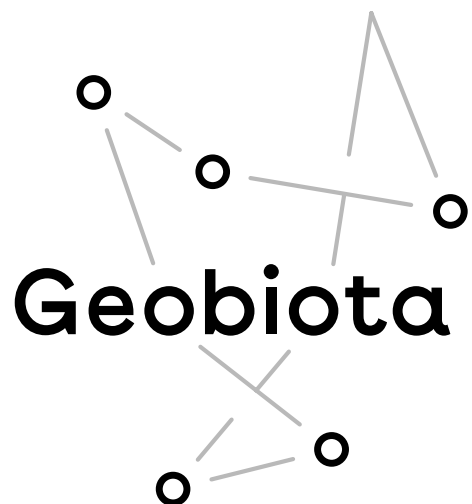




Plan de Seguimiento Ambiental

Campaña de monitoreo N°9 – abril de 2015

**Proyecto Cambios y mejoras en la operación
minera del Salar de Atacama**

Región de Antofagasta

SQM Salar S.A.

Preparado por Geobiota

SQM0397.Rev.A

Marzo, 2016

PROYECTO		PSA Proyecto Cambios y mejoras en la operación minera del Salar de Atacama Región de Antofagasta			GEOB.SQM397.INF01.REV0
REV	ID	EJECUTOR	REVISOR	APRUEBA	DESCRIPCIÓN
A	NOMBRE	FM/RC/PH/ES	XA		
	FECHA	19.08.15	27.01.16		
0	NOMBRE	FM/RC/PH/ES	PP	PP	
	FECHA	23.02.16	16.03.16	16.03.2016	

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	—	RESUMEN	1
2	—	INTRODUCCIÓN	7
3	—	OBJETIVOS	8
4	—	MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1	—	Área de estudio	9
4.2	—	Ubicación de los puntos de monitoreo	11
4.2.1	—	Vegetación	11
4.2.2	—	Flora	18
4.2.3	—	Fauna	21
4.2.4	—	Biota acuática.....	27
4.3	—	Parámetros para caracterizar el estado y evolución de las variables ambientales	31
4.3.1	—	Vegetación	31
4.3.2	—	Flora	32
4.3.3	—	Fauna	32
4.3.4	—	Biota acuática.....	32
4.4	—	Metodología de muestreo	35
4.4.1	—	Vegetación	35
4.4.2	—	Flora	41
4.4.3	—	Fauna	42
4.4.4	—	Biota acuática.....	49
4.5	—	Materiales y equipos utilizados	51
4.5.1	—	Vegetación	51
4.5.2	—	Flora	51
4.5.3	—	Fauna	51
4.5.4	—	Biota acuática.....	51
4.6	—	Fechas de muestreo de cada parámetro.....	53
5	—	RESULTADOS	54
5.1	—	Vegetación	54
5.1.1	—	Vegetación del Borde Este del Salar de Atacama	54
5.1.2	—	Cobertura, composición y estado vital de la vegetación en la zona de conexión vegetación- acuífero.....	72

5.1.3	—	Estado vital de ejemplares de algarrobos (<i>Prosopis flexuosa</i>) y proporción de follaje verde	77
5.2	—	Flora	86
5.2.1	—	Riqueza florística	86
5.2.2	—	Frecuencia y abundancia de la flora	89
5.2.3	—	Caracterización química del sustrato	96
5.3	—	Fauna	102
5.3.1	—	Riqueza y caracterización de especies	102
5.3.2	—	Abundancia de las especies	108
5.4	—	Biota acuática	159
5.4.1	—	Medio Abiótico y Medición de Clorofilas	159
5.4.2	—	Medio Biótico	196
6	—	DISCUSIONES	261
6.1	—	Vegetación	261
6.2	—	Flora	264
6.3	—	Fauna	265
6.4	—	Biota acuática	267
6.4.1	—	Medio Abiótico y Medición de Clorofilas	267
6.4.2	—	Medio Biótico	273
7	—	CONCLUSIONES	304
7.1	—	Vegetación	304
7.2	—	Flora	305
7.3	—	Fauna	305
7.4	—	Biota acuática	308
7.4.1	—	Medio Abiótico y Medición de Clorofilas	308
7.4.2	—	Medio Biótico	309
8	—	REFERENCIAS	321
8.1	—	Vegetación y Flora	321
8.2	—	Fauna	322

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Vértices del Área de estudio. Coordenadas UTM Huso 19S, Datum WGS84.....	9
Tabla 4-2. Ubicación de los puntos de monitoreo de vegetación en el borde este del Salar de Atacama. Coordenadas UTM WGS84, 19 S.	11
Tabla 4-3. Ubicación de los puntos de monitoreo de vegetación en la zona de conexión en coordenadas UTM WGS84, 19 S.....	13
Tabla 4-4. Ubicación de los puntos de monitoreo de Algarrobos en coordenadas UTM WGS84 19S.....	15
Tabla 4-5. Ubicación de los puntos de monitoreo de flora en coordenadas UTM WGS84 19 S.	18
Tabla 4-6. Ubicación de puntos de muