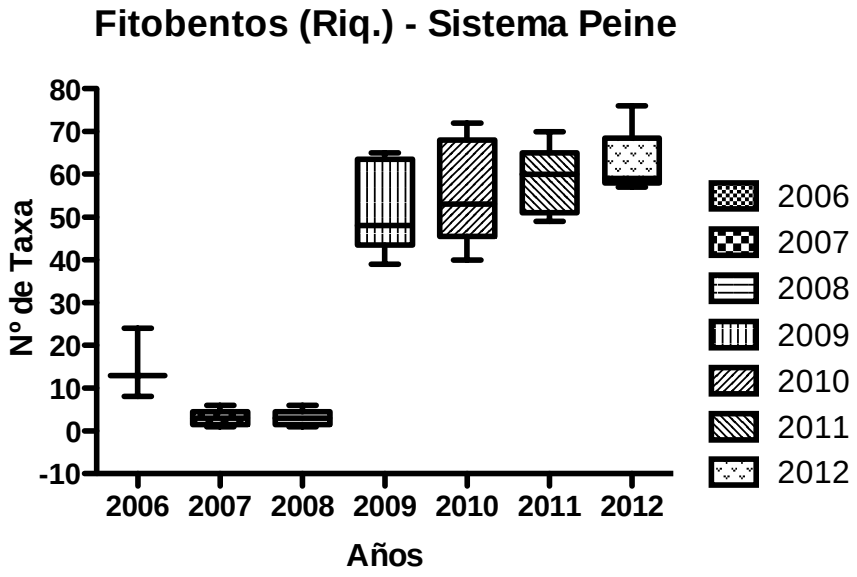


FIGURA 3.4-40 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE FITOBENTOS SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2))



3.4.2.3 Fitoplancton

Diversidad General del Área

Las Figura 3.4-41 A, B, C y D, muestra el análisis de los parámetros comunitarios más importantes para la variables microalgas del fitoplancton en la campaña 2012 y en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama (Puilar, Soncor; Aguas de Quelana y Peine).

En relación con la abundancia total del fitoplancton y al igual que en monitoreos previos, en la actual campaña (2012) se presentó una alta variabilidad entre los sectores analizados. Particularmente entre las estaciones de los Sistemas Peine y Aguas de Quelana, se determinaron importantes diferencias en el valor de esta variable. No obstante cabe mencionar que muchas de las estaciones del Sistema Aguas de Quelana se encontraban secas al momento de realizar el presente monitoreo. El rango más alto fue el registrado entre las estaciones del Sistema Aguas de Quelana (estaciones Q-3 y Q-4).

En lo referente a la riqueza específica, se observó una importante caída en el número de taxa en la presente campaña, respecto de las campañas anteriores. La Figura 3.4-41 B, muestra que los valores promedio más altos para esta variable se registraron entre las estaciones del Sistema Puilar. En cuanto al valor individual más alto, este se presentó en la estación de monitoreo CH-1 localizada en la laguna Chaxa (Sistema Soncor), con un total de 5 taxa representadas en este punto. La variabilidad para los valores de riqueza de taxa, también fue alto intrasectorialmente. El rango de variación más grande se registró entre las estaciones del Sistema Soncor (BN-3 y BM-1=0 respesentantes; CH-1=5 taxa). También destaca el hecho que hubo estaciones de monitoreo sin lámina de agua superficial, donde no fue posible tomar

muestras de fitoplancton y sus valores fueron registrados como cero (Q-2, Q-5 y Q-8). La riqueza total, incluyendo los cuatro sectores analizados, fue de 15 taxa.

Respecto de las abundancias relativas, hubo algunos taxa dominantes por sector. Para el sector Puilar fueron *Surirella sella* y *Dunaliella salina*. Por otra parte, en el Sector Soncor los taxa mayormente distribuidos y abundantes fueron: *Surirella wetzelli, D. salina y Planothidium lanceolatum*. En el Sector de Aguas de Quelana destaca el predominio de las especies *Surirella wetzelli* y *D. salina*. Finalmente, en el Sector Peine, los taxa fitoplanctónicos más conspicuos fueron *Surirella wetzelli, D. salina y Lyngbia sp.*

Respecto de los índices de biodiversidad, las Figura 3.4-41 C y D, representan el comportamiento de los índice de Shannon-Wienner (H) y de Evenness (W), respectivamente. El comportamiento general de ambas variables, indica que los valores fueron, en promedio más altos en Sector Puilar. En el caso del Índice de Eveness, en promedio los valores más altos se presentaron en el Sector Peine. Al igual que lo observado en campañas previas, no fueron coincidentes los valores más altos de Diversidad (H) y Equidad (W). Sin embargo, entre todas, destaca la estación PU-1, correspondiente a la laguna Puilar, la cual presentó valores más altos, tanto para la diversidad como para la equidad de especies. Por esta razón, se ha de considerar como un sector de alta biodiversidad del fitoplancton.

FIGURA 3.4-41 ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS

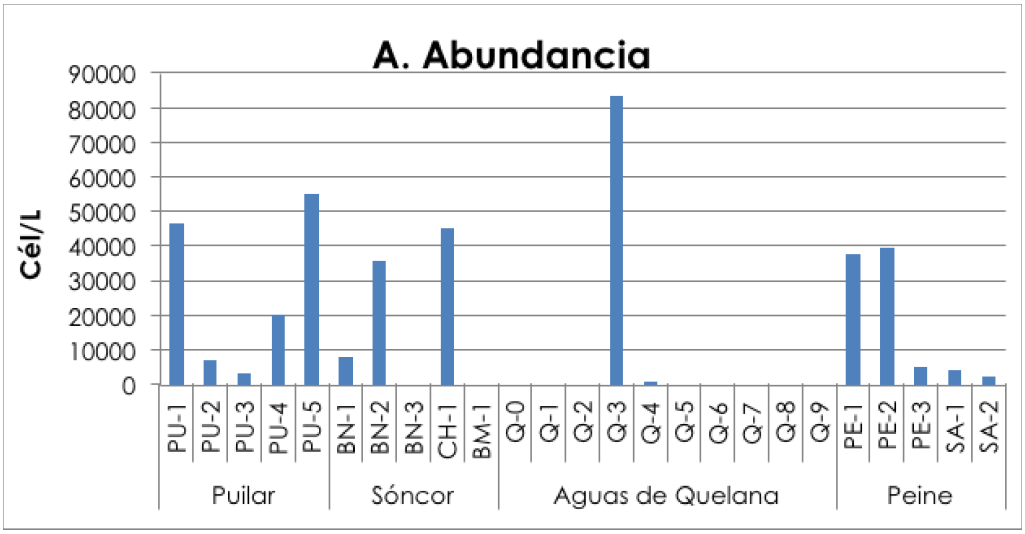


FIGURA 3.4-41 ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS

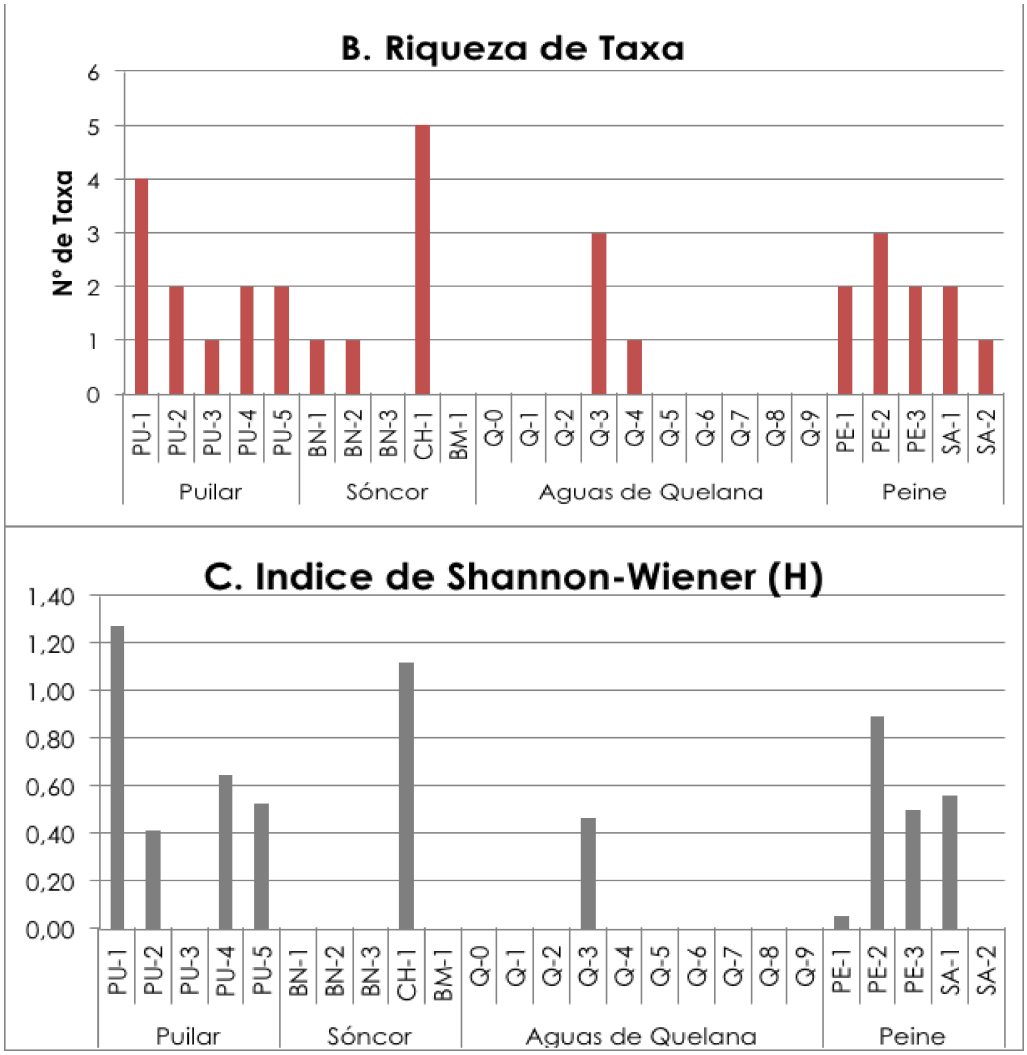
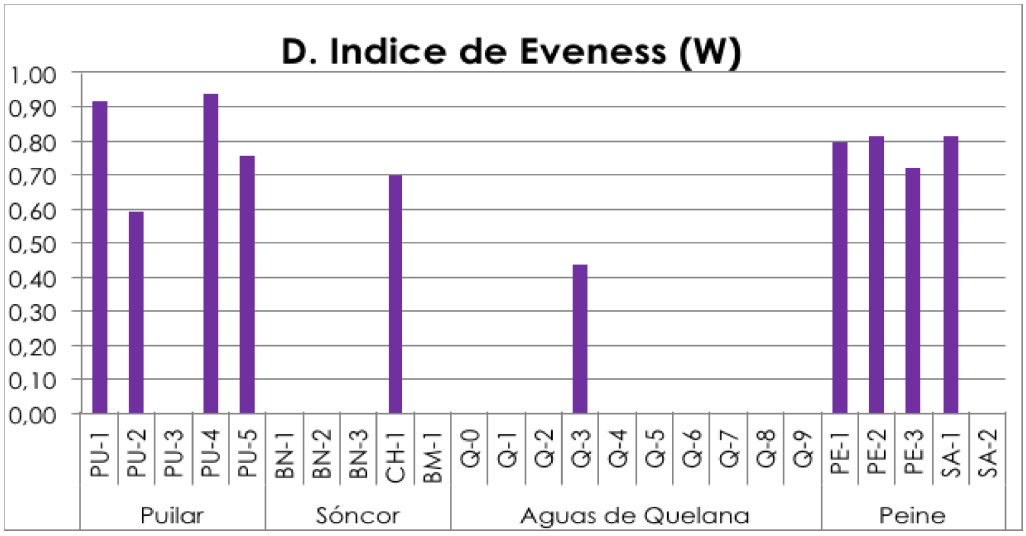


FIGURA 3.4-41 ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS



p. Sector Soncor: Laguna Puilar

Diversidad General del Área de Estudio:

Se determinó un total de 6 taxa de microalgas fitoplanctónicas entre las 5 estaciones de monitoreo analizadas (Anexo VIII: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). La Riqueza máxima se registró en la estación PU-1, mientras que la abundancia más alta se determinó en la estación PU-5. Respecto de los taxa que aportaron mayormente a la riqueza y abundancia del sector, éstos fueron *Surirella sella y D. salina*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-51, se muestran los valores de riqueza de microalgas fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar, en la actual campaña de monitoreo (2012). Adicionalmente, la Figura 3.4-42, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa de fitobentos en todo el sector de la laguna Puilar. En cuanto al rango de fluctuación de los valores, éste se registró entre las estaciones PU-3 y PU-1, con 1 y 4 taxa representados, respectivamente. Respecto del valor promedio de este parámetro en todo el sector fue conservativo, respecto de los otros sectores analizados. En relación con los grupos de microalgas representados en esta oportunidad, y al igual que en campañas anteriores al 2012, predominó el grupo de diatomeas o Bacillariophyceae (Tabla 3-51).

Abundancia Total (Cél/L)

En la Tabla 3-51, se muestran los valores de abundancia total de las microalagas fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar, en la campaña 2012. Además, la Figura 3.4-42, muestra los resultados de la distribución de las abundancias totales

del fitoplancton en el sector. En relación con el rango de valores para esta variable, éste fluctuó entre 3.000 y 54.900 Cél/L en las estaciones PU-3 y PU-4, respectivamente. Por otra parte el valor promedio por estación para este sector fue de 11.966,3 +/- 11.641,2 Cél/L (Anexo VIII: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). En relación con los aportes por clase de microalgas, las diatomeas (Clase Bacillariophyceae) y las cianobacterias (Clase Cyanophyceae), fueron dominantes en el Sector (Tabla 3-51).

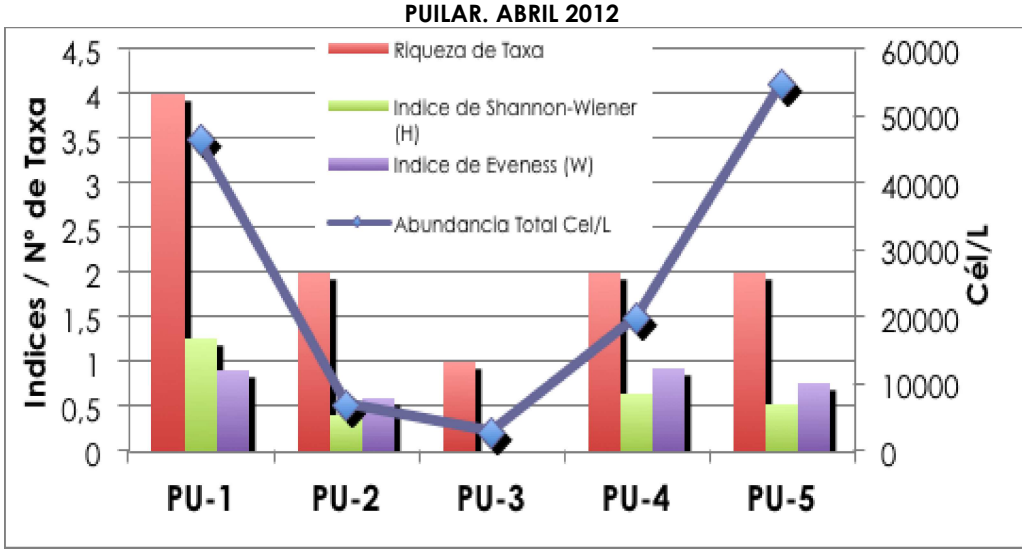
Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W)

Los valores del Índice de Diversidad, medidos a través del Índice de Shannon-Wiener (H), se caracterizaron por fluctuar en un estrecho margen de 0 y 1,27, en las estaciones PU-3 y PU-5, respectivamente (Anexo VIII: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). Respecto de la Equidad, determinada a través del Índice de Evenness (W), las estaciones de este sector mostraron un amplio rango de valores, 0 (un solo taxa) +/- 0,94 (Anexo VIII: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota).

TABLA 3-51 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL FITOPLANCTON SECTOR PUILAR. ABRIL 2012

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.
BACILLARIOPHYCEAE										
Brochysira aponina	7100	15,2								
Craticula halophila	7100	15,2								
Surirella sella	21400	45,9					7100	35,3	42900	78,1
Surirella wetzeli										
CYANOPHYCEAE										
Anabaena sp.			1000	14,3	3000	100				
CHLOROPHYCEAE										
Dunaliella salina	11000	23,6	6000	85,7			13000	64,7	12000	21,9
Total Abundancia Cél/L	46600	100	7000	100	3000	100	20100	100	54900	100
Riqueza de Taxa	4		2		1		2		2	

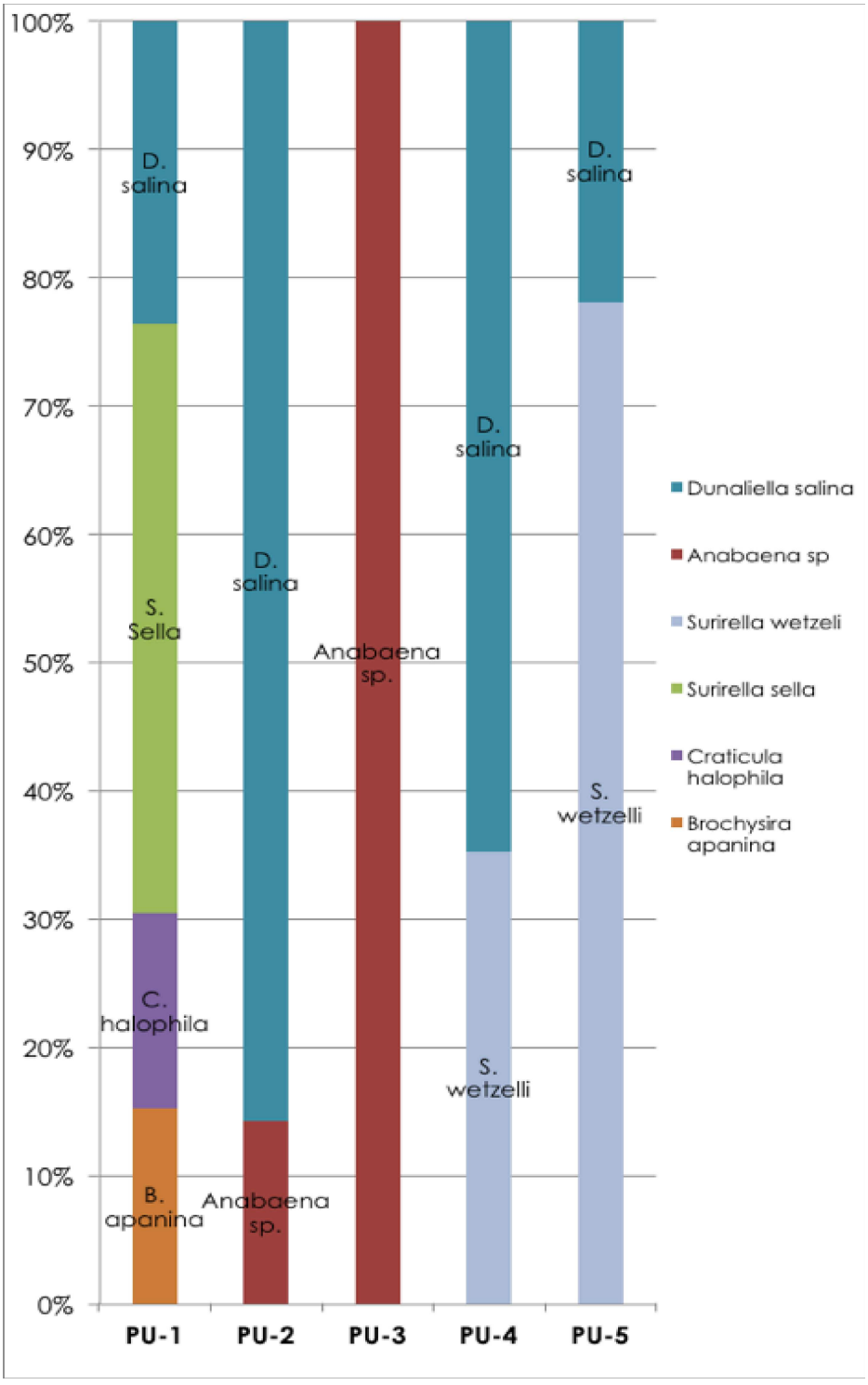
FIGURA 3.4-42 PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EVALUADOS EN EL SECTOR PUILAR. ABRIL 2012



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-43, muestra la distribución de las abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Puilar, para la actual campaña 2012. Se destacan en el gráfico, aquellos taxa, cuyo aporte en abundancia fue igual o superior al 10%, respecto de la abundancia total por estación de monitoreo. Así, en todas las estaciones monitoreadas, se presentaron taxa con un aporte igual al 10% de la abundancia total. Entre los más importantes en cuanto a su aporte a la abundancia, se destacaron: *D. salina, Surirella sella y S. wetzelli.*

FIGURA 3.4-43 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LAS MICROALGAS FITOPLANCTÓNICAS SECTOR PUILAR. ABRIL 2012



q. Sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto

Diversidad General del Área de Estudio

En el Sector Soncor y sus lagunas constituyentes Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto, se determinó un total de 6 taxa de microalgas fitoplanctónicas (Anexo VIII: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). Entre las algas registradas se encontraron representantes de las clases Bacillariophyceae; Cyanophyceae y Clorophyceae. Al igual que en campañas anteriores al 2012, los valores más altos de riqueza y abundancia del fitoplancton se presentaron en la estación localizada en la laguna Chaxa (CH-1). En términos de su distribución espacial y su aporte a la abundancia total del sistema, los taxa más importantes, entre las estaciones de monitoreo fueron*: D. salina y S. wetzelli*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-52, se muestran los valores de riqueza de microalgas fitoplanctónica de las estaciones pertenecientes al Sector Soncor (lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto). Adicionalmente, la Figura 3.4-44, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitoplancton en todo el sector monitoreado, en la presente campaña (2012). En relación con el rango de valores para este parámetro, el valor máximo de riqueza se obtuvo en la estación CH-1 (laguna Chaxa), con un total de 5 especies diferentes, mientras que no se determinó la presencia de taxa de fitoplancton en la estación BN-3 (laguna Barros Negros). Respecto del valor promedio de la Riqueza de Taxa en el Sector, éste fue de 1,4 +/- 2 taxa por estación. En términos de la contribución por clases taxonómica a la riqueza total, los grupos Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Cyanophyceae estuvieron representados de manera equivalente.

Abundancia Total (Cél/L)

La Tabla 3-52, contiene los valores de abundancia total del fitoplancton en las estaciones pertenecientes al Sector Soncor, para sus diferentes lagunas (Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto). Por otra parte, la Figura 3.4-44, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del fitoplancton en todo el sector monitoreado. El rango de fluctuación de esta variable para los sistemas señalados fue de 0 Cél/L en la Estación BM-1 y BN-3, y 45.400 Cél/L en la estación CH-1. Respecto del valor promedio, considerando las 3 lagunas analizadas éste fue de 12.728,6 +/- 12.912,2 Cél/L (Anexo VIII: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). Los taxa que contribuyeron mayormente a la abundancia total fueron *Dunaliella salina y Surirella wetzelli*. Entre ambas representan cerca del 40% de la abundancia.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W):

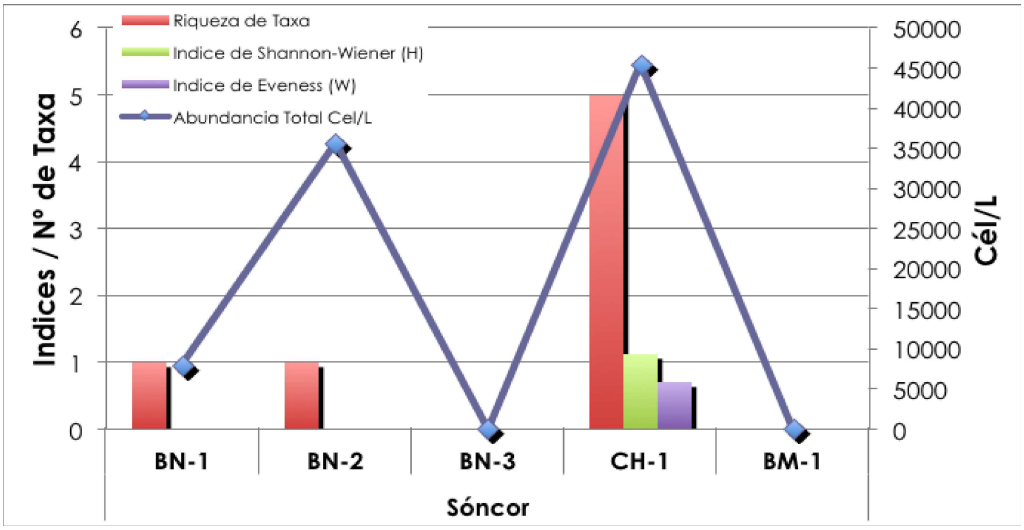
El comportamiento de los valores de diversidad de las comunidades de microalgas fitoplanctónicas del Sistema Soncor, analizados a través de sus Índices de Shannon-Wiener (H) y Eveness (W), se presenta en la Figura 3.4-44 y en la Tabla de Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo VIII). Respecto de la diversidad en términos generales, se observó que hubo diferencias entre las estaciones de monitoreo, siendo la estación CH-1, el punto con los más

altos valores del Índice de Shannon-Wienner (H: 1,12) y del índice de Evenness (0,94) (Anexo VIII: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota).

TABLA 3-52 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL FITOPLANCTON SECTOR SONCOR (LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXA Y BURRO MUERTO). ABRIL 2012

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3		CH-1		BM-1	
	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.
BACILLARIOPHYCEAE										
Planothidium lanceolatum							21.400	47,1		
Surirella wetzelli			35.700	100						
CYANOPHYCEAE										
Merismopedia sp.							1.000	2,2		
Anabaena sp.							2.000	4,4		
CHLOROPHYCEAE										
Dunaliella salina	8.000	100					18.000	39,6		
Chlorella fusca							3.000	6,6		
Total Abundancia Cél/L	8.000	100	35.700	100	0	0	45.400	100	0	0
Riqueza de Taxa	1		1		0		5		0	

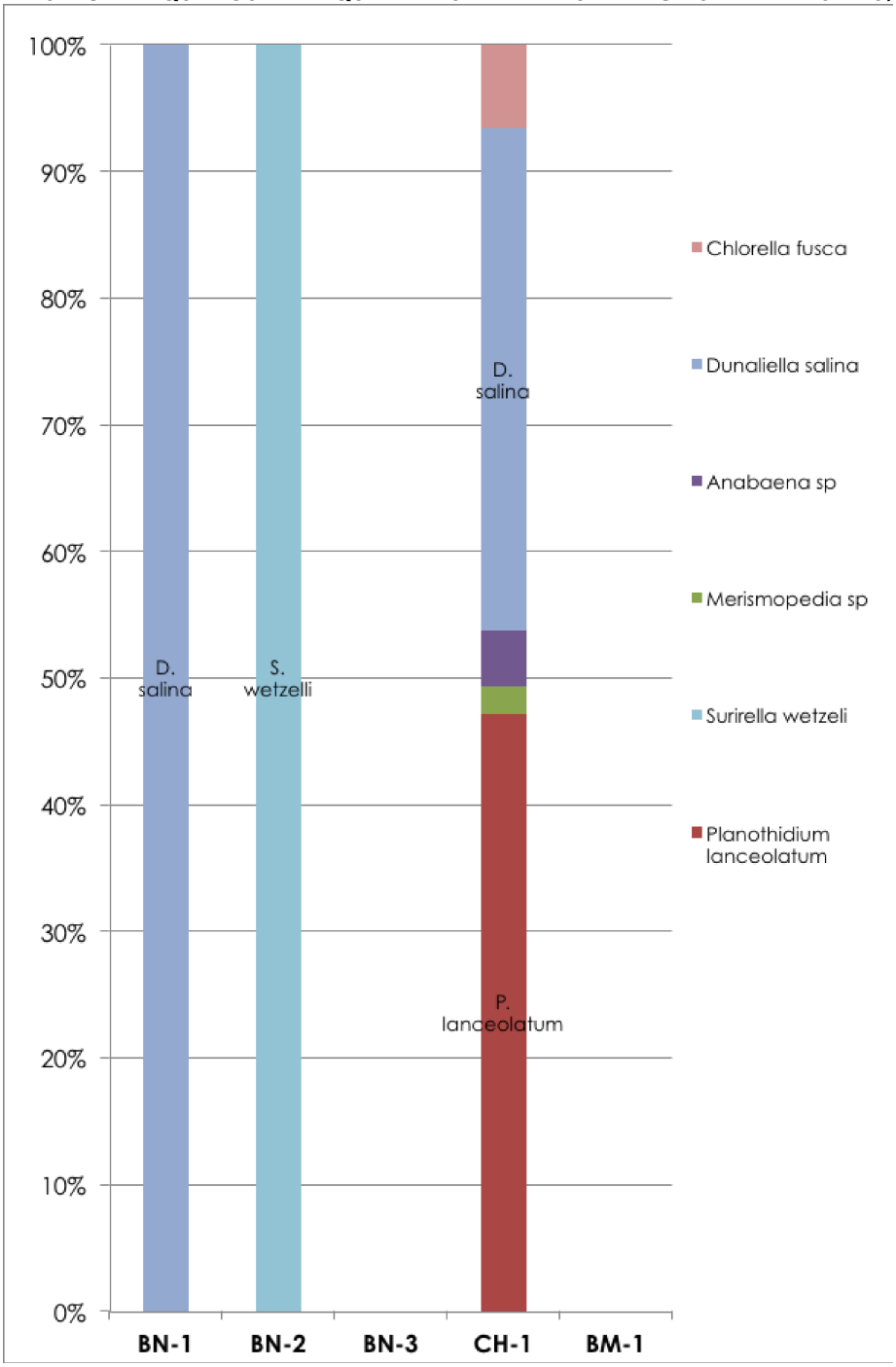
FIGURA 3.4-44 PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EVALUADOS EN EL SECTOR SONCOR. LAGUNAS BARROS NEGROS (BN); CHAXA (CH) Y BURRO MUERTO (BM). ABRIL 2012



Abundancias Relativas (%)

La Figura 3.4-45, muestra los porcentajes de abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Soncor y sus lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto, durante la campaña 2012. En ésta se destacan aquellos taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de Abundancia Relativa. Así, se observa que para la laguna Barros Negros aquellos taxa que aportaron mayormente a la abundancia total del sistema fueron: *Dunaliella salina, Surirella wetzelli y Planothidium lanceolatum*.

FIGURA 3.4-45 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE MICROALGAS FITOPLANCTÓNICAS SECTOR SONCOR, LAGUNAS BARROS NEGROS; CHAXA Y BURROS MUERTO. ABRIL 2012. SE DESTACAN AQUELLOS TAXA QUE REPRESENTAN ABUNDANCIAS RELATIVAS > 10%.



r. Sector Aguas de Quelana

Diversidad General del Área de Estudio

En la presente campaña, en el sector de Aguas de Quelana, se determinó un total de 3 taxa de microalgas fitoplanctónicas. Cabe destacar sin embargo, que muchas de las estaciones de este monitoreo se encontraban secas al momento de ser muestreadas. Respecto de los taxa más importantes, en cuanto a su abundancia, éste correspondió a *Surirella wetzelli*, la cual representó cerca del 80% de la abundancia total en el sistema. En términos de la representatividad de cada clases de microalgas, se determinó la presencia de especies pertenecientes a las clases Bacillariophyceae, Cyanophyceae y Chlorophycea.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-53, se presentan los valores de riqueza de microalgas fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana, en la presente campaña 2012. Adicionalmente, la Figura 3.4-43, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitoplancton en todo el sector. Los valores de riqueza de taxa determinados entre las estaciones del Sistema Aguas de Quelana fluctuaron entre 0 taxa en las estaciones Q-0, Q-1 yQ-9, y 3 taxa en la estación Q-3. Sin embargo, como ha sido mencionado anteriormente, cabe destacar que en la presente campaña no fueron muestreadas las estaciones Q-2, Q-4 a Q-8 por encontrarse sin lamina de agua. En cuanto al valor promedio de taxa, éste fue de 1 +/- 1,33 taxa por estación. Respecto de los aportes por clase de microalgas, cada clase taxónómica aportó al sistema con igual número de taxa (Tabla 3-51). La riqueza máxima para el sector fue de 3 taxa (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/L)

En la Tabla 3-51, se muestran los valores de abundancia total de fitoplancton de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana, en la presente campaña 2012. Además, la Figura 3.4-46, muestra los resultados de la distribución de las abundancias totales del fitoplancton en las estaciones de monitoreo del sector. En relación con el rango de valores para este parámetro, éste fluctuó entre 0 Cél/L en las estaciones Q-0, Q-1 y Q-9, y 83.400 Cél/L, en la estación Q-3. Respecto del valor promedio en el sector éste fue de 16.880 +/- 37.188,2 Cél/L (Anexo VIII: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota). Respecto de los aportes por taxa, como en campañas anteriores al 2012 contribuyó mayormente a la abundancia en el sector *Surirella wetzelli* con un 80%.

Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W):

En cuanto al rango de valores para el Índice de Diversidad de Shannon-Wienner, éste osciló entre 0 (estaciones Q-0, Q-1 y Q-9) y 1,12 (estación Q-3) (Anexo VIII: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). Así, como ha acontecido con otras variables bióticas, los valores más altos de diversidad en este sector se determinaron en el tramo medio del sistema lagunar, particularmente en la estación Q-3. Ha de considerarse sin embargo, que las estaciones Q-2, Q-5, Q-6, Q-7 y Q-8 se encontraban sin lamina de agua al momento de ser monitoreadas. Respecto del Índice de Equidad, éste sólo fue posible de calcular en la estación Q-3 (ya que esta presentaba más de una taxa) y alcanzó un valor de 0,44 (Anexo VIII: Tabla de Estadísticas

Descriptivas de la Biota), un valor bajo que se explica por el predominio en abundancia del taxa *Surirella wetzelli*.

Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-47, muestra la distribución de las abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana, en la campaña 2012. En ésta se destacan aquellos taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de abundancia relativa por estación. Como se aprecia en la figura, existieron sólo dos taxa que igualaron y/o sobrepasaron el 10% de contribución a la abundancia de la estación: *Surirella Wetzelli (estación Q-3) y Dunaliella salina (estación Q-4)*.

TABLA 3-53 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL FITOPLANCTON DEL SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.
BACILLARIOPHYCEAE					Estación sin agua superficial						Estaciones sin agua superficial									
Surirella wetzeli							71400	85,6												
CYANOPHYCEAE																				
Lyngbya sp.							2000	2,4												
CHLOROPHYCEAE																				
Dunaliella salina							10000	12,0	1000	100										
Total Abundancia Cél/L							83400	100	1000	100										
Riqueza de Taxa	0		0				3		1										0	

FIGURA 3.4-46 PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EVALUADOS EN EL SECTOR AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012

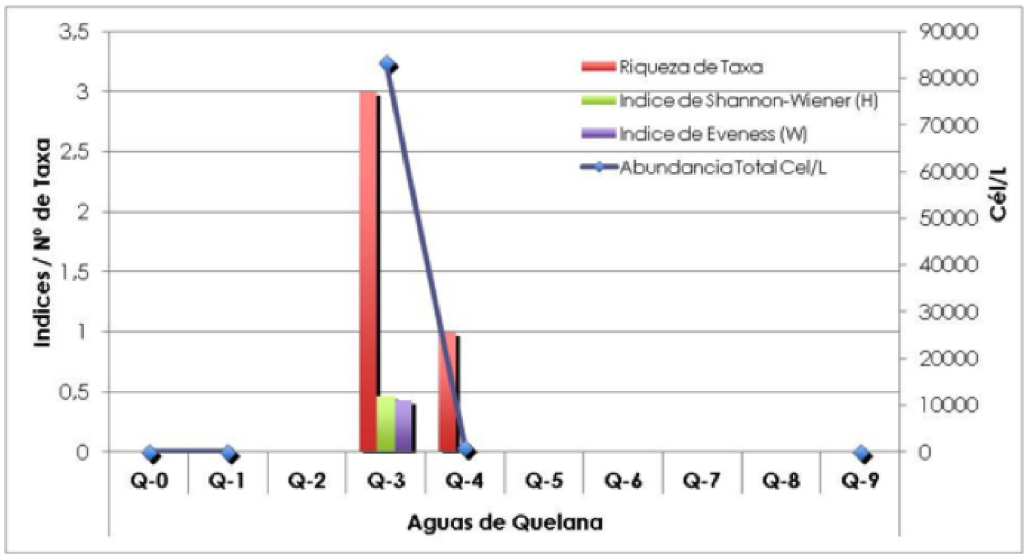
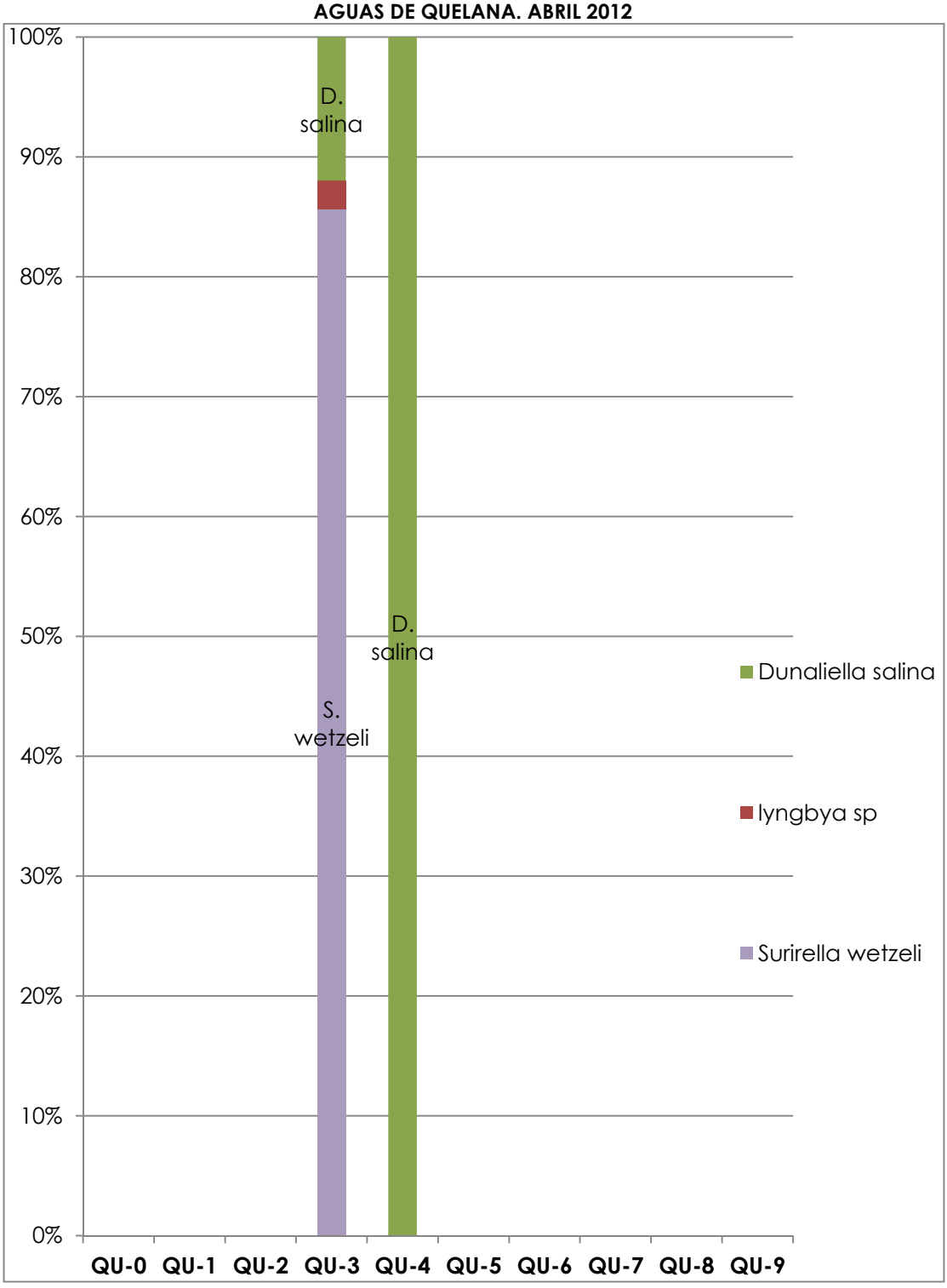


FIGURA 3.4-47 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LAS MICROALGAS FITOPLANCTÓNICAS. SECTOR AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012



s. Sector Peine

Diversidad General del Área de Estudio

En el Sector Peine y sus lagunas constituyentes: Interna, Salada y Saladita, se determinó un total de 3 taxa de microalgas fitoplanctónicas. Entre las algas registradas se encontraron representantes de las clases Bacillariophyceae; Cyanophyceae y Clorophyceae. Particularmente alta fue la riqueza y abundancia del fitoplancton en la estación PE-2 localizada en la laguna Salada (SA-2), respecto de las otras estaciones de monitoreo. En términos de su contribución a la riqueza y abundancia del sector, sobresalen los taxa *Surirella sella y Dunaliella salina.*

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-54, se muestran los valores de riqueza fitoplanctónica de las estaciones pertenecientes al Sector Peine, en sus lagunas Interna; Salada y Saladita, en la campaña 2012. Adicionalmente, la Figura 3.4-48, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa de fitoplancton en todo el sector monitoreado. Respecto del rango de valores para este parámetro, el valor máximo de riqueza se obtuvo en la estación PE-3 (laguna Interna), con un total de 3 taxa distintos. En esta estación estuvieron representadas tres clases taxonómicas de microalgas, Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Cyanophyceae. Por otra parte, el valor más bajo de riqueza se presentó en la estación SA-2 (laguna Salada) con sólo un taxa. El promedio de taxa por estación alcanzó en este sector a 2 +/-0,8 taxa. En cuanto a la riqueza máxima del sector esta alcanzó a los 3 taxa (Anexo VIII: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/L)

La Tabla 3-54, presenta los valores de abundancia total del fitoplancton en las estaciones pertenecientes al Sector Peine, para sus diferentes lagunas (Interna, Salada y Saladita) en la presente campaña (2012). Además en la Figura 3.4-48 se muestran los resultados de la distribución de la abundancia total del fitoplancton en todo el sector monitoreado. Respecto del rango de fluctuación de esta variable éste fue de 2.000 Cél/L en la estación SA-2 y 39.400 Cél/L en la estación PE-2. El valor promedio, considerando las 3 lagunas analizadas, fue de 17.600 +/- 19.120,1 Cél/L (Anexo VIII: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota). La abundancia máxima por taxa entre las estaciones del Sector Peine correspondió a la especie *Surirella sella,* la que contribuyó con cerca del 56% de la abundancia total del sector.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W)

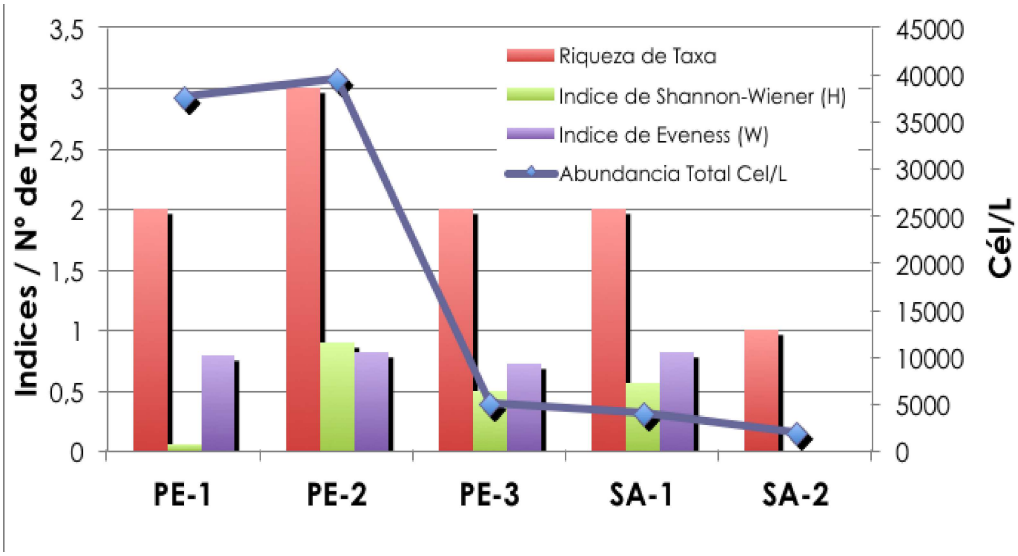
El comportamiento de los valores de diversidad de las comunidades fitoplanctónicas del Sistema Peine, analizado en la presente campaña (2012), a través de sus Índices de Shannon-Wiener (H) y Eveness (W), se presenta en la Figura 3.4-48 y en la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII). Respecto de la diversidad en términos generales, se observó que no hubo notorias diferencias entre las estaciones de monitoreo. Así el rango para dicha variable fluctuó entre 0 (estación SA-2, donde sólo se determinó un taxa) y 0,9 (estación PE-2). Con respecto al Índice de Equidad o Eveness más alto medido en todo el sector, éste

se determinó en las estaciones PE-2 y SA-1 (W:0,91) (Anexo VIII: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

TABLA 3-54 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL FITOPLANCTON. SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). ABRIL 2012

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Nº Cél/L	% A.R	Nº Cél/L	% A.R	Nº Cél/L	% A.R	Nº Cél/L	% A.R	Nº Cél/L	% A.R
BACILLARIOPHYCEAE										
Surirella sella	28600	76,1	21400	54,3						
CYANOPHYCEAE										
Lyngbya sp.			3000	7,6	1000	20	1000	25	2000	100
CHLOROPHYCEAE										
Dunaliella salina	9000	23,9	15000	38,1	4000	80	3000	75		
Total Abundancia Cél/L	37600	100	39400	100	5000	100	4000	100	2000	100
Riqueza de Taxa	2		3		2		2		1	

FIGURA 3.4-48 PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EVALUADOS EN EL SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA (PE); SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2). ABRIL 2012

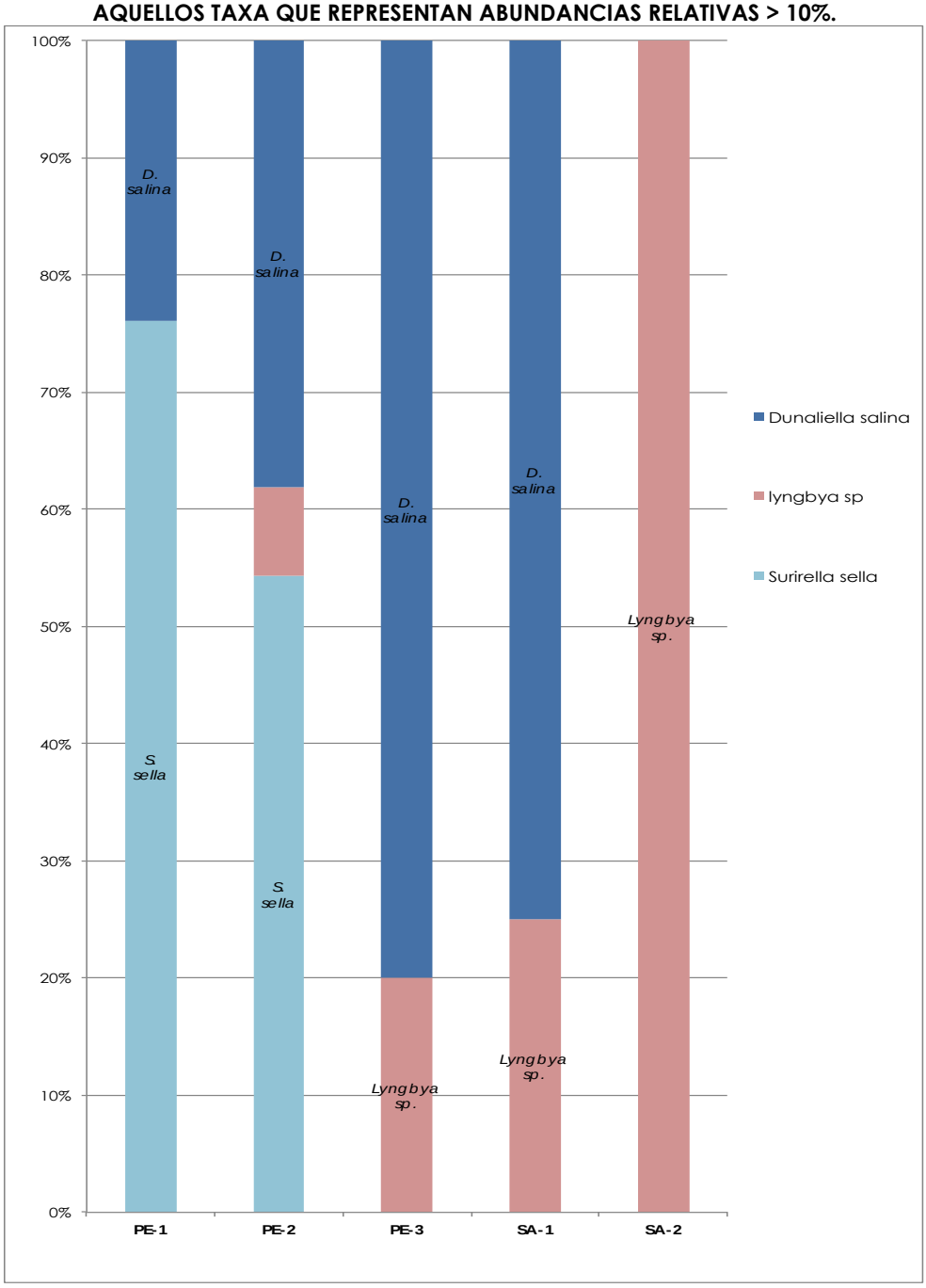


Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-49, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Peine y sus lagunas Interna, Salada y Saladita, en la campaña 2012. En ésta se destacan aquellos taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de abundancia relativa por estación. Así, se observa que en la presente campaña todos los tres taxa determinados representaron el 10% o más de abundancia del

sistema. Así, para la laguna Interna aquellos taxa que aportaron mayormente a la abundancia total fueron: *Surirella sella y Dunaliella salina*, mientras que en las lagunas Salada y Saladita los taxa correspondieron a *D. salina y Lyngbya sp*.

FIGURA 3.4-49 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE MICROALGAS FITOPLANCTÓNICAS. SECTOR PEINE. LAGUNAS INTERNA (PE); SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2). ABRIL 2012. SE DESTACAN AQUELLOS TAXA QUE REPRESENTAN ABUNDANCIAS RELATIVAS > 10%.



3.4.2.4 Análisis Datos Históricos del Fitoplancton

t. Sector Soncor: Laguna Puilar

La Figura 3.4-50, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de abundancia del fitoplancton en el Sector Soncor, Laguna de Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Como muestra la Figura 3.4-50, los datos de abundancia del fitoplancton registrados en la presente campaña, fueron semejantes a los registrado en las campañas previas (2006-2011). De igual forma que en la mayoría de los monitoreos previos al 2012 (con excepción del año 2009), la dispersión de datos de la presente campaña fue casi imperceptible. El análisis de varianza, llevado a cabo a través del Test de Kruskal–Wallis, arrojó diferencias significativas entre las medianas del período de estudio (2006 a 2012).

Respecto de la agrupación de datos en la campaña 2012, se aprecia una muy baja dispersión de datos respecto del valor de la mediana (Figura 3.4-50).

En relación con la Riqueza de Taxa, la Figura 3.4-51, contiene el gráfico box-plot para la comparación de medianas de este parámetro en el fitoplancton del Sistema Puilar, a lo largo de las campañas de estudio. Como se parecía el valor de la mediana, bajó considerablemente en la presente campaña, respecto de los años previos. Al igual que lo registrado con la abundancia de microalgas, en relación a la agrupación de datos en los distintos percentiles, se aprecia una muy baja dispersión de éstos respecto del valor de la mediana. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas del período 2006-2012.

Las diferencias de riqueza de taxa registradas en el presente monitoreo, respecto de campañas previas al 2012, podría ser adjudicada a un patrón de variación interanual normal para el parámetro riqueza de taxa encontrado en los otros sistemas lacustres analizados en el presente estudio. No obstante ellos, factores climáticos puntuales como el viento y la temperatura pudieron haber afectado negativamente la resuspensión de microalgas desde el sedimento hacia las delgadas capas de agua presentes en las lagunas.

u. Sector Soncor: Lagunas Barros Negros; Chaxa y Burro Muerto

El análisis comparativo de los valores de abundancia del fitoplancton del Sector Soncor y sus lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto, se muestra en la FIGURA 3.4-52, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

En relación con los valores de la mediana de abundancia del fitoplancton, registrados en la actual campaña (2012), los valores fueron conservativos, respecto de lo observado en el periodo previo (2006 a 2011). En cuanto al rango de fluctuación de los valores de la presente campaña, éste fue muy estrecho comparado con los años 2009 y 2010, aunque semejante al

registrado en las campañas 2006, 2007, 2008 y 2011. En relación con la variación interanual, el análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestras que hubo diferencias estadísticamente significativas de la abundancia del fitoplancton entre las diferentes campañas de monitoreo.

En relación con los resultados de riqueza de taxa, en este mismo Sector, la Figura 3-75Figura 3.4-53, muestra que los valores de la actual campaña (2012), fueron inferiores a los registrados en todas las campañas previas (2006-2011). Sin embargo, cabe destacar que el sistema mostró una notable fluctuación interanual de la riqueza, encontrándose los actuales valores dentro del rango de variabilidad de monitoreos tales como los del 2006. Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas arroja que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los años monitoreados (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

v. Sector Aguas de Quelana

Respecto del análisis interanual de abundancia del fitoplancton en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 3.4-54, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Al igual que en otros sectores monitoreados en la presente campaña, el valor de la mediana fue conservativo respecto de lo registrado en el período 2006-2011. Del mismo modo que lo registrado en otros sectores, los valores de abundancia mostraron una baja dispersión, respecto de la mediana. El análisis de varianza llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arroja que sí hubo diferencias estadísticamente significativas para la abundancia del fitoplancton en este Sector, lo que tendría directa relación con los aumentos de valor de la abundancia registrados en las campañas 2009 y 2010 (Figura 3.4-54).

El análisis de variación interanual de los datos de riqueza del fitoplancton, en el Sector Aguas de Quelana, se muestra en la Figura 3.4-55. En esta figura se aprecia que el valor de la mediana y el rango de valores entre el máximo y el mínimo en la presente campaña, fueron notoriamente menores a los registrados en los años previos al 2012. Al igual que lo mencionado anteriormente, esta situación podría ser adjudicada a un patrón de variación interanual normal para el parámetro riqueza de taxa, encontrado también en los otros sistemas lacustres analizados en el presente estudio. No obstante ello, factores climáticos puntuales como el viento y la temperatura pudieron haber afectado negativamente la resuspensión de microalgas desde el sedimento hacia las delgadas capas de agua presentes en las lagunas.

Por otra parte, el análisis estadístico muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

w. Sector Peine

El análisis comparativo de los valores de abundancia del fitoplancton en el Sector de Peine y sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita, se muestra en la Figura 3.4-56, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Al igual que en todos los otros sectores analizados, los resultados de la presente campaña, muestran que los valores de abundancia del fitoplancton estuvieron dentro del rango de variación en el período 2006-2011. Asimismo, los valores de la actual campaña mostraron una muy baja dispersión respecto del valor de la mediana. Pese a la semejanza en los valores de la varianza en el período de estudio, el análisis de comparación de medianas (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que entre las campañas hubo diferencias estadísticamente significativas.

En cuanto a los datos de la riqueza, como en el resto de los sistemas analizados en la presente campaña, los valores de la mediana de riqueza disminuyeron notoriamente respecto de monitoreos anteriores al 2012. El análisis comparativo de la riqueza de taxa de fitoplancton, en el Sector Peine arrojó diferencias estadísticamente significativas, entre las campañas de monitoreo (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota). Lo último estaría asociado a la notoria fluctuación de este parámetro entre las campañas analizadas a la fecha (Figura 3.4-57).

FIGURA 3.4-50 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON. SECTOR PUILAR.

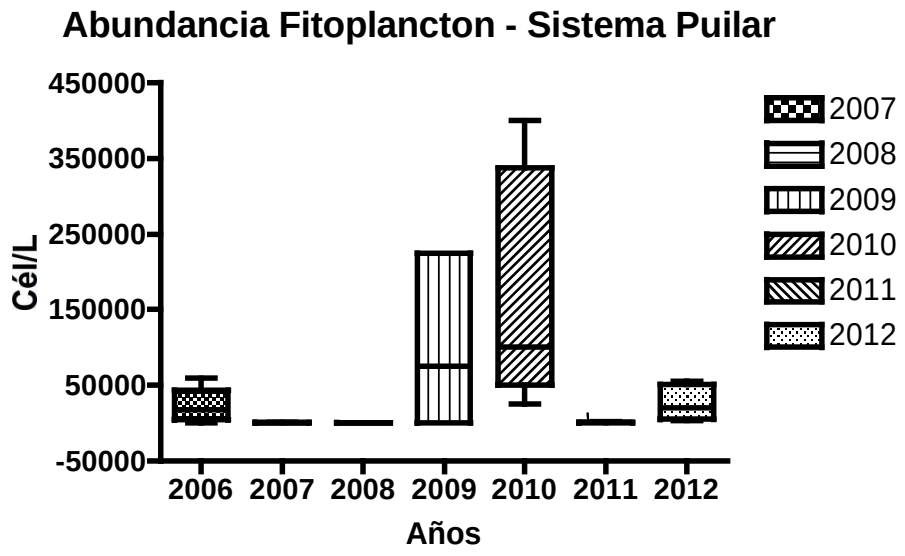


FIGURA 3.4-51 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOPLANCTON. SECTOR PUILAR.

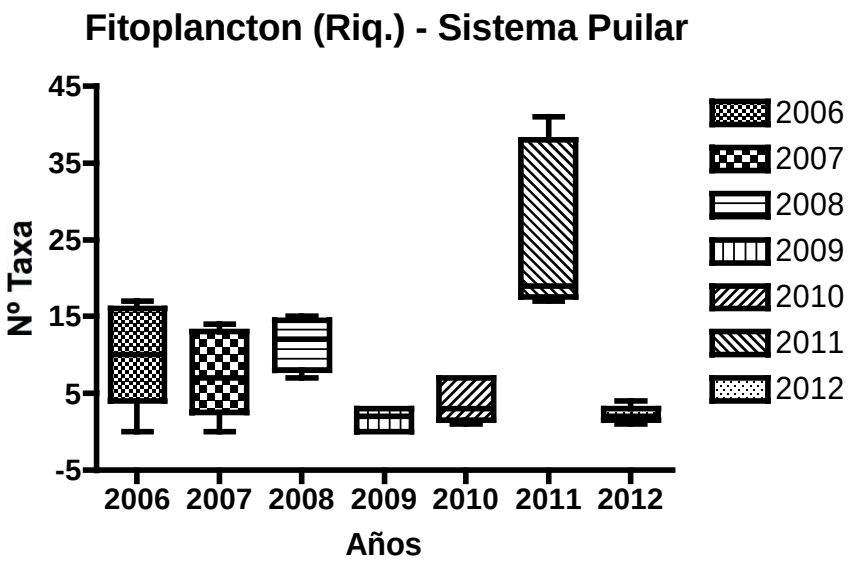


FIGURA 3.4-52 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON. SECTOR SONCOR (LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXA Y BURRO MUERTO)

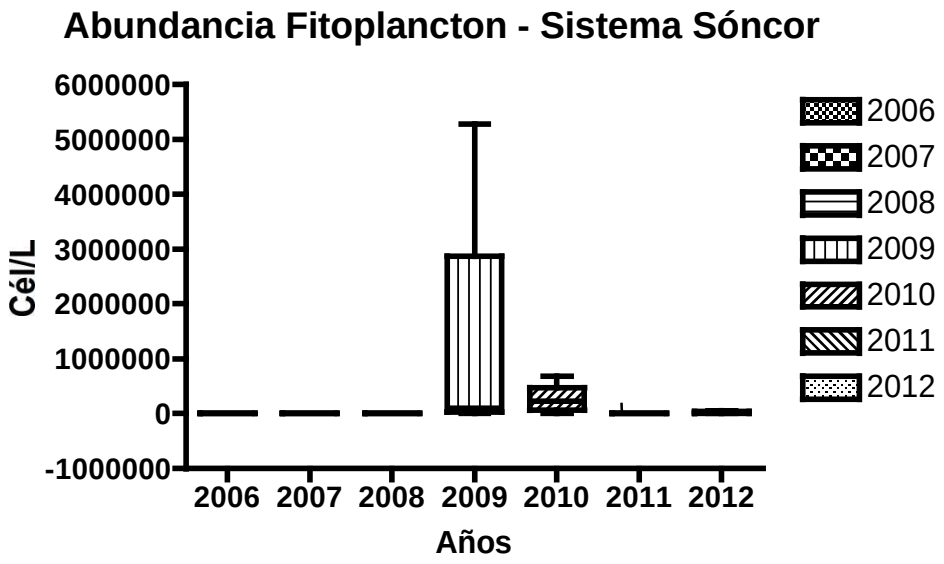


FIGURA 3.4-53 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOPLANCTON. SECTOR SONCOR (LAGUNAS BARROS NEGROS (BN), CHAXA (CH-1) Y BURRO MUERTO (BM-1))

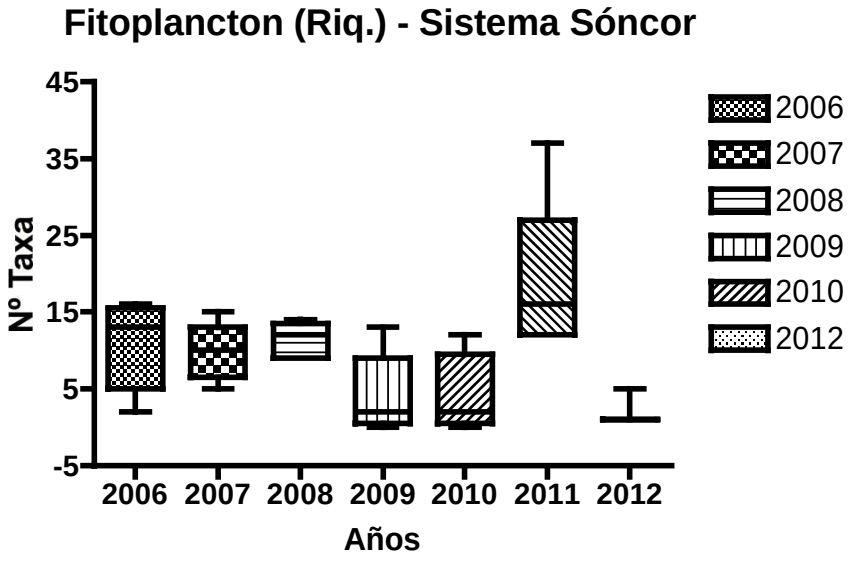


FIGURA 3.4-54 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON. SECTOR AGUAS DE QUELANA

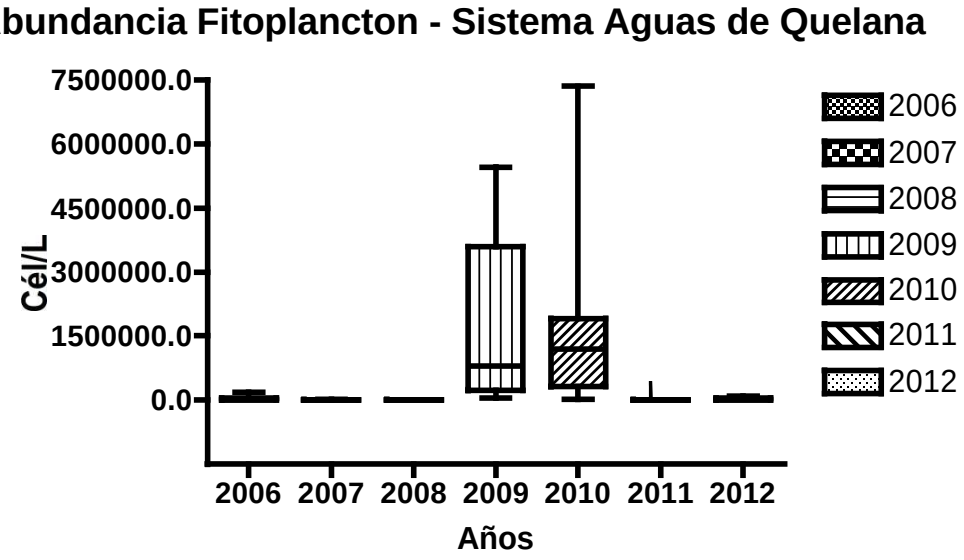


FIGURA 3.4-55 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOPLANCTON. SECTOR AGUAS DE QUELANA

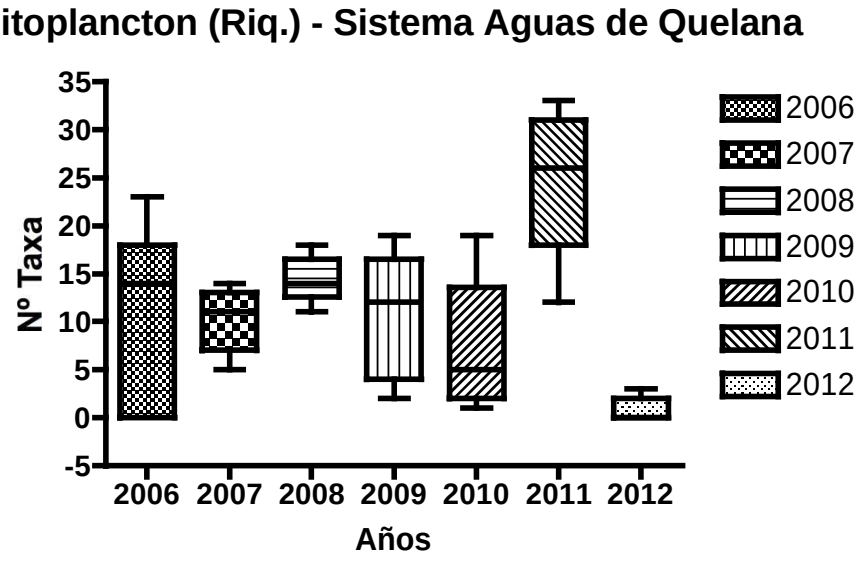


FIGURA 3.4-56 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON. SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2))

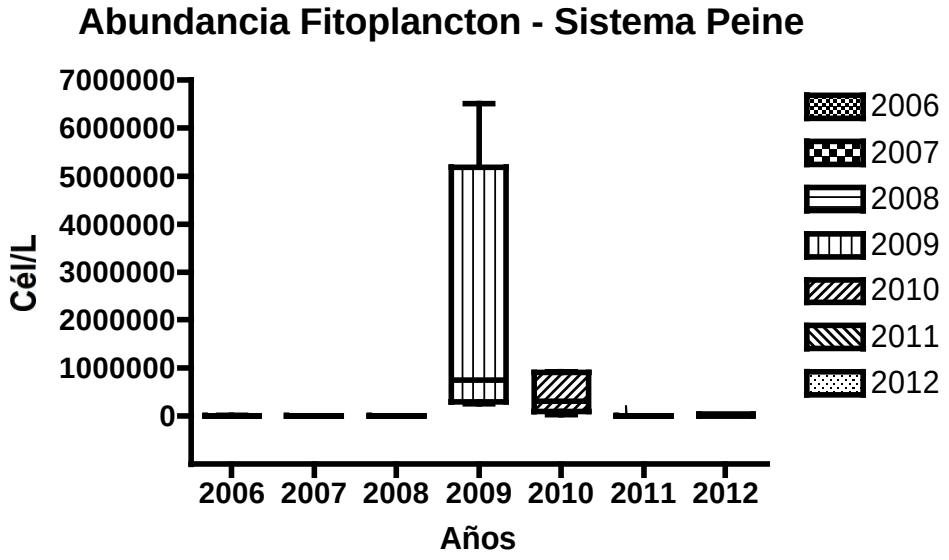
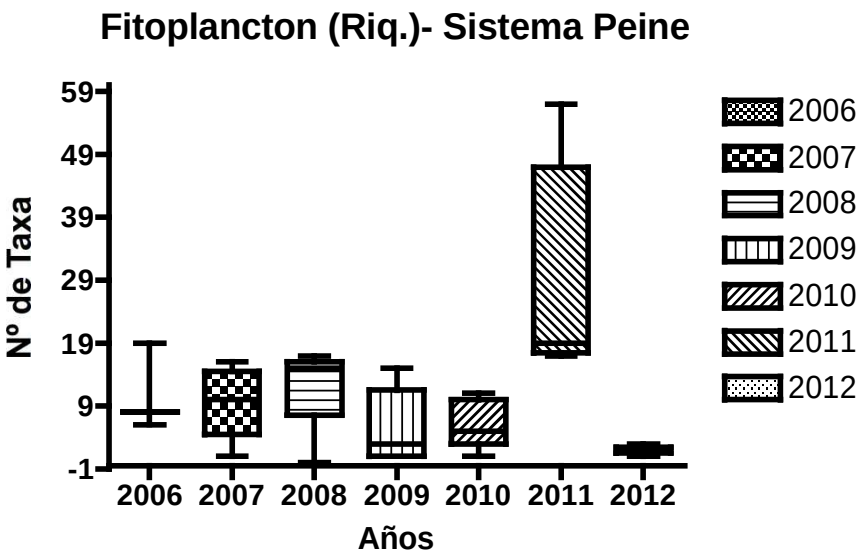


FIGURA 3.4-57 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOPLANCTON SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2))



3.4.2.5 Zoobentos

Diversidad General del Área

La Figura 3.4-58 muestra el análisis de los parámetros comunitarios más importantes, para la variable zoobentos en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama (Puilar, Soncor; Aguas de Quelana y Peine).

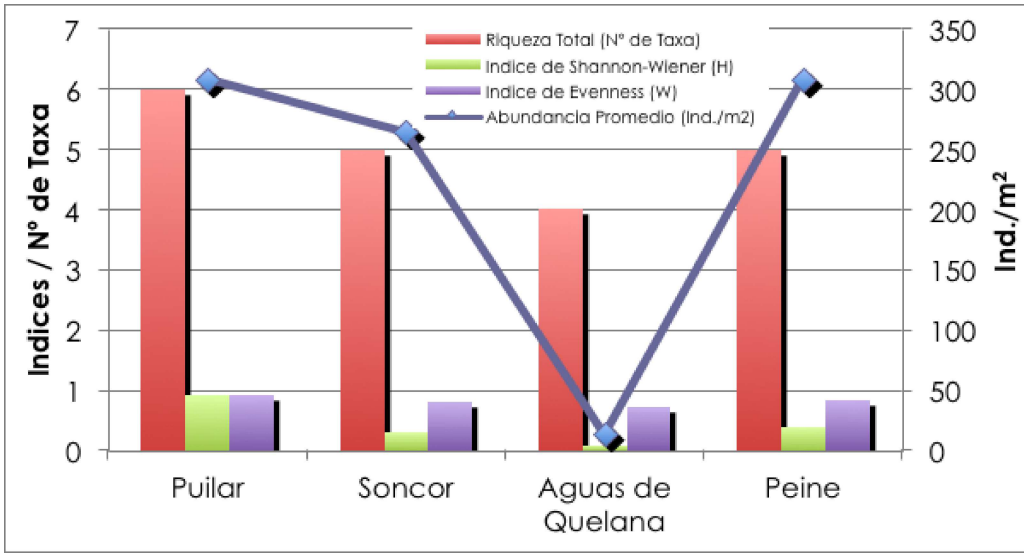
Respecto de la abundancia total de organismos zoobentónicos, los valores promedio fueron distintos entre los sectores analizados, con un máximo en el Sector Puilar y Peine y valores mínimos en el Sector Aguas de Quelana. En relación con la riqueza de taxa, el valor promedio fue conservador entre los sectores con un promedio de 4 taxa representados por estación de monitoreo. La riqueza máxima, incluyendo todos los sectores alcanzó a 6 taxa en el sector de Puilar. Respecto de los Índice de Shannon-Wienner y Eveness, al igual que en la campaña del año 2011, los valores entre los sectores analizados fluctuaron en un amplio rango. Así, los valores de H (Indice de Diversidad de Shannon-Wiener) variaron entre 0,3 y 0,92 (sector de Aguas de Quelana y Puilar, respectivamente), mientras que para W (Índice de Equidad de Evenness), los valores fluctuaron en un rango menos entre 0,72 y 0,92 (sectores de Aguas de Quelana y Puilar, respectivamente).

En el caso de las comunidades de zoobentos, la variación observada en cada sector tendría directa relación con las características de los hábitats. Uno de los aspectos más importantes para su distribución y abundancia tiene relación con los niveles de agua y el oxígeno disuelto en ésta. Así, en algunas estaciones de monitoreo, donde se registró una reducción en la lámina de agua con la consiguiente presencia de sedimentos más reducidos y aguas poco

saturadas de oxígeno, la abundancia de zoobentos estuvo notoriamente disminuida en la estación del Sector Aguas de Quelana.

En relación con los aportes de los taxa determinados a través de sus abundancias relativas, en la presente campaña (2012) y en los cuatro sectores monitoreados sobresale Diptera como el taxa mas abundante y frecuente.

FIGURA 3.4-58 ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS



x. Sector Soncor: Laguna Puilar

Diversidad General del Área de Estudio

Se determinó un total de 6 taxa de representantes de zoobentos entre las 5 estaciones de monitoreo analizadas. El número mayor de taxa de zoobentos se registró en la estación PU-4, mientras que la abundancia máxima se registró en esta misma estación con un valor de 495,9 ind./m^2. Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial y un mayor aporte a la abundancia total del sector, éstos correspondieron a individuos de los grupos de Harparacticoidea y a larvas de Dolichopodidae.

Riqueza Taxonómica (N° de Taxa)

En la Tabla 3-55, se muestran los valores de riqueza de zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar, en la campaña 2012. Además, la Figura 3.4-59 A, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa de zoobentos en todo el sector monitoreado. Respecto del rango de valores para este parámetro, éste fluctuó entre 2 taxa en la estación PU-1 y PU-2, y 4 taxa en la estación PU-4. El valor promedio de distribución de la riqueza de taxa por estación fue de 3 +/- 0,8 taxa por estación. La riqueza máxima para el sector alcanzó a los 6 taxa (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3-55, se muestran los valores de abundancia total de zoobentos de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar, en la campaña 2012. Además, la Figura 3.4-59 B, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total de zoobentos en todo el sector monitoreado. En cuanto a los valores extremos de esta variable, estos se presentaron en las estaciones PU-3 con 165,3 Ind./m² y PU-4 495,9 Ind./m². Respecto del valor promedio para todo el sector fue de 308,5 +/- 148,9 Ind./m² (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W)

Respecto de la diversidad de las comunidades fitobentónicas del Sistema Puilar, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0,56 (estación PU-2) y 1,21 (estación PU-5), correspondiente a los sectores de la vertiente y de la laguna del Sistema Puilar, respectivamente. En lo referente a la baja diversidad en el sector de la vertiente, una explicación a este valor podría tener relación con el predominio en dicho punto de pocos taxa cada aportando poca abundancia a la estación. Una explicación a esta condición podría ser que las características del sustrato en el sector de la vertiente, parecen poco aptas para el desarrollo del resto de invertebrados bentónicos. Así, en dicha estación la granulometría está representada por arena y gravas, con un muy bajo porcentaje de materia orgánica en la superficie del sedimento.

En cuanto a los Índices de Equidad, éstos fluctuaron en un estrecho rango de 0,37 y 0,99 en las estaciones PU-1 y PU-3, respectivamente.

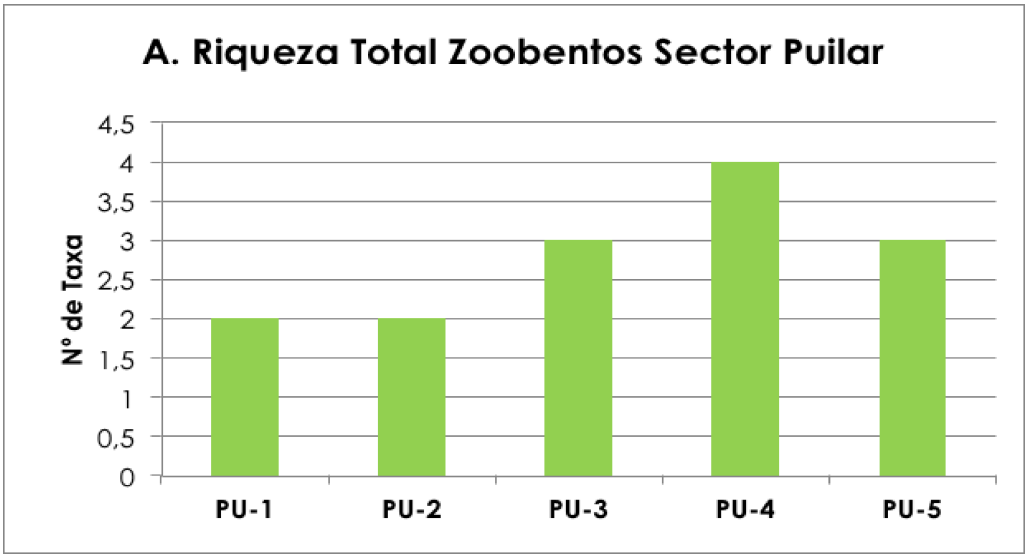
Abundancias Relativas (%)

La Figura 3.4-60, muestra la distribución de las abundancias relativas de los representantes de zoobentos en las estaciones del Sistema Puilar. En la Figura se observa que la estación PU-4 fue la que tuvo contribución de mayor número de taxa al 100% de la abundancia. Sobresale el hecho que, con excepción del taxa "larva de Díptero" (indeterminado), la contribución de los otros taxa fue superior al 10%. Los dos taxa más abundantes fueron Harparcticoidea y Chironomidae.

TABLA 3-55 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE ZOOBENTOS. SECTOR DE PUILAR. ABRIL 2012

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%
Larvas de Dolichopodidae	55,1	25,0			55,1	33,3				
Harpacticoida	165,3	75,0	275,8	62,5	55,1	33,3	55,1	11,1	55,1	25,0
Chironomidae			165,3	37,5			165,3	33,3	55,1	25,0
Paratrichocladius sp.					55,1	33,3				
Larva de Díptero							55,1	11,1		
Indeterminado							220,4	44,4	110,2	50,0
Abundancia Total	**220,4**	**100**	**440,8**	**100**	**165,3**	**100**	**495,9**	**100**	**220,4**	**100**
Riqueza de Taxa	**2**		**2**		**3**		**4**		**3**	

FIGURA 3.4-59 PARÁMETROS COMUNITARIOS EVALUADOS EN EL SECTOR PUILAR. ABRIL 2012



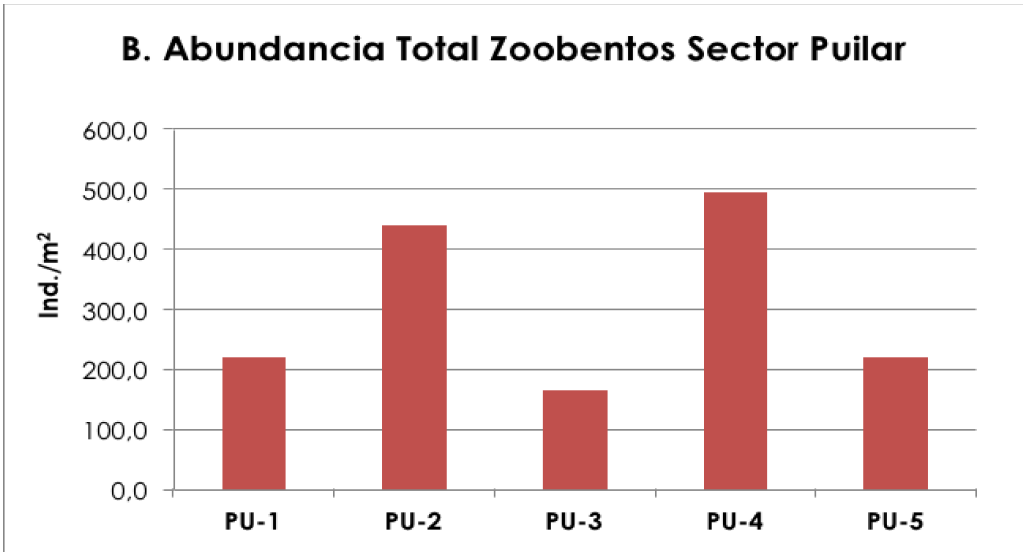
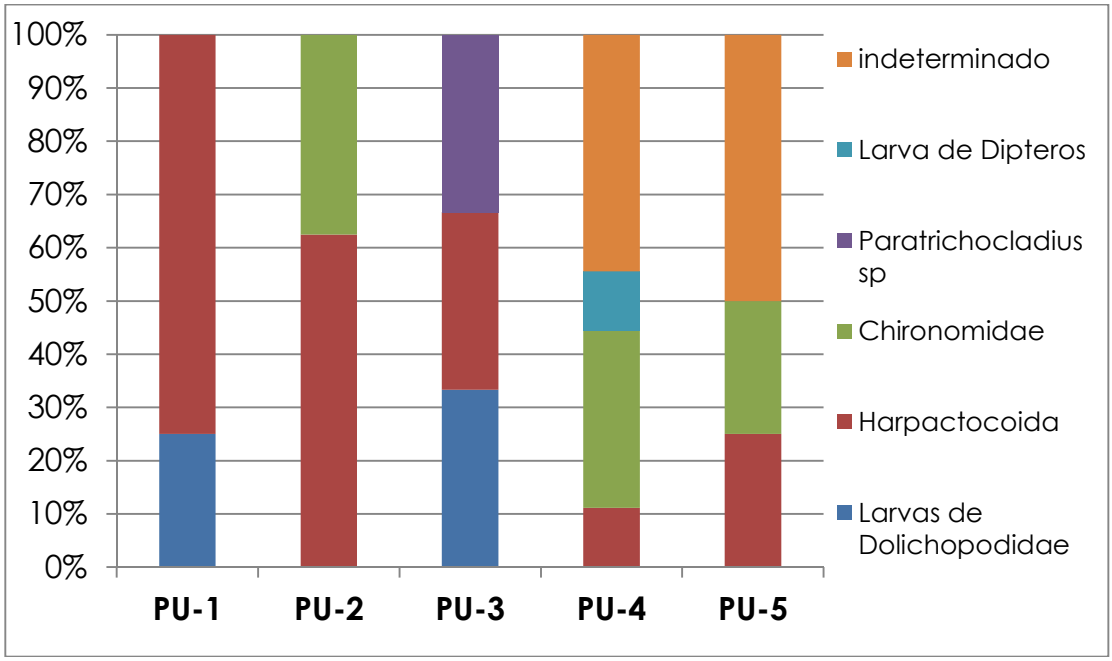


FIGURA 3.4-60 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DE ZOOBENTOS. SECTOR PUILAR. ABRIL 2012



y. Sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto

Diversidad General del Área de Estudio

El número de Taxa determinado en todo el sector fue de 5 taxa. El número mayor de taxa de zoobentos por estación, se registró en la estación BN-3 con 3 taxa diferentes representados en este punto. Mientras que, el valor mínimo se determinó en las estaciones BN-1, CH-1 y BM-1, con un taxa representado en cada punto. En cuanto a la abundancia en el sector, los valores fueron muy distintos entre estaciones de monitoreo, alcanzándose el máximo en la estación BN-3. El taxa más importante en todos los sectores en cuanto su distribución y abundancia correspondió a un taxa indeterminado.

Riqueza Taxonómica (N° de Taxa)

En la Tabla 3-56, se muestran los valores de riqueza de los organismos zoobentónicos de las estaciones pertenecientes al Sector Soncor en la campaña 2012, representado por sus lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto. En esta misma tabla se muestran los resultados de la distribución de riqueza de taxa de zoobentos en todo el sector monitoreado. Además, la Figura 3.4-61 A, resume el comportamiento de esta variable en las estaciones de monitoreo del Sector. Respecto del rango de valores para este parámetro, el valor máximo de riqueza se obtuvo en la estación BN-3, con un total de 3 taxa representados (Figura 3.4-61A). En el resto

de estaciones se presentó variable entre 1 y 2 taxa por estación. Respecto del valor promedio de la riqueza de taxa este fue de 2 +/- 0,9 taxa por estación. La riqueza máxima en el sector fue igual a 4 taxa (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/cm³)

En la Tabla 3-56, se presentan los valores de abundancia total de zoobentos de las estaciones pertenecientes al Sector Soncor, para sus diferentes lagunas (Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto), en la campaña 2012. Por otra parte, la Figura 3.4-61 B, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total de zoobentos en todo el sector monitoreado. Como se puede apreciar el valor más bajo para este parámetro se determinó en las estaciones BN-1 y CH-1, con un valor de 55 Ind./m² representados únicamente por individuos de Harparcticoidea y de un taxa Indeterminado. Por otra parte, el valor más alto de abundancia correspondió a la estación BN-3, con 661,2 Ind./m². El valor promedio para esta variable en el sector fue de 264,5 +/- 250,7 Ind./m² (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W)

En relación con la diversidad de la comunidad de zoobentos, la Tabla de Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que este valor del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener fluctuó entre 0 (estaciones con un solo taxa representado BN-1, CH-1 y BM-1) y 1,04 (Estación BN-2). En relación con el valor de H de la estación BM-1, el claro predominio de una especie indeterminada de zoobentos por sobre unos pocos representantes de un taxa no determinado habrían generado los bajos valores para H en el sector. Por otra parte, el Índice de Equidad (W) también fluctuó ampliamente entre 0 (estaciones con un solo taxa representado BN-1, CH-1 y BM-1) y 0,76 (BN-2). Así, la estación de monitoreo BN-2, no sólo presentó la diversidad más alta sino el reparto más equitativo de la abundancia por taxa determinado.

TABLA 3-56 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE ZOOBENTOS DEL SECTOR SONCOR. ABRIL 2012

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3		CH-1		BM-1	
	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%
Larvas de apoda de Díptero			55,1	25						
Harpatocoida	55,1	100					55,1	100		
Chironomidae			55,1	25						
Larva de dolichopodidae					110,2	16,7				
Indeterminado			110,2	50	551,0	83,3			330,6	100
Totales (Ind/m²)	**55,1**	**100,0**	**220,4**	**100,0**	**661,2**	**100,0**	**55,1**	**100,0**	**330,6**	**100,0**
Riqueza	**1**		**3**		**2**		**1**		**1**	

Abundancias Relativas (%)

La Figura 3.4-62, muestra los porcentajes de abundancias relativas de zoobentos en las estaciones del Sistema Soncor y sus lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto, durante la campaña 2012. En la figura se aprecian diferencias en cuanto al predominio de taxa en las

diferentes estaciones de monitoreo. Así para los puntos BN-1, CH-1 y BM-1, un solo taxa contribuyó a la abundancia total (100%) del sistema Arparcticoidea y un ejemplar indeterminado de zoobentos (Larva apoda de Diptera). Por otra parte, en la estación de monitoreo BN-2, sobresalen los aportes de los grupos Chironomidae, ejemplares de una Larva apoda de Diptera y un taxa indeterminado.

FIGURA 3.4-61 PARÁMETROS COMUNITARIOS DE ZOOBENTOS EVALUADOS EN EL SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS (BN); CHAXA (CH) Y BURRO MUERTO (BM). ABRIL 2012

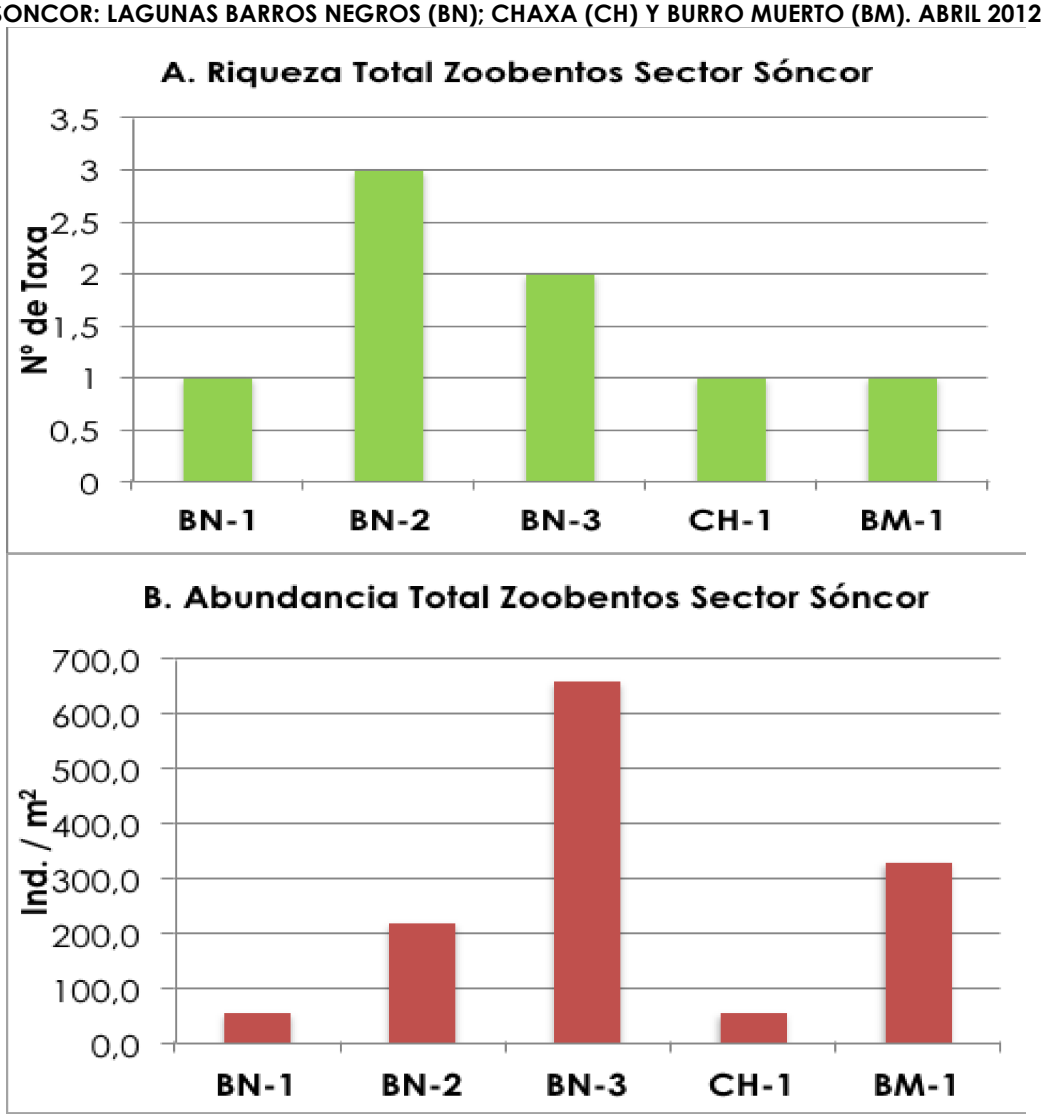
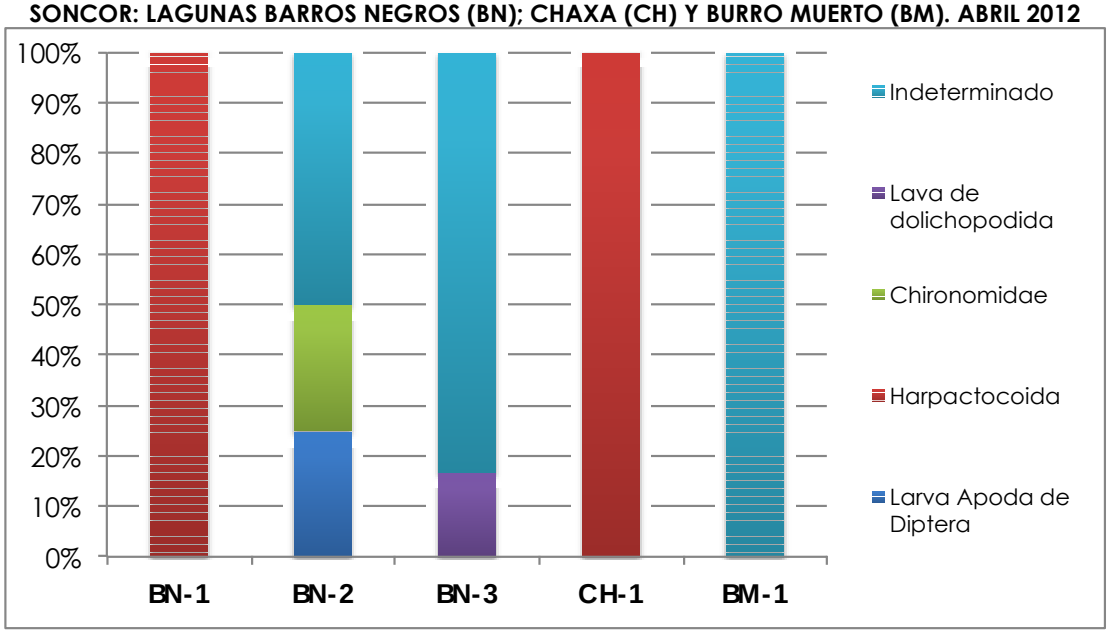


FIGURA 3.4-62 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DE ZOOBENTOS. SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS (BN); CHAXA (CH) Y BURRO MUERTO (BM). ABRIL 2012



z. Sector Aguas de Quelana

Diversidad General del Área de Estudio

Respecto de la riqueza máxima del Sector, se determinó un total de 4 taxa de organismos zoobentónicos entre las estaciones de monitoreo analizadas. Cabe destacar que en la presente campaña muchas estaciones del Sistema Aguas de Quelana, se encontraban sin lamina de agua al momento de ser monitoreadas. Así, sólo las estaciones Q-0, Q-1 y Q-3 presentaron taxa de zoobentos. El valor máximo de riqueza se presentó en la estación Q-3 y en las otras dos estaciones sólo se presentó un tipo de taxa. La abundancia máxima se presentó en la estación Q-3, mientras que las estaciones Q-4 y Q-9, mostraron una abundancia igual a cero.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-57, se muestran los valores de riqueza de zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sector de Aguas de Quelana, en la campaña 2012. Además, la Figura 3.4-63 A, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa de zoobentos en todo el sector monitoreado. La Figura muestra que los valores más altos de riqueza se determinaron en la estación Q-3 con 3 taxa representados. Por otra parte no se registraron taxa de zoobentos en las muestras de las estaciones Q-4 y Q-9. La ausencia de organismos zoobentónicos en estos puntos pudo tener relación con los bajos niveles de la columna de agua, un factor generalizado para todo el sistema. Por otro lado, las estaciones Q-2, Q-5, Q-6, Q-7 y Q-8, no fueron monitoreadas debido a que no presentaban columna de agua

superficial. El valor promedio de distribución de la riqueza de taxa por estación fue de 1 +/- 1,2 taxa por estación (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3-57, se muestran los valores de abundancia total de zoobentos de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana, para la campaña 2012. Además, la Figura 3.4-63 B, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total de zoobentos en todo el sector monitoreado. Los valores más altos de abundancia se determinaron en la estación Q-3 (385,7 Ind./m²). En cuanto al valor mínimo éste se midió en las estaciones Q-4 y Q-9 con cero abundancia de estos organismos. Respecto del valor promedio para todo el sector fue de 110,2 +/- 160,6 Ind./m² (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). El elevado valor de la desviación estándar se asocia con el amplio rango de valores entre el mínimo y máximo, registrado en el sector.

Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W)

Respecto de la diversidad de zoobentos del Sistema Aguas de Quelana, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0 (estaciones en las que no se encontraron taxa o con un solo taxa) y 0,79 (estación Q-3). En cuanto a los Índices de Equidad, éstos fluctuaron en un amplio rango de 0 y 0,73, en las estaciones son taxa o con un solo taxa, y Q-3 respectivamente (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

TABLA 3-57 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE ZOOBENTOS DEL SECTOR AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012

TAXA	Q-0		Q-1		Q-3		Q-4		Q-9	
	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%
Larvas de Chironomidae					275,5	71,4				
Pupa de díptero					55,1	14,3				
Larva de dolichopodida					55,1	14,3				
indeterminado	55,1	100	110,2	100						
Totales (Ind/m²)	**18,84**	**100**	**110,2**	**100**	**385,7**	**100**				
Riqueza	**1**		**1**		**3**					

* las estaciones Q-2, Q-5, Q-6, Q-7 y Q-8, no se incluyen en la tabla porque al momento del monitoreo se encontraban sin cubierta superficial de agua.

Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-64, muestra los porcentajes de abundancias relativas de zoobentos en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana. Como se aprecia en la Figura 3.4-64, entre las estaciones de monitoreo sobresale el aporte a la abundancia total de un taxa indeterminado. Mientras que, en la estación Q-3 sólo los ejemplares de Chironomidae representaron cerca del 70% de la abundancia total en el sector (Figura 3.4-64).

FIGURA 3.4-63 PARÁMETROS COMUNITARIOS DE ZOOBENTOS EVALUADOS EN EL SECTOR AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012

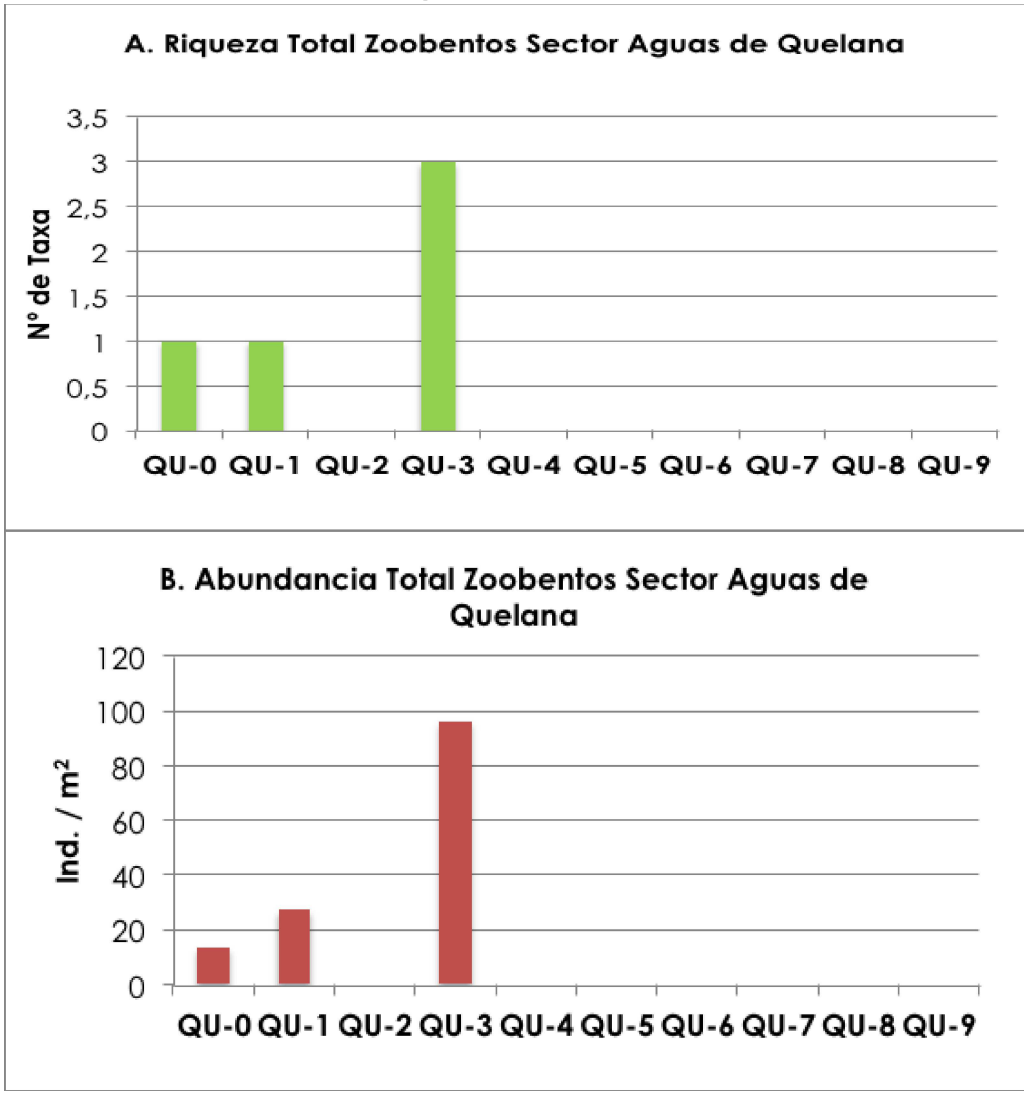
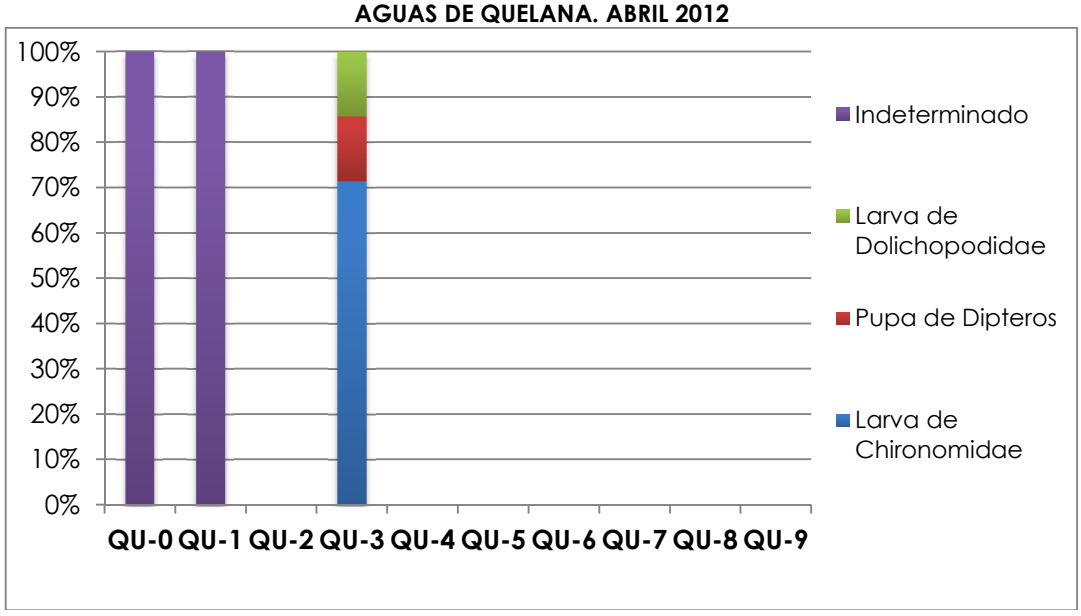


FIGURA 3.4-64 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DE ZOOBENTOS. SECTOR AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012



a. Sector Peine

Diversidad General del Área de Estudio

La riqueza máxima de organismos zoobentónicos en el Sector Peine durante la presente campaña (2012), correspondió a 5 taxa (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). Al igual que en campañas previas al 2012, el número mayor de taxa de zoobentos se registró en la estación SA-1 (laguna Saladita). Por otra parte, el valor más bajo de riqueza (igual a cero taxa), se determinó en la estación PE-2, localizada en la laguna Interna. La abundancia más alta de organismos, medida como Ind./m^2, se registró en la estación SA-2 (laguna Salada). Respecto de los taxa más conspicuos en el sector, respecto de su distribución y abundancia, éstos correspondieron al taxa Harparcticoidea.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-58, se muestran los valores de riqueza de zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sector Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita. Junto con esto, la Figura 3.4-65 A, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa de zoobentos en todo el sector monitoreado. En la Figura se observa que, la riqueza máxima, correspondiente a 3 taxa por estación se presentó en la estación SA-1 (laguna Saladita), mientras que en la estación de monitoreo PE-3, no se registraron taxa correspondientes a este grupo de organismos. Respecto de la ausencia de organismos zoobentónicos en la estación PE-3, este y los otros puntos de la laguna Interna, se caracterizaron por presentar el desarrollo de una comunidad microbiana sulfato reductora muy prominente, formando "tapetes microbianos" con liberación de H_2S y con sedimentos muy reducidos. Dichas condiciones del hábitat, habrían provocado un desplazamiento del oxígeno en el sedimento y con ello una

limitación para el desarrollo de los organismos del bentos. El valor promedio de la riqueza de taxa por estación fue de 2 +/- 1,14 taxa.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3-57, se muestran los valores de abundancia total de las estaciones pertenecientes al Sector de Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita. Además, la Figura 3.4-65 B, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total de zoobentos en todo el sector monitoreado, en la campaña 2012. Como se aprecia en la Figura, los valores más altos de abundancia de zoobentos se presentaron en la Estación SA-1, correspondiente a la laguna Salada, con un valor de abundancia total de 716,3 Ind./m². La comunidad de zoobentos en esta estación estuvo, principalmente representada por la Clase Harparcticoidea (> 50%). El valor más bajo para este parámetro correspondió a cero individuos en la estación PE-3. Respecto del valor promedio para todo el sector fue de 308,5 +/- 308,2 Ind./m² (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

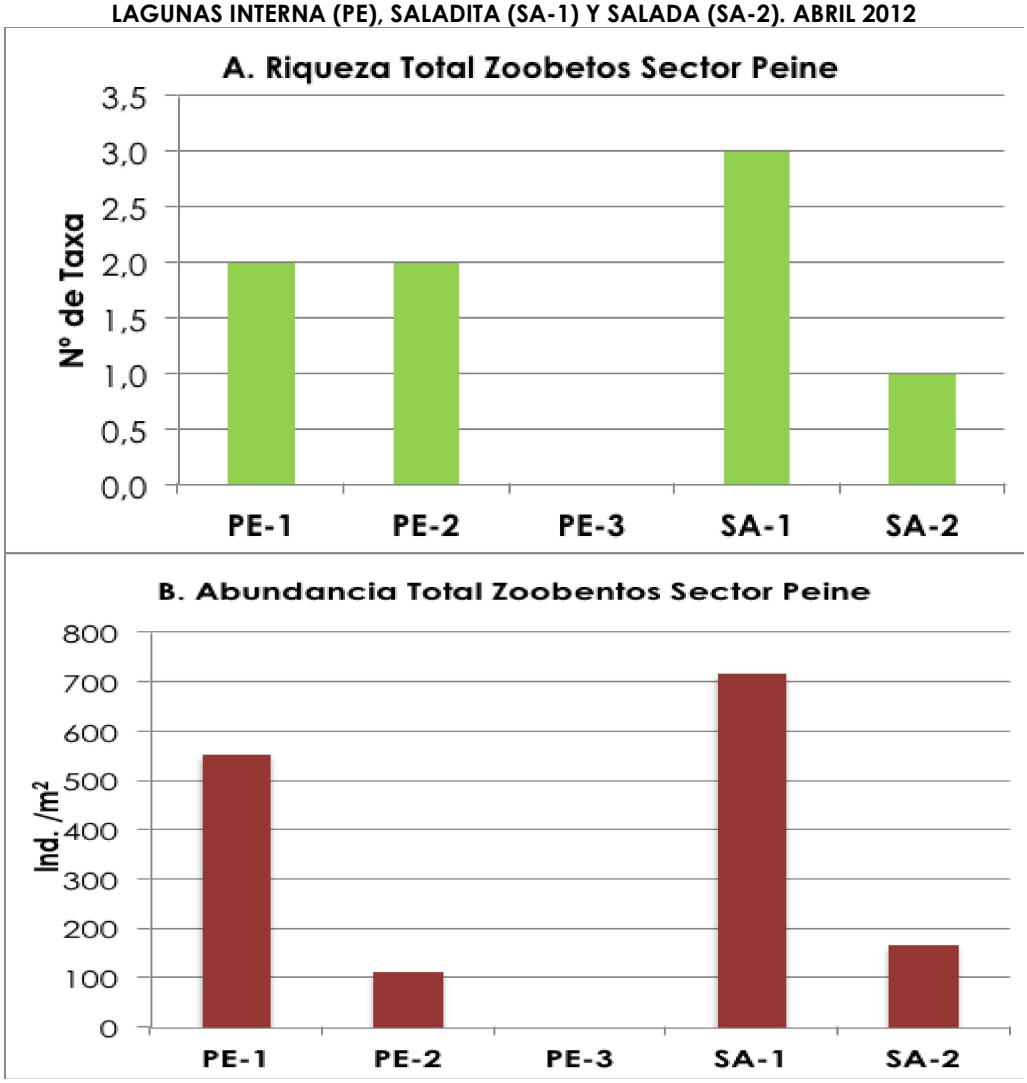
Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W)

Respecto de la diversidad de la comunidad de zoobentos del Sistema Puilar, medida a través del Índice de Shannon-Wiener (H), la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0 y 0,69, en las estaciones PE-3 y SA-1, respectivamente. En cuanto a los Índices de Equidad, medidos a través del Índice de Evenness, éstos fluctuaron entre 0 (estación PE-3) y 1 (estación PE-2). El alto valor de W en la estación PE-2, se debió a que los dos taxa presentes en dicha estación contribuyeron con exactamente la misma abundancia total de la estación (Tabla 3-58).

TABLA 3-58 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE ZOOBENTOS DEL SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2). ABRIL 2012

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%	Ind./m²	%
Chironomidae							55,1	7,7		
Pupa de Díptero			55,1	50						
Larva de apoda de díptero	330,6	60								
Oligochaetaeta							55,1	7,7		
Harpactocoida	220,4	40	55,1	50			606,1	84,6	165,3	100
Totales (Ind/m²)	**551,0**	**100**	**110,2**	**100**	**0**	**0**	**716,3**	**100**	**165,3**	**100**
Riqueza	**2**		**2**		**0**		**3**		**1**	

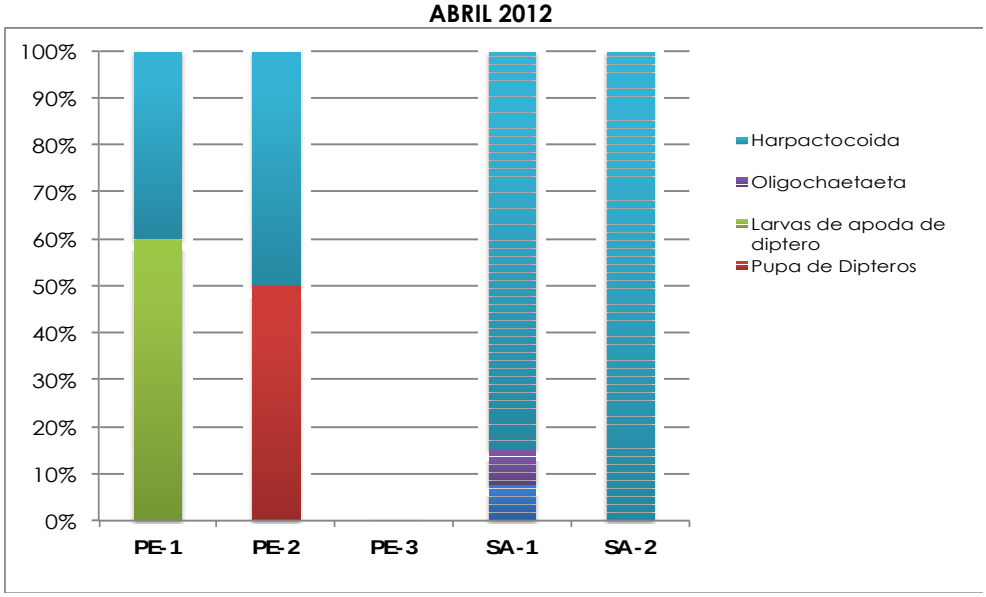
FIGURA 3.4-65 PARÁMETROS COMUNITARIOS DE ZOOBENTOS EVALUADOS EN EL SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2). ABRIL 2012



Abundancias Relativas (%)

La Figura 3.4-66, muestra los porcentajes de abundancias relativas de zoobentos en las estaciones del Sistema Peine para sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita. En la Figura se aprecia claramente, que la contribución más importante a la abundancia relativa, correspondió a la de la especie Harparcticoidea. Así, para todas las estaciones este grupo sobrepasa al menos el 40% de abundancia relativa.

FIGURA 3.4-66 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DE ZOOBENTOS. SECTOR PEINE. ABRIL 2012



3.4.2.6 Análisis Datos Históricos de Zoobentos

b. Sector Soncor: Laguna Puilar

La Figura 3.4-67, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de abundancia de zoobentos en el Sector Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Como muestra la Figura 3.4-67, los datos de abundancia de zoobentos registrados en la presente campaña del año 2012, fueron conservativos, respecto de las campañas 2009, 2010 y 2011. Asimismo, el rango de valores para este parámetro, fue muy estrecho, de manera semejante a lo observado en las últimas cuatro campañas de monitoreo (período 2009-2012). En relación con el análisis estadístico Kruskal–Wallis, se pudo determinar que hubo diferencias estadísticamente significativas de abundancia de zoobentos entre todas las campañas de monitoreo realizadas a la fecha.

Respecto de la riqueza de taxa, la mediana de los valores registrados en el año 2012 fue, al igual que lo observado con los valores de abundancia, conservador, respecto de las campañas realizadas entre los años 2009 y 2011 y, en este caso también semejante a la mediana del año 2007 (Figura 3.4-68). Al igual que en la mayoría de las campañas anteriores, los datos se agruparon mayoritariamente en el percentil 25%. La dispersión en el percentil 75% fue mucho mayor que en el percentil 25%.

Para los valores de riqueza de taxa, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas entre los años 2006 y 2012.

c. Sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto

El análisis comparativo de los valores de abundancia de zoobentos del Sector Soncor y sus lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto, se muestra en la Figura 3.4-69, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

En relación con los valores registrados en la actual campaña, la mediana se mostró conservativa respecto del período previo, con la sola excepción de la campaña del año 2008. Respecto del rango de fluctuación de los valores este fue estrecho, de igual manera que lo observado en la mayoría de las campañas previas. El análisis de comparación de medianas (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestras que hubo diferencias estadísticamente significativas de la abundancia de zoobentos entre las diferentes campañas de monitoreo, lo que se asocia probablemente al comportamiento de los valores del año 2008 (Figura 3.4-69).

En relación con los resultados de Riqueza de Taxa en este mismo Sector, la Figura 3.4-70, muestra que los valores de la actual campaña (2012), fueron ligeramente superiores a los registrados en la campaña del año 2011, pero conservadores respecto de la fluctuación interanual total. Los datos para este parámetro, se mostraron principalmente acumulados en el percentil 25%. Además, en este percentil la dispersión de los valores fue muy baja, comparada con la dispersión del percentil 75%, Esto indicaría que hubo pocos valores altos en el Sector, respecto de los acumulados en el percentil más bajo. Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas arroja que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los años monitoreados (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

d. Sector Aguas de Quelana

El análisis interanual de abundancia de zoobentos en el Sector Aguas de Quelana se muestra en la Figura 3.4-71. Mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

La Figura 3.4-71, muestra que el valor mediana fue conservativo respecto de la mayoría de las campañas previas. Sin embargo, al igual que en las campañas 2009, 2010 y 2011, los valores de la actual campaña, muestran un estrecho rango de variación comparado con el reportado entre los años 2006 y 2008. El análisis de varianza llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arroja que sí hubo diferencias estadísticamente significativas para la abundancia del fitoplancton en este sector.

El análisis de variación interanual de los datos de riqueza de zoobentos en el Sector Aguas de Quelana, muestra un interesante comportamiento (Figura 3.4-72), caracterizado por una

importante oscilación entre las distintas campañas. Respecto de la presente campaña, la mediana fue ligeramente más baja que la del año 2011, aunque se mantuvo dentro del rango de variación de este parámetro en todo el período analizado (2006-2012). Cabe destacar que en la presente campaña los datos se agruparon equitativamente en ambos percentiles. Por otra parte, el análisis estadístico muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el período analizado. (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

e. Sector Peine

El análisis comparativo de los valores de abundancia de zoobentos en el Sector de Peine y sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita, se muestra en la Figura 3.4-73, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Los resultados muestran que el valor de la mediana de la actual campaña fue conservativo, respecto de los monitoreos del 2006; 2007; 2009, 2010 y 2011, mostrando, además, un estrecho rango de valores como el de las campañas antes mencionadas. Por su parte, el análisis de comparación de medianas (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los monitoreos realizados a la fecha (2006 a 2012).

Pese a la notoria variación interanual (Figura 3.4-74), el análisis comparativo de los valores de la mediana de la riqueza de taxa de zoobentos en el Sector Peine, arrojó la ausencia de diferencias estadísticamente significativas, entre las campañas de monitoreo (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota). Respecto de los valores de la actual campaña (2012), la mediana se mantuvo en un valor muy parecido al del año previo (2011). Asimismo, estuvo dentro del rango de fluctuación de la variable, para todo el período analizado (2006-2012). En cuanto al comportamiento de los datos, éstos se agruparon, principalmente en el percentil 25%. Por otra parte, en la Figura 3.4-75, se aprecia que hubo una dispersión de los datos muy semejante en ambos percentiles.

FIGURA 3.4-67 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DE ZOOBENTOS. SECTOR PUILAR

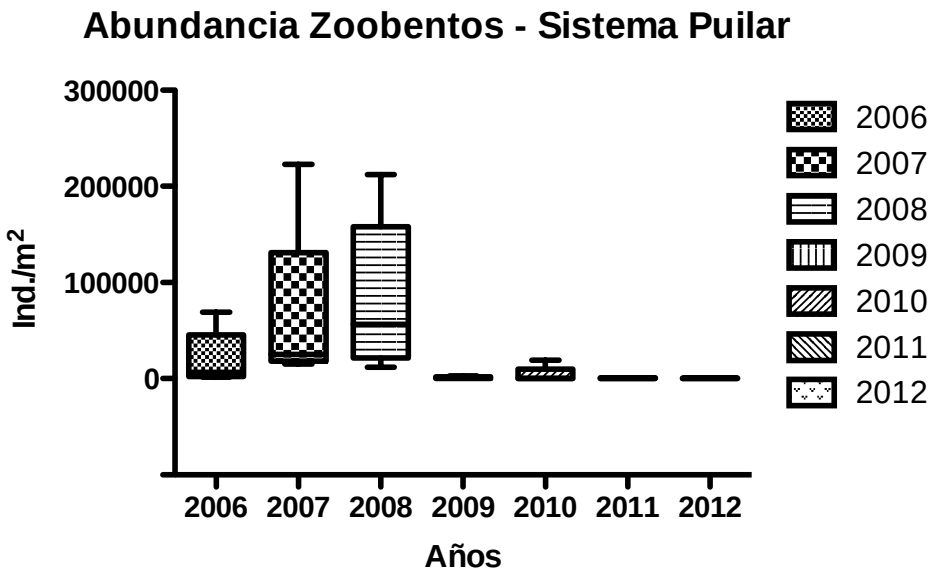


FIGURA 3.4-68 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DE ZOOBENTOS. SECTOR PUILAR

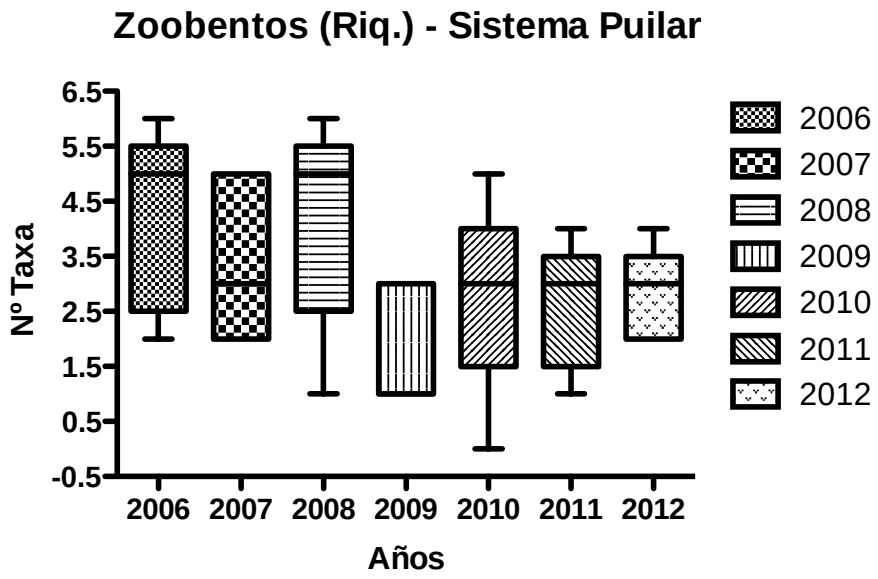


FIGURA 3.4-69 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DE ZOOBENTOS SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXA Y BURRO MUERTO

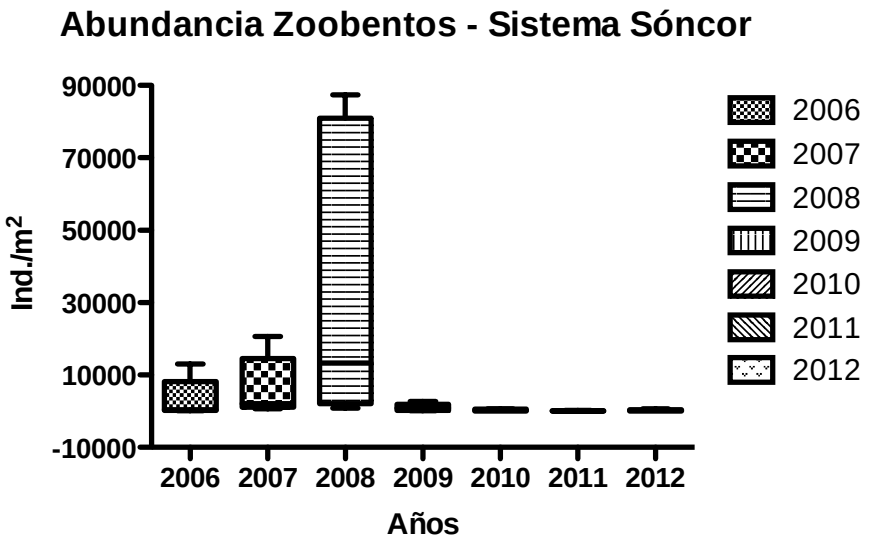


FIGURA 3.4-70 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DE ZOOBENTOS SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXA Y BURRO MUERTO

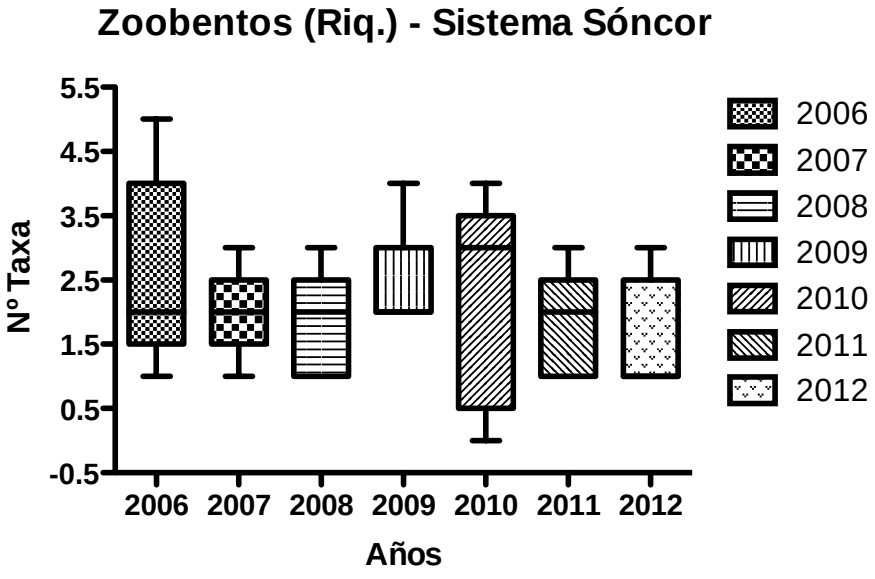


FIGURA 3.4-71 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DE ZOOBENTOS SECTOR AGUAS DE QUELANA

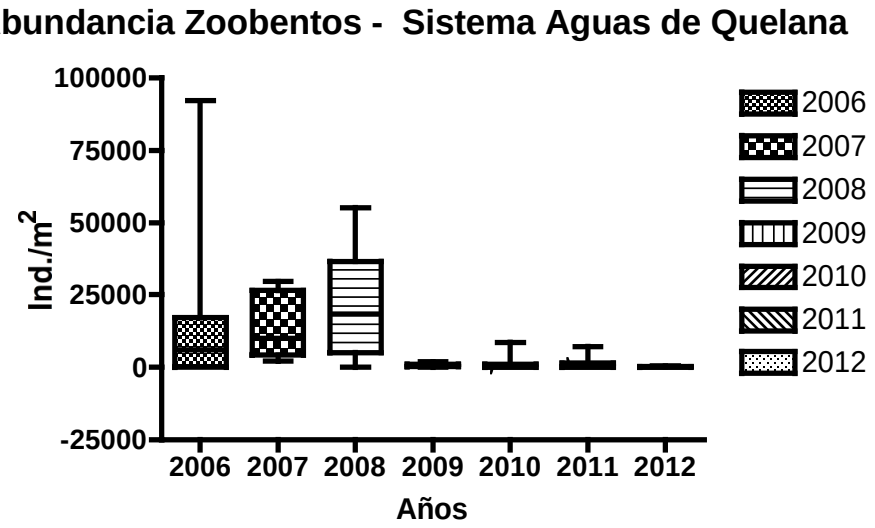


FIGURA 3.4-72 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DE ZOOBENTOS SECTOR AGUAS DE QUELANA

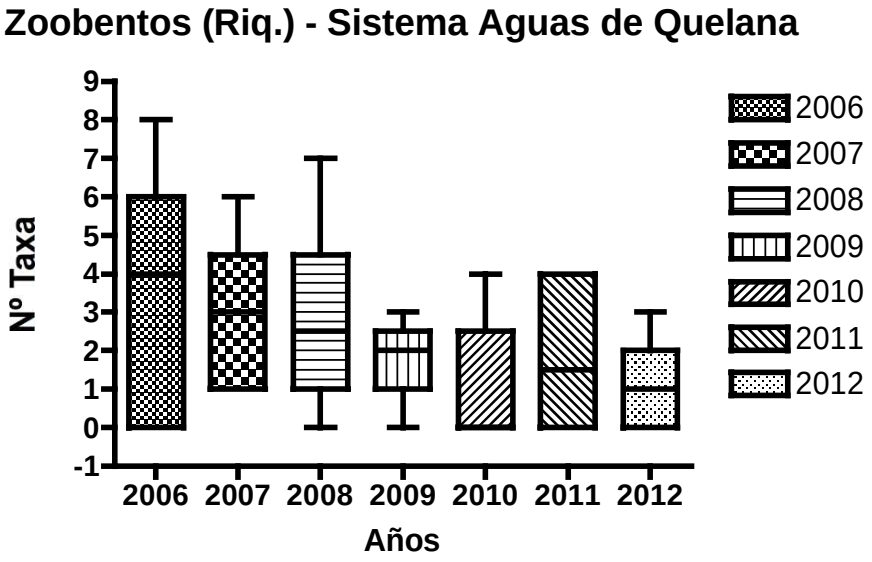


FIGURA 3.4-73 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DE ZOOBENTOS SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA

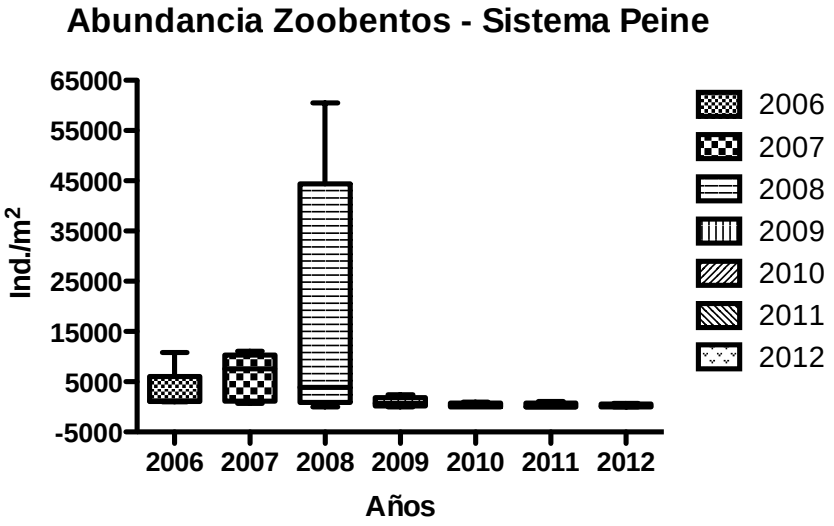
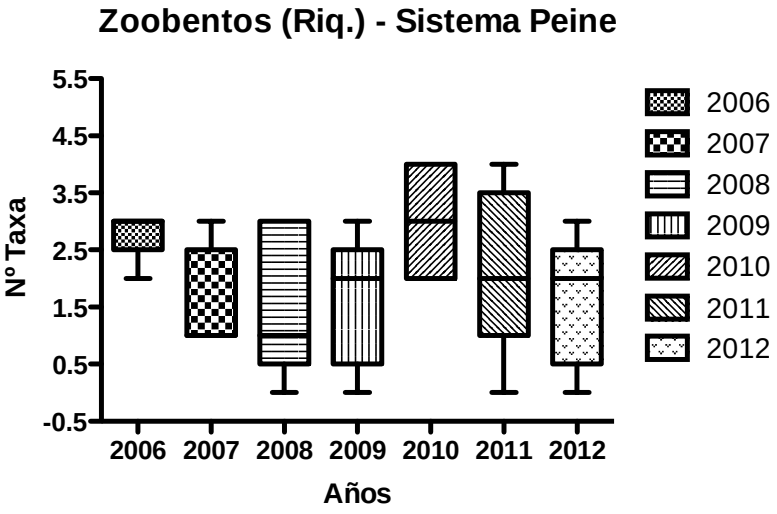


FIGURA 3.4-74 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DE ZOOBENTOS SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA



3.4.2.7 Zooplancton

Diversidad General del Área

La Figura 3.4-75 muestra el análisis de los parámetros comunitarios más importantes, para la variable zooplancton en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama (Puilar, Soncor; Aguas de Quelana y Peine).

Respecto de la abundancia total del zooplancton, los valores más altos del monitoreo 2012, se determinaron en el Sistema Puilar, particularmente en la estación PU-5, correspondiente al sector de la laguna. Contrariamente a lo observado en campañas previas al 2012, los valores más bajos de abundancia del zooplancton se determinaron entre las estaciones del Sistema Soncor (Figura 3.4-75).

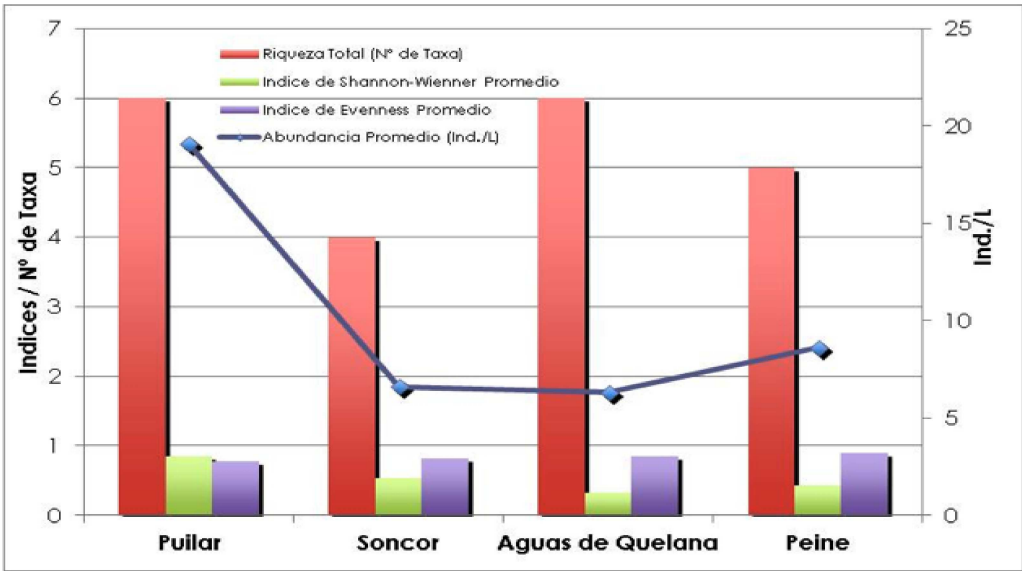
Respecto de la riqueza de taxa, el valor más alto por estación correspondió a 6 ind/L y se determinó al igual que lo observado para los máximos de abundancia, en el Sector Puilar. De igual modo, se determinaron 6 taxa en la estación Aguas de Quelana (Figura 3.4-75). El número menor de taxa se presentó entre las estaciones del Sector Soncor, que también presentó abundancias más bajas entre sistemas (Figura 3.4-75). El Índice de Shannon-Wienner, fue máximo en el Sector de Puilar y mínimo en el Sector de Aguas de Quelana (esto a persar que en este punto se determinó un valor elevado de riqueza). El Índice de Evenness mostró un valor máximo en el Sector de Peine.

Respecto de la riqueza máxima entre todos los sectores monitoreados, esta alcanzó a 6 taxa (Anexo VIII: Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Los altos valores de riqueza y abundancia del zooplancton entre las estaciones de Puilar, tendrían que ver con la heterogeneidad de hábitats, así como, con los gradientes de salinidad de las aguas en sus estaciones de monitoreo (Tabla 3-39). No obstante la salinidad, puede ser un factor condicionante de la sobrevivencia de las poblaciones del zooplanctónicos, en este caso los taxa representados fueron predominantemente halófilos. Así los valores más altos correspondieron a los encontrados en la laguna de Puilar, donde muchos de los taxa representados mostraron una especie de blooms.

Respecto de las abundancias relativas, como en campañas previas al 2012, dos taxa fueron claramente dominantes en todos los sectores: *Darwuinula stenvensonii* y *Cletocamptus cesuriensis*.

FIGURA 3.4-75 ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOPLANCTON EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS



f. Sector Soncor: Laguna Puilar

Diversidad General del Área de Estudio

En el Sector de la laguna Puilar, se determinó un total de 6 taxa de representantes del zooplancton entre sus 5 estaciones de monitoreo analizadas. El número mayor de taxa del zooplancton (5 taxa) se registró en la estación PU-4, mientras que la mayor abundancia se registró en la estación PU-5 (51,4 Ind./L). Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial, éstos correspondieron a individuos de las especies *Darwuinula stevensonii*, *Cletocamptus cesuriensis* y Artemia franciscana.

Riqueza Taxonómica (N° de Taxa)

En la Tabla 3-59, se muestran los valores de riqueza de zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar, en la campaña 2012. Además, la Figura 3.4-76, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del grupo en todo el sector monitoreado. En lo referente al rango de valores para este parámetro, éste fluctuó entre 2 taxa (PU-1 y PU-3) y 5 taxa (PU-4). El valor promedio de distribución de la Riqueza de taxa por estación fue de 3 +/- 1 taxa por estación.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3-59, se presentan los valores de abundancia total del zooplancton de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar en la campaña 2012. Además, la Figura 3.4-76, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del grupo en todo el sector monitoreado. Como se observa en la Figura 3.4-76, la abundancia fue mayor en la estación PU-5, que corresponde a un punto en el sector de la Laguna de Puilar. En esta estación de

monitoreo se determinó la presencia abundante de individuos de la especie *Darwuinula stevensonii*. Por otra parte, el valor mínimo se determinó en la estación PU-3, correspondiente a un punto de canal. Como en campañas previas, los blooms de *D. stenvensonii*, se registran en puntos de mediana y alta salinidad. Una explicación a este comportamiento de la especie es que está descrita como halófila (Tabla 3-33). En cuanto al promedio de las abundancias en el sector, éste alcanzó a los 19,1 +/- 18,51 Ind./L (Anexo VIII: Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

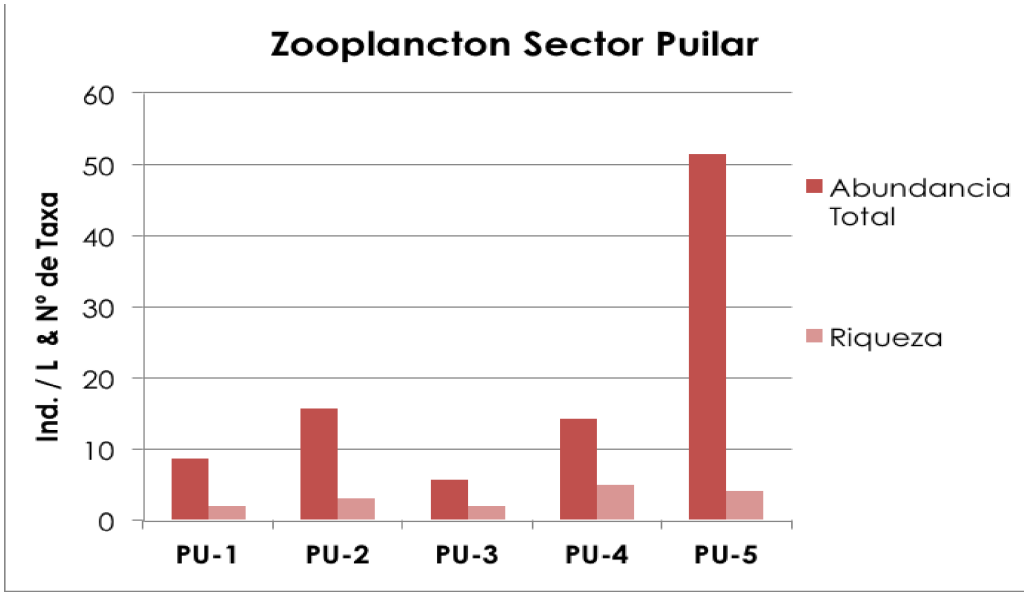
Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W)

Respecto de la diversidad de las comunidades del zooplancton del Sector Puilar, medida a través del Índice de Diversidad de Kruskal-Wallis (H), la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango del valor de H para la campaña 2012, fluctuó entre 0,56 (PU-3) y 1,36 (estación PU-4). En lo referente a los bajos valores de diversidad las estaciones PU-1 y PU-3, esto fue debido a que en éstas se determinó la presencia de solo 2 taxa en las muestras (Tabla 3-59). En cuanto a los Índices de Equidad, medidos a través del Índice de Evenness (W), éstos fluctuaron en un rango de entre 0,55 en la estación PU-2 y 0,92 en la estación PU-1 (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). Los altos valores de W se producen, debido a la repartición equitativa de la abundancia de cada taxa por estación de monitoreo (Tabla 3-59).

TABLA 3-59 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR PUILAR. ABRIL 2012

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
Larva de Chironomidae							1,4	10,0		
Darwinula stevensonii	5,7	66,7	12,9	81,8	4,3	75,0	7,1	50,0	7,1	13,9
Boeckella calcaris			1,4	9,1			2,9	20,0	14,3	27,8
Cletocamptus cecsuriensis					1,4	25,0			28,6	55,6
Artemia franciscana	2,9	33,3					1,4	10,0	1,4	2,8
Indeterminado			1,4	9,1			1,4	10,0		
Abundancia Total (Ind./L)	**8,6**	**100**	**15,7**	**100**	**5,7**	**100**	**14,3**	**100**	**51,4**	**100**
Riqueza de Taxa	**2**		**3**		**2**		**5**		**4**	

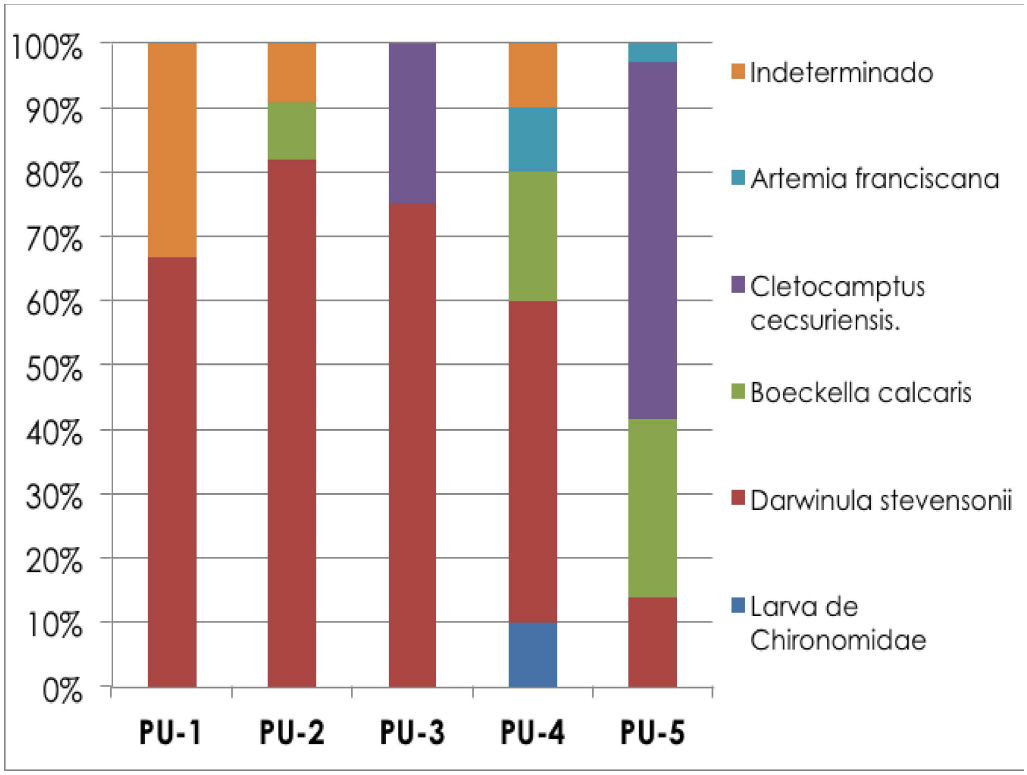
FIGURA 3.4-76 PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOPLANCTON EVALUADOS. SECTOR PUILAR. ABRIL 2012



Abundancias Relativas (%)

La Figura 3.4-77, muestra la distribución de las abundancias relativas de los representantes del zooplancton en las estaciones del Sistema Puilar. En la Figura se observa que en la mayoría de las estaciones, el ostrácodo *Darwinula stevensonii* aportó significativamente a la abundancia total del sistema. Así también, se observa que *Cletocamptus cecsuriensis* fue abundante en las estaciones del canal (PU-3), y particularmente de la laguna (PU-5), esto se habría debido a que este copépodo es definido como halófilo.

FIGURA 3.4-77 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOPLANCTON. SECTOR PUILAR. ABRIL 2012



g. Sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto

Diversidad General del Área de Estudio

El número máximo de taxa determinado en todo el sector fue de 4. El número mayor de taxa del zooplancton se registró en la estación CH-1 con 3 taxa diferentes representados en este punto. En cuanto al valor mínimo de la riqueza, éste se determinó en la estación BN-3, con sólo un taxa representado. Al igual que en años previos al 2012, en la mayoría de los sectores monitoreados en la presente campaña, en el Sector Soncor el taxa más importante en cuanto a su frecuencia y abundancia, correspondió a *Darwinula stevensonii*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-60, se muestran los valores de riqueza de los organismos zooplanctónicos de las estaciones pertenecientes al Sector Soncor, representado por sus lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto, en la campaña 2012. En esta misma Tabla se muestran los resultados de la distribución de riqueza de taxa del zooplancton en todo el sector monitoreado. Además, la Figura 3.4-78, resume el comportamiento de esta variable en las estaciones de monitoreo del Sector. Como se aprecia en la Figura, la riqueza más alta se determinó en la estación CH-1 con 3 taxa representados. Por su parte, la riqueza más baja se determinó en la

estación BN-3. Respecto del valor promedio de la riqueza este fue de 2 +/- 1 taxa por estación.

Abundancia Total (Cél/cm³)

En la Tabla 3-60, se presentan los valores de abundancia total del zooplancton de las estaciones pertenecientes al Sector Soncor, para sus diferentes lagunas (Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto), en la campaña 2012. Asimismo, la Figura 3.4-78, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del zooplancton en todo el sector monitoreado. El valor más alto para este parámetro se determinó en las estaciones BN-1 y CH-1, donde al igual que en campañas previas al 2012, se presentó una importante población del ostracodo *Darwinula stevensonii*. La presencia abundante de zooplancton en estas estaciones de monitoreo pudo deberse a fenómenos de blooms de la especie *D. stevensonii* por tratarse ésta de una especie típicamente halófila. Respecto del valor promedio, considerando las 3 lagunas analizadas, éste fue de 6,6 +/- 1,92 Ind./L (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

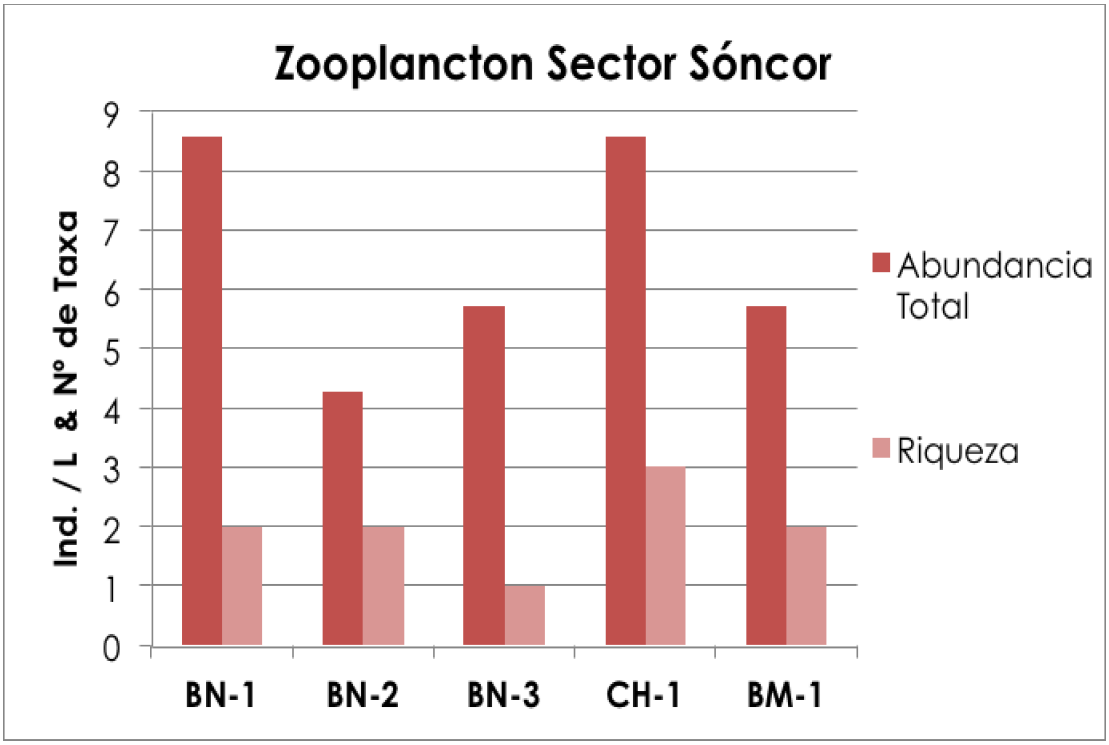
Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W)

En relación con la diversidad del zooplancton en la campaña de Abril del 2012, en las estaciones del Sector Soncor, la Tabla de Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el valor del Índice de Shannon-Wienner fluctuó entre 0 (estación BN-3) y 0,87 (estación CH-1). Por otra parte, el Índice de Equidad (W) más alto medido en el sector, correspondió a la estación de monitoreo BM-1 (W: 1). Así, a pesar que esta estación de monitoreo presentó un baja riqueza de taxa (2), la abundancia aportada por cada una a la abundancia total fue la más equitativa entre todas las estaciones de monitoreo (Tabla 3-60).

TABLA 3-60 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR SONCOR

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3		CH-1		BM-1	
	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
Darwinula stevensonii	7,1	83,3	2,9	66,7	5,7	100	5,7	66,7	2,9	50
Cletocamptus cecsuriensis	1,4	16,7					1,4	16,7		
Artemia franciscana			1,4	33,3					2,9	50
Indeterminado							1,4	16,7		
Abundancia Total (Ind./L)	**8,6**	**100**	**4,3**	**100**	**5,7**	**100**	**8,6**	**100**	**5,7**	**100**
Riqueza de Taxa	**2**		**2**		**1**		**3**		**2**	

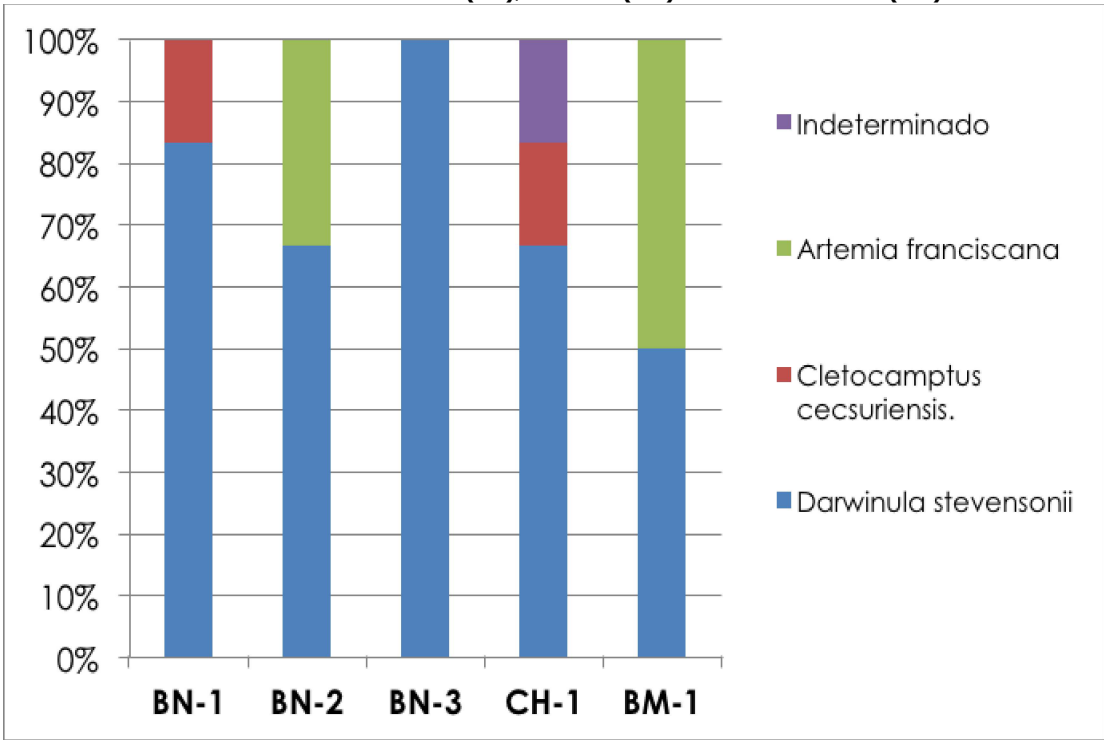
FIGURA 3.4-78 PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOPLANCTON EVALUADOS EN EL SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS (BN); CHAXA (CH) Y BURRO MUERTO (BM). ABRIL 2012



Abundancias Relativas (%)

La Figura 3.4-79, muestra los porcentajes de abundancias relativas de zooplancton en las estaciones del Sistema Soncor y sus lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto en la campaña 2012. En éstas se destaca que los taxa más importantes, en relación con su valor de abundancia relativa y su frecuencia fueron el ostrácodo *Drawinula stevensonii*, el cual estuvo presente en todas las estaciones de monitoreo; seguido de *Artemia franciscana,* que contribuyó de manera importante a la abundancia total de las estaciones BN-2 y BM-1.

FIGURA 3.4-79 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOPLANCTON. SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS (BN); CHAXA (CH) Y BURRO MUERTO (BM). ABRIL 2012



h. Sector Aguas de Quelana

Diversidad General del Área de Estudio

El análisis de los parámetros comunitarios del zooplancton en el sector Aguas de Quelana muestra que la riqueza máxima del Sector, correspondió a un total de 6 taxa entre las estaciones de monitoreo analizadas (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). El número máximo de taxa del zooplancton por estación, fue igual a 4 y se reportó en la estación Q-4. Por otra parte el valor más alto de abundancia se determinó en las estaciones Q-1 y Q-3. Respecto de los taxa que mayormente contribuyeron a la distribución espacial de la especie y a la abundancia total del zooplancton, éstos correspondieron a *Darwinula stevensonii* y *Artemia franciscana*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-61, se muestran los valores de riqueza del zooplancton en las estaciones pertenecientes al Sector de Aguas de Quelana, en la campaña 2012. Además, la Figura 3.4-80, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del zooplancton en todo el sector monitoreado. De la figura se desprende que la estación que presentó una mayor riqueza de taxa fue Q-4, con 4 taxa representados en este punto. Por otra parte, el valor mínimo para esta variable, se determinó en la estación Q-0, con un solo taxa representado. No obstante cabe recordar que para el sistema en su totalidad, hubo un gran número de

puntos donde no se pudo muetrear el zooplancton por encontrarse sin lamina de agua al momento del monitoreo (Q-2, Q-5, Q-6, Q-7 y Q-8). En cuanto al valor promedio de riqueza por estación, éste fue de 2 +/- 1 taxa.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3-61, se muestran los valores de abundancia total del zooplancton de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana en la campaña de 2012. Asimismo, la Figura 3.4-80, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del zooplancton en el sector monitoreado. Se puede apreciar que los valores más altos de abundancia se determinaron en las estaciones Q-1 y Q-3, mientras que, el valor mínimo, se presentó en la estación Q-0. En cuanto a los valores extremos de esta variable para las estaciones monitoreadas, éstos fluctuaron entre 7,14 y 17,14 Ind./L (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). Respecto del valor promedio para todo el sector, fue de 12,6 +/- 4,67 Ind./L (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). Nuevamente, es importante hacer notar que 5 de las 10 estaciones del Sistema Aguas de Quelana, no fueron monitoreadas en esta oportunidad por encontrarse sin cubierta superficial de agua. Así, éstas no fueron incluidas ni en el rango ni en el promedio de valores.

Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W)

Respecto de la diversidad del zooplancton del Sistema Aguas de Quelana, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango de valores para el Índice de Shannon-Wienner, fluctuó entre 0 (estación Q-0) y 1,15 (estación Q-4). En cuanto a los Índices de Equidad, éstos fluctuaron en un rango de 0 y 1, en las estaciones Q-0 y Q-1, respectivamente.

Abundancias Relativas (%)

La Figura 3.4-81, muestra los porcentajes de abundancias relativas de zooplancton en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana. En éstas se destaca que los taxa más importantes en relación con su valor de abundancia relativa y su frecuencia fueron el ostrácodo *Drawinula stevensonii*, el cual estuvo presente en todas las estaciones de monitoreo, seguido de *Cletocamptus cecsuriensis,* que contribuyó de manera importante a la abundancia total de las estaciones Q-4 yQ-9. Llama la atención la presencia de Larvas de Quironomidae (una especies más típicamente bentónica) en la estación Q-1. Esto se podría asociar al hecho que todos los puntos muestreados sufrieron una reducción de sus niveles hidrológicos, al punto de encontrarse sin lamina de agua al ser monitoreados (Q-2, Q-5, Q-6, Q-7 y Q-8).

TABLA 3-61 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR AGUAS DE QUELANA

TAXA	Q-0		Q-1		Q-3		Q-4		Q-9	
	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%
Larva de Chironomidae							1,4	11,1		
Darwinula stevensonii	7,1	100	8,6	50	14,3	83,3	7,1	55,6	4,3	50
Boeckella calcaris										
Cletocamptus							2,9	22,2	2,9	33,3

TABLA 3-61 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR AGUAS DE QUELANA

TAXA	Q-0		Q-1		Q-3		Q-4		Q-9	
	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%
cecsuriensis										
Artemia franciscana			8,6	100						
Indeterminado					2,9	16,7	1,4	11,1	1,4	16,7
Totales (Ind/L)	**7,1**	**100**	**17,1**	**100**	**17,1**	**100**	**12,9**	**100**	**8,6**	**100**
Riqueza	**1**		**2**		**2**		**4**		**3**	

FIGURA 3.4-80 PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOPLANCTON EVALUADOS. SECTOR AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012

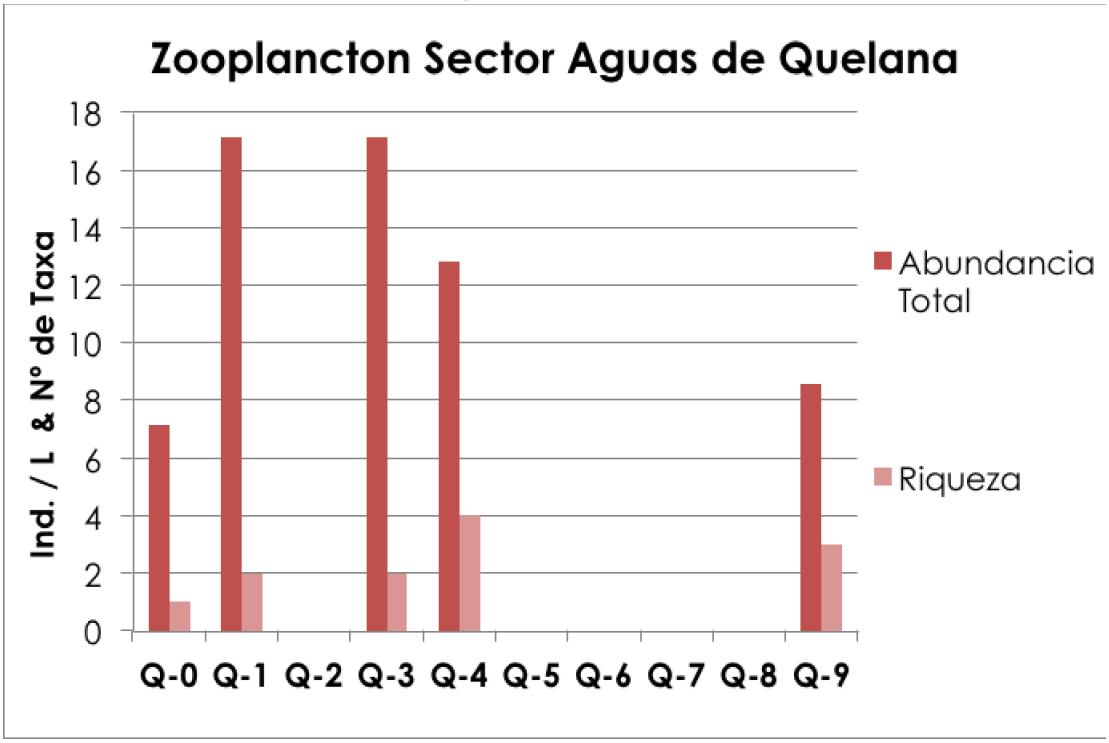
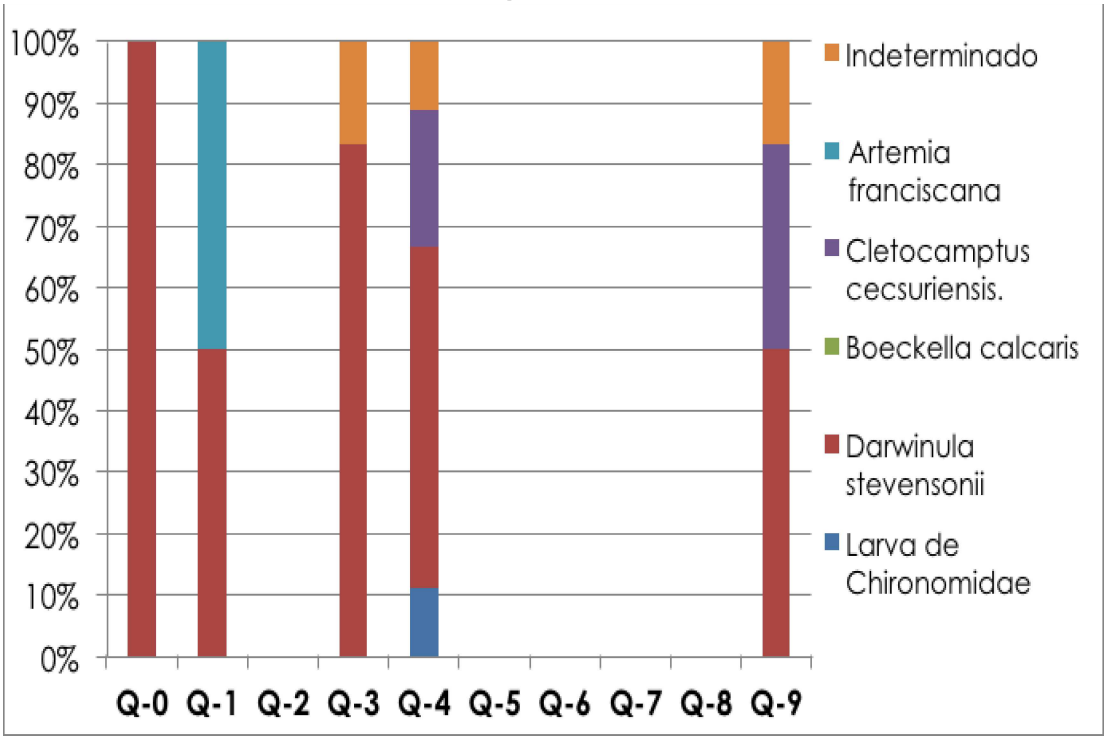


FIGURA 3.4-81 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOPLANCTON. SECTOR AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2012



i. Sector Peine

Diversidad General del Área de Estudio

La riqueza máxima del Sector Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita, correspondió a 5 taxa de organismos zooplanctónicos entre las estaciones de monitoreo analizadas (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). El mayor número de taxa del zooplancton se registró en la estación SA-2, correspondiente a un punto localizado en la laguna Salada. Por otra parte, la abundancia más alta de organismos en el Sector y entre todas las estaciones de todos los Sectores monitoreados en la actual campaña, también se registró en la estación SA-2. Respecto de los taxa más importantes, en cuanto a su distribución espacial y a su abundancia relativa, estos correspondieron a *Darwinula stevensonii*, *Artemia franciscana y Cletocamptus cecsuriensis.*

Riqueza Taxonómica (N° de Taxa)

En la Tabla 3-62, se muestran los valores de riqueza del zooplancton en las estaciones pertenecientes al Sector Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita, para la campaña 2012. Junto con esto, la Figura 3.4-82, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del zooplancton en todo el sector monitoreado. En la Figura 3.4-82, se

observa que, la riqueza máxima, correspondiente a 3 taxa por estación se presentó en la estación SA-2, mientras que en las estaciones de monitoreo PE-2 y SA-1, sólo se determinó la presencia de un taxa de zooplancton en las muestras. Respecto de la campaña del año anterior (2011), se mantuvieron los bajos valores de riqueza encontrada entre las estaciones de monitoreo, comparado con lo observado en campañas previas al 2011. El valor promedio de la riqueza fue de 2 +/- 1 taxa por estación. Por otra parte, se destaca la reaparición de individuos de *Artemia franciscana*, taxa que había sido escaso en los últimos tres monitoreos.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3-62, se muestran los valores de abundancia total de las estaciones pertenecientes al Sector de Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita, durante la campaña 2012. Además, la Figura 3.4-82 muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del zooplancton en todo el sector monitoreado. Como se aprecia en la figura, los valores más altos de abundancia de este grupo de organismos planctónicos se presentó en la estación SA-2, correspondiente a la laguna Salada, con un valor de abundancia total de 25,7 Ind./L. Este fue el valor más alto por estación registrado entre las 25 estaciones de monitoreo analizadas en los diferentes sectores del Salar de Atacama, en la presente campaña. Por otra parte el valor mínimo de abundancia del zooplancton se determinó en la estación SA-1 y fue de 1,4 Ind./L. En cuanto al valor promedio para este parámetro en la campaña del año 2012, éste fue de 8,6 +/- 9,95 Ind./L. (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

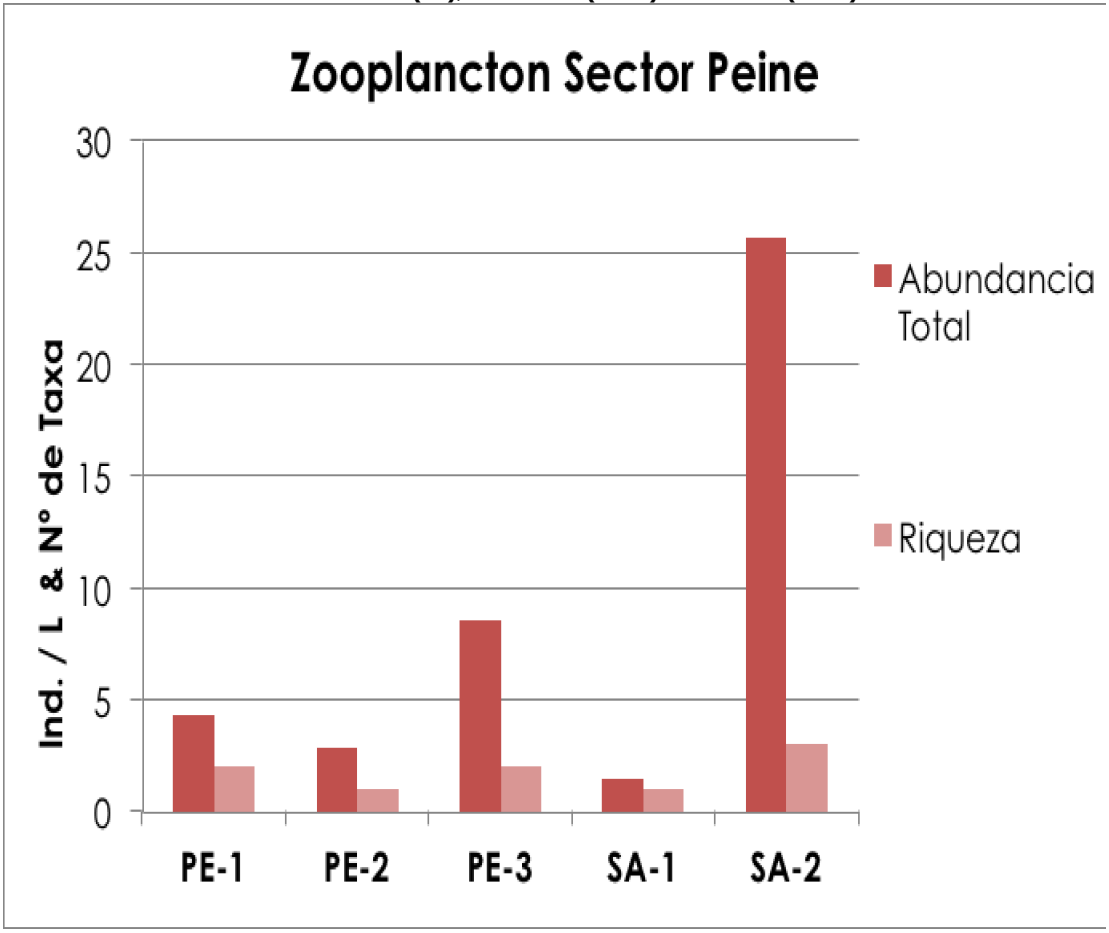
Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W)

Respecto de la diversidad de la comunidad del zooplancton del Sistema Puilar, medida a través del Índice Kruskal-Wallis (H), la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango del valor de H, varió ampliamente entre 0 y 0,83, en las estaciones PE-2 y SA-2, respectivamente. En cuanto a los Índices de Equidad (Anexo VIII Tabla Estadísticas Descriptivas Biota), éstos fluctuaron en un rango de 0 (estación PE-2) y 1 (estación PE-3). Sin embargo, cabe destacar el hecho que los valores 0 (cero), tanto de H, como de W, se determinaron en estaciones donde sólo se registró la presencia de un taxa (PE-2).

TABLA 3-62 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2)

Taxa	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
Darwinula stevensonii	1,4	33,3			4,3	50	1,4	100	15,7	61,1
Boeckella calcaris										
Cletocamptus cecsuriensis	2,9	66,7			4,3	50			8,6	33,3
Artemia franciscana			2,9	100						
Indeterminado									1,4	5,6
Totales (Ind/L)	**4,3**	**100**	**2,9**	**100**	**8,6**	**100**	**1,4**	**100**	**25,7**	**100**
Riqueza (N° de Taxa)	**2**		**1**		**2**		**1**		**3**	

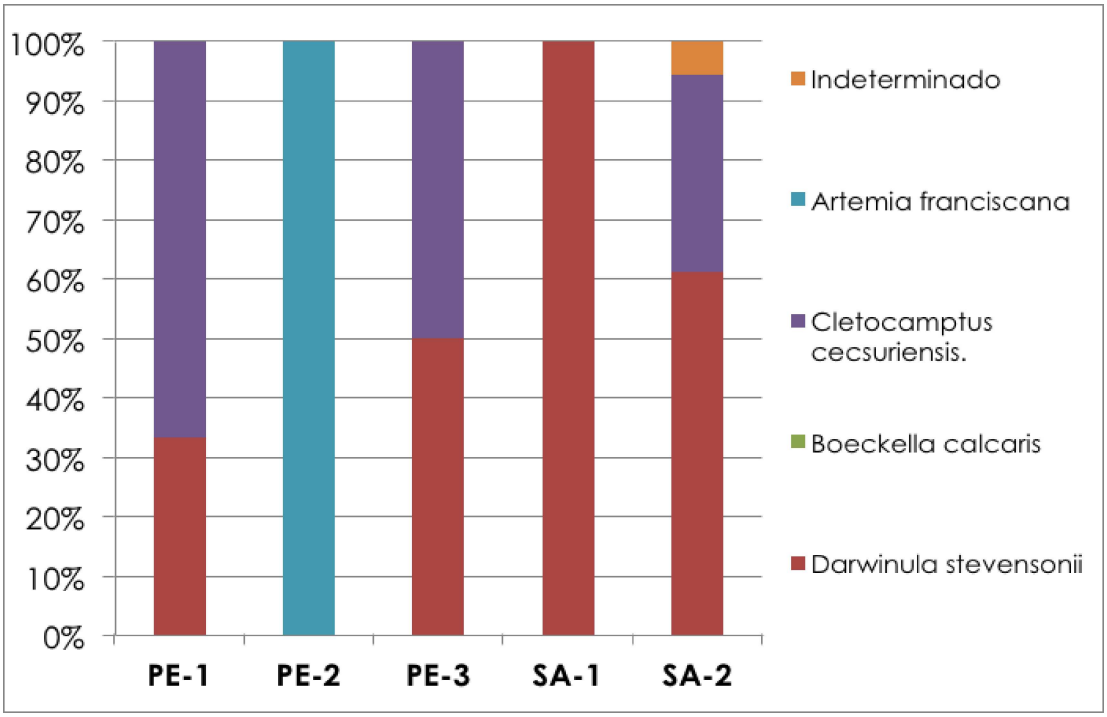
FIGURA 3.4-82 PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOPLANCTON EVALUADOS EN EL SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2). ABRIL 2012



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-83 muestra los porcentajes de abundancias relativas de zooplancton en las estaciones del Sistema Peine para sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita, en la campaña 2012. En la Figura se destaca que en la mayoría de las estaciones, hubo sólo uno o dos taxa dominantes. Dentro de los más importantes están: *Darwinula stevensonii* en todas las estaciones, excepto la estación PE-2; *Cletocamptus cecsuriensis* en las estaciones PE-1, PE-3 y SA-2, y *Artemia franciscana* en la estación PE-2 (Figura 3.4-83).

FIGURA 3.4-83 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOPLANCTON. SECTOR PEINE. ABRIL 2012



3.4.2.8 Análisis Datos Históricos del Zooplancton

j. Sector Puilar: Laguna Puilar

La Figura 3.4-84, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de abundancia del zooplancton en el Sector de la laguna Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Como muestra la Figura 3.4-84, los datos de abundancia del zooplancton registrados en la presente campaña (2012), fueron ligeramente más altos que lo registrado entre los períodos anteriores al 2012 (con excepción de la campaña del año 2007, donde algunos datos fueron más altos que en la mayoría de la actual mediana). Respecto del rango de valores (máx-mín), al igual que en la mayoría de los monitoreos previos, éste fue muy estrecho. Respecto de lo obtenido a través del análisis estadístico Kruskal–Wallis, se pudo determinar que hubo diferencias estadísticamente significativas de abundancia del zooplancton entre todas las campañas de monitoreo realizadas a la fecha. Este hecho sería debido principalmente, al efecto que tuvieron los elevados valores de abundancia de la campaña realizada en el año 2007 (Figura 3.4-84).

La mediana de la riqueza de taxa en el año 2012 fue muy semejante a la registrada en el año 2011 (Figura 3.4-85) y su valor estuvo dentro del rango de variación del período analizado

(2006-2012). Así, los resultados obtenidos a la fecha permiten suponer que esta variable no presenta variaciones interanuales importantes, lo cual se refleja a su vez, en el análisis de comparación de medianas que no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los monitoreos (Anexo VIII Tabla Comparación de Medianas de la Biota). Por otra parte, los datos se agruparon mayoritariamente en el percentil 75%, el que mostró también una mayor dispersión de valores que la observada para el percentil 25% (Figura 3.4-85).

k. Sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto

El análisis comparativo de los valores de abundancia del zooplancton del Sector Soncor y sus lagunas constituyentes: Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto, se muestra en la Figura 3.4-86, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

En relación con los resultados de abundancia del zooplancton en el Sector Soncor, la Figura 3.4-86 muestra que el valor de la mediana de la actual campaña (2012), fue ligeramente más baja que la registrada en el año 2011, pero estuvo dentro del rango de variabilidad observado para todo el período de estudio (entre 2006 y 2012). En la presenta campaña, los datos se mostraron principalmente agrupados en el percentil 75%. En relación con la desviación estándar, esta fue baja en ambos percentiles analizados. Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas arroja que hubo diferencias estadísticamente significativas para la abundancia de zooplancton del Sistema Soncor entre los años monitoreados (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

Respecto de los valores de riqueza registrados en la actual campaña, llama la atención que los valores de la mediana fueron muy semejantes a los registrados entre los años 2009 y 2011. En relación con la distribución de los datos en esta campaña, en la Figura 3.4-87 se observa que la mayoría de éstos, se agruparon equitativamente en los percentiles 25% y 75% (Figura 3.4-87). Asimismo, la dispersión respecto de la mediana fue muy parecida en ambos percentiles. El análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas de abundancia del zooplancton en el Sector Soncor, en las diferentes campañas de monitoreo realizadas a la fecha.

l. Sector Aguas de Quelana

Respecto del análisis interanual de abundancia de zooplancton en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 3.4-88, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Como se destaca en la Figura 3.4-88, el valor mediana de la abundancia del zooplancton, determinada en la actual campaña fue más ligeramente mayor que la de la mayoría de los años previos. En cuanto al rango de valores (máximo y mínimo) de la campaña 2012, éste fue estrecho coincidiendo con lo observado para los monitoreos previos al 2012. Por otra parte, los datos se agruparon equitativamente en los percentiles 25% y 75%, y la dispersión de valores

en cada percentil fue baja. El análisis de varianza (comparación de medianas) llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arroja que sí hubo diferencias estadísticamente significativas para la abundancia del fitoplancton en este Sector, lo que tendría directa relación con los elevados valores registrados en el año 2009.

El análisis de variación interanual de los datos de riqueza del zooplancton en el Sector Aguas de Quelana (Figura 3.4-89), muestra un interesante comportamiento, caracterizado por una notable fluctuación entre las diferentes campañas realizadas. No obstante lo anterior, el valor de la mediana para la presente campaña (2012) fue semejante a la registrada en la campaña previa (2011). Respecto del comportamiento de los datos de la presente campaña, éstos se acumularon principalmente en el percentil 25%. Por otra parte, el análisis estadístico muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), lo que daría cuenta de la notoria fluctuación interanual ya mencionada.

m. Sector Peine

El análisis comparativo de los valores de abundancia del zooplancton en el Sector de Peine y sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita, se muestra en la Figura 3.4-90; mientras que, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados del análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

El valor de mediana de la abundancia del zooplancton para la presente campaña 2012, fue semejante a los valores registrados en campañas previas (Figura 3.4-90). Asimismo, coincide con la mayoría de los monitoreos previos, el estrecho rango de variación de los datos obtenidos en la presente campaña (Figura 3.4-90).

Por su parte, el análisis de comparación de medianas (Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre los monitoreos, lo que estaría asociado a la diferencia entre los valores máximos y mínimos de las campañas 2009 y 2010 (Figura 3.4-90).

La mediana de la riqueza de taxa para el Sector Peine en el año 2012, fue semejante a la observada en el año 2011, la que a su vez fue más alta que aquellas de los años 2009 y 2010. También, el valor de la mediana de la presente campaña fue muy similar a los valores en el período 2006-2008 (Figura 3.4-91). Respecto del comportamiento de los datos, éstos se agruparon mayoritariamente en el percentil 75%. El análisis comparativo de la riqueza de taxa del zooplancton en el Sector Peine, arrojó la ausencia de diferencias estadísticamente significativas, entre las campañas de monitoreo realizadas en el período 2006 y 2011(Anexo VIII: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

FIGURA 3.4-84 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR PUILAR

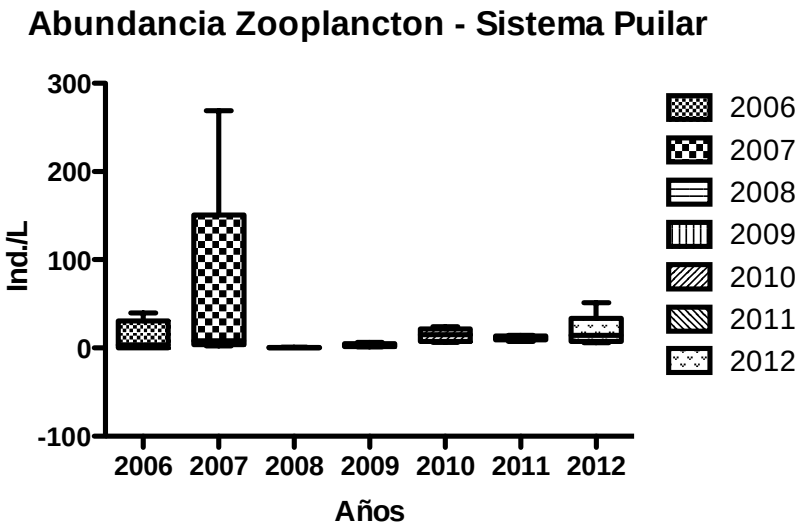


FIGURA 3.4-85 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR PUILAR

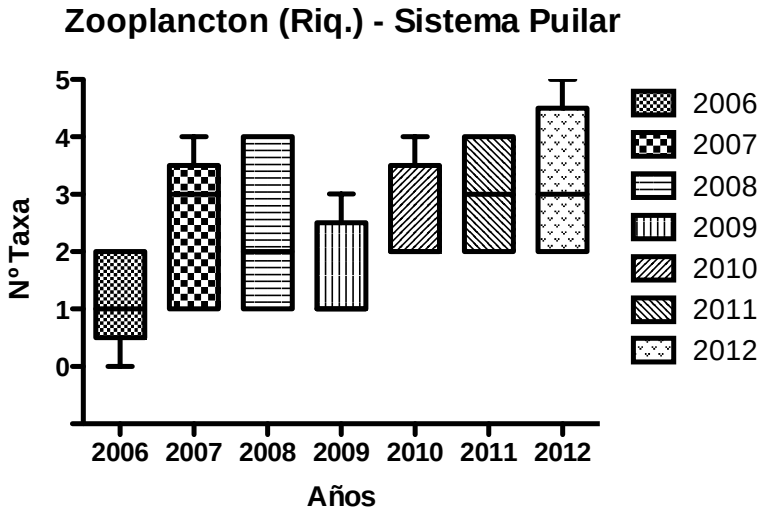


FIGURA 3.4-86 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXA Y BURRO MUERTO

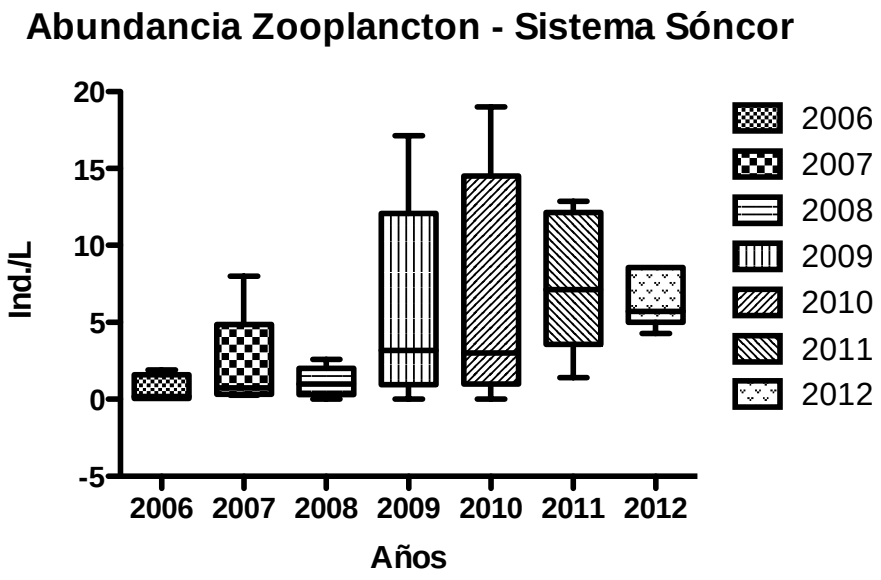


FIGURA 3.4-87 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOPLANCTON SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXA Y BURRO MUERTO

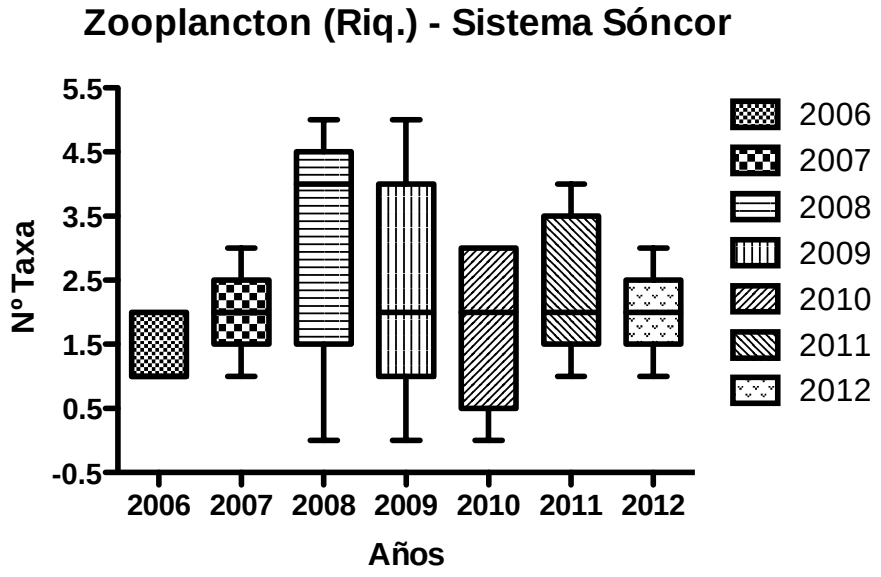


FIGURA 3.4-88 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR AGUAS DE QUELANA

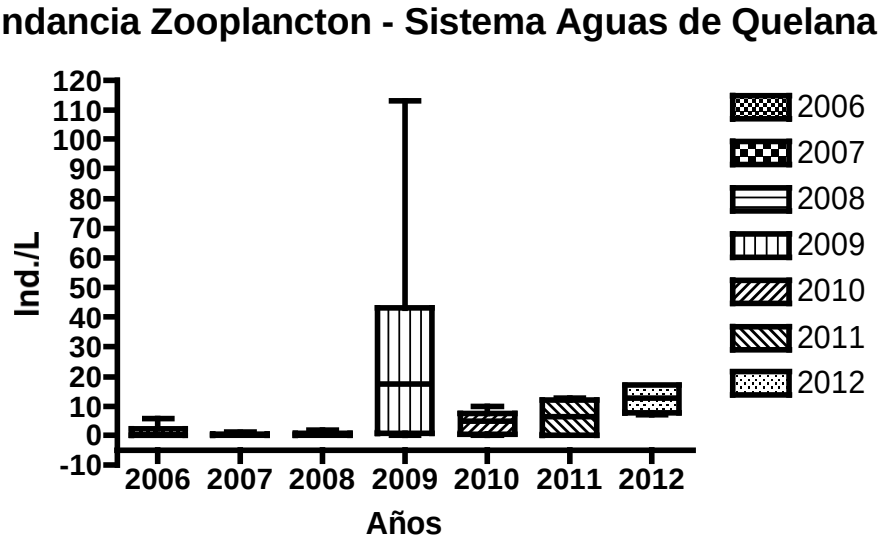


FIGURA 3.4-89 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR AGUAS DE QUELANA

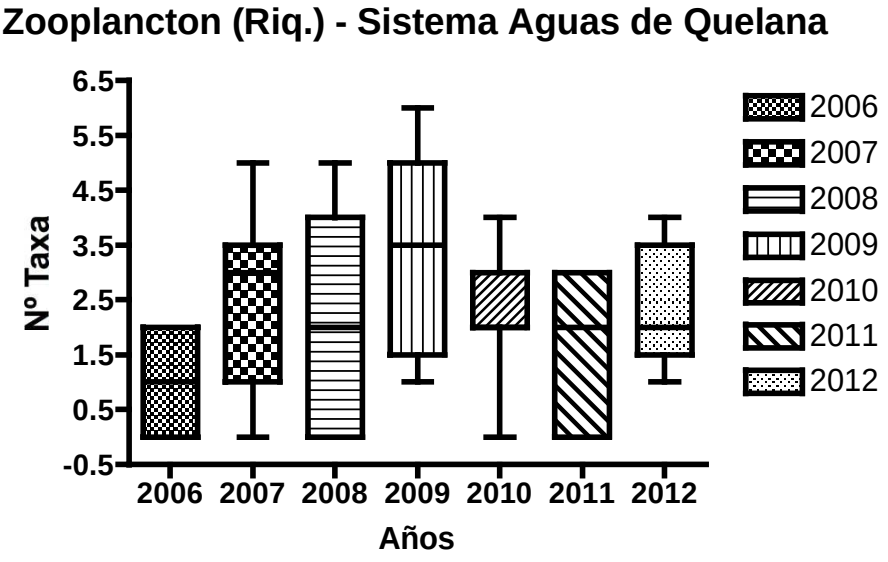


FIGURA 3.4-90 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA

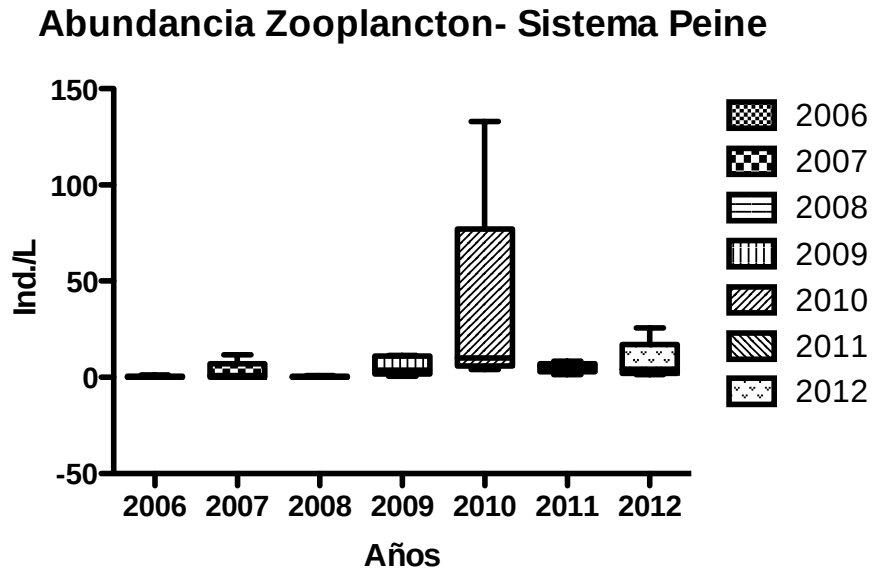
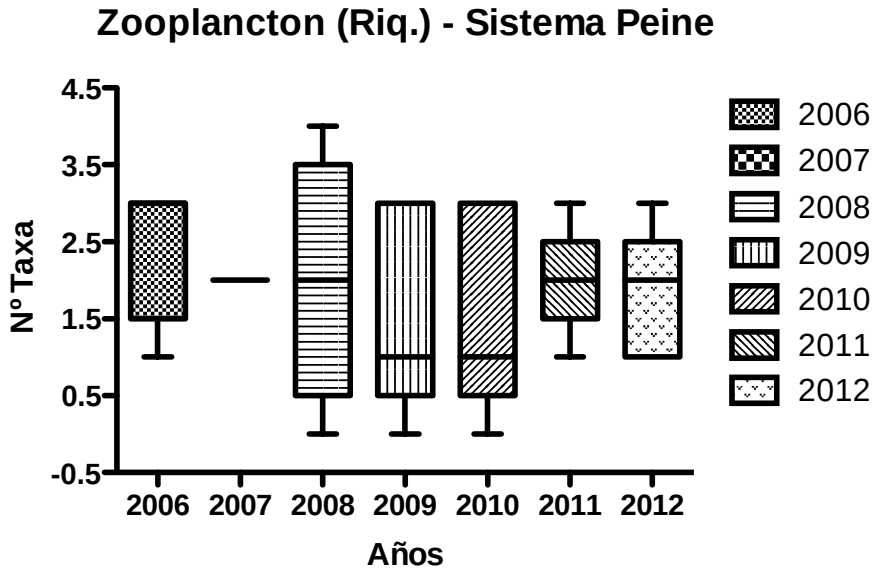


FIGURA 3.4-91 ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOPLANCTON. SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA



3.4.2.9 Macrófitas

Diversidad General del Área

La Figura 3.4-92, muestra los porcentajes de cobertura promedio de plantas acuáticas en todos los sectores monitoreados. Como se aprecia en la figura los valores más altos para este parámetro se determinaron entre las estaciones de los Sistemas Puilar y Aguas de Quelana, alcanzando un promedio de 4 +/-5,5 y 4+/-2,2% de cobertura. El elevado valor de la desviación estándar en este punto de monitoreo, indica que hubo gran variabilidad dentro del sector. Así, el rango de valores para la cobertura de la vegetación acuática de dicho Sector, fluctuó entre 0 y 10%.

Respecto del valor mínimo, este se presentó en los Sistemas lacustres del Sector Soncor y Peine, donde no se determinó la presencia de este tipo de organismos. La Tabla 3-63 muestra la distribución de valores de cobertura en las estaciones de los diferentes sectores monitoreados en Abril del año 2012 en el Salar de Atacama.

FIGURA 3.4-92 ANÁLISIS DE LA COBERTURA DE VEGETACIÓN ACUÁTICA EN LOS 4 SECTORES ANALIZADOS EN EL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA DEL 2012

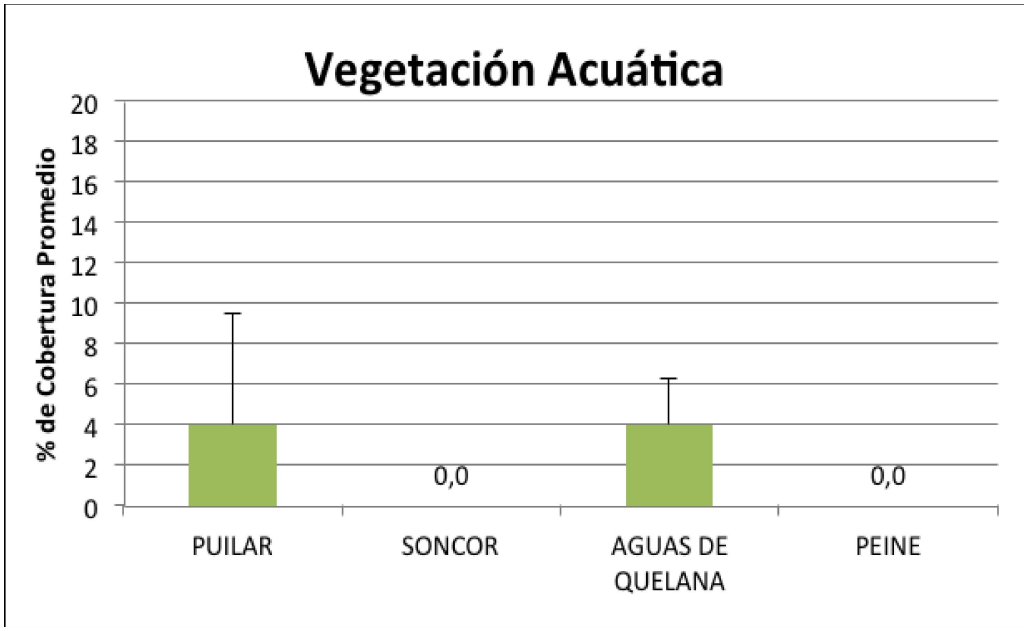


TABLA 3-63 COMPOSICIÓN Y % COBERTURA DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS EN EL SALAR DE ATACAMA. ABRIL 2012

Sector Puilar		Sector Soncor		Sector Quelana		Sector Peine	
Estación de Monitoreo	% Cobertura	Estación de Monitoreo	% Cobertura	Estación de Monitoreo	% Cobertura	Estación de Monitoreo	% Cobertura
PU-1	0	BN-1	0	Q-0	5	PE-1	0
PU-2	0	BN-2	0	Q-1	5	PE-2	0
PU-3	10	BN-3	0	Q-2	0*	PE-3	0
PU-4	10	CH-1	0	Q-3	5	SA-1	0
PU-5	0	BM-1	0	Q-4	0	SA-2	0
				Q-5	0*		
				Q-6	0*		
				Q-7	0*		
				Q-8	0*		
				Q-9	5		

*Sin lámina de agua

n. Sector Soncor: Laguna Puilar

Diversidad General del Área de Estudio y Análisis Histórico

Respecto de la cobertura de vegetación acuática en el Sector de Puilar, la Tabla 3-63, presenta los valores para las estaciones monitoreadas en este Sector, en la campaña 2012. Aquí se observa que sólo las estaciones PU-3 y PU-4, mostraron presencia de vegetación acuática, con dos taxa representados: *Chara* sp. y *Ruppia marítima*, pero además la presencia de microalgas filamentosas del tipo LPP, no contabilizadas como macrófitas.

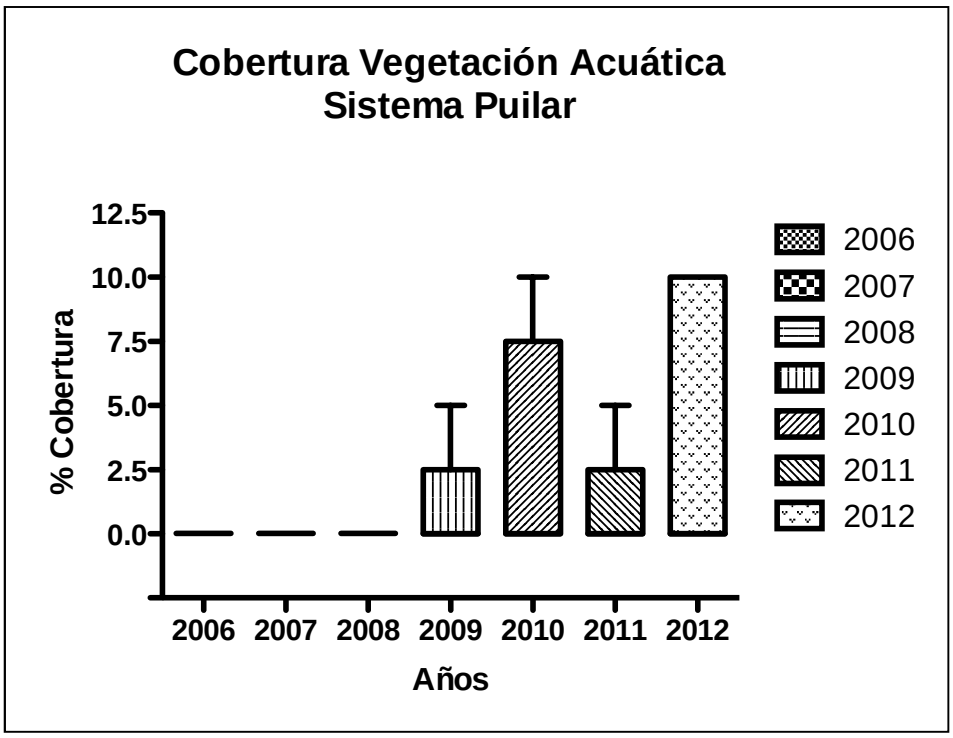
El comportamiento de esta variable en el tiempo, en las distintas campañas de monitoreo se muestra en la Figura 3.4-93. Aquí se observa que los valores de la mediana de cobertura vegetacional de las plantas acuáticas, determinados en los monitoreos llevados a cabo a la fecha, presentan importantes fluctuaciones interanuales en el rango de valores. En relación con la presente campaña, el rango de valores fue el más amplio registrado en todo el período analizado (2006-2012). Pese a la fluctuación anual antes mencionada, el análisis de comparación de medianas, realizado con los datos de cobertura vegetacional de este Sector, mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo realizadas a la fecha.

o. Sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto

Diversidad General del Área de Estudio y Análisis Histórico

Los valores de cobertura vegetacional de las plantas acuática en las estaciones del Sector Soncor, se presentan en la Tabla 3-63. Aquí se puede observar que no se reportó la presencia de vegetación. Estos datos son coincidentes con lo registrado en campañas previas. Los altos valores de salinidad y la presencia de un sedimento con condiciones muy reducidas, sería las causas probables de la escasa vegetación asociada los distintos cuerpos de aguas que componen el Sector.

FIGURA 3.4-93 VARIACIÓN ANUAL DE LA COBERTURA DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA. SECTOR PUILAR. PERIODO 2006 A 2012



p. Sector Aguas de Quelana

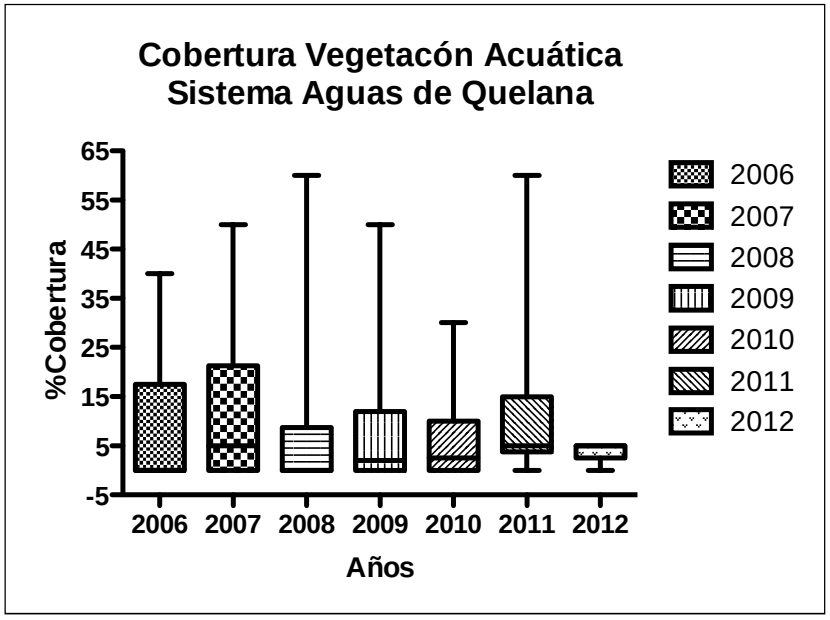
Diversidad General del Área de Estudio y Análisis Histórico

Los valores de porcentaje de cobertura de la vegetación acuática en las estaciones del Sector Aguas de Quelana de la campaña 2012, se presentan en la Tabla 3-63. Como se observa en la Tabla, el rango de valores para esta variable fue estrecho entre las estaciones del Sector. Esto estuvo influenciado en parte, al hecho que hubo estaciones que no se muestrearon por encontrarse secas durante el presente monitoreo. De tal modo que la cobertura vegetacional varió entre 0 y 5% (Anexo VIII: Tabla de Estadísticas Descriptivas).

Respecto de la Riqueza de Taxa, dos especies estuvieron presentes en todo el Sector: Zanichellia palustris y Ruppia maritima.

El valor de la mediana de la vegetación acuática en el Sector Aguas de Quelana, fue conservativo, comparado con monitoreos anteriores, aunque tal como se aprecia en la Figura 3.4-94, el rango de valores fue mucho más estrecho en la presente campaña que en monitoreos previos al 2012. De igual manera, el análisis de la varianza de sus medianas, medido a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo realizadas hasta la fecha (2006-2012).

FIGURA 3.4-94 VARIACIÓN ANUAL DE LA COBERTURA DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA. SECTOR AGUAS DE QUELANA. PERIODO 2006 A 2012



q. Sector Peine

Diversidad General del Área de Estudio y Análisis Histórico

Respecto de la cobertura de vegetación acuática en el Sector de Peine, la Tabla 3-63, presenta los valores para las estaciones monitoreadas en este Sector, en la campaña 2012. Como se observa en la Tabla y al igual que en campañas previas al año 2012, no se registró la presencia de ejemplares de vegetación acuática en el Sector. Las causas de esto último, podrían tener relación con las características variables año tras año, del agua y de los sedimentos de las estaciones en la laguna analizada, las que favorecerían a su vez condiciones tales como extrema salinidad y condiciones muy reducidas de los sedimentos.

El comportamiento de esta variable en el tiempo se presenta en la Figura 3.4-95. Aquí se observa que los valores de la mediana en la campaña del año 2012, fueron semejantes a los registrados en las campañas previas (con excepción de los monitoreos 2009 y 2011). Pese a

las diferencias antes mencionadas, el análisis de varianza llevado a cabo a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la cobertura de vegetación acuática, entre los monitoreos realizados hasta la fecha en el sector.

FIGURA 3.4-95 VARIACIÓN ANUAL DE LA COBERTURA DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA. SECTOR PEINE. PERIODO 2006 A 2012

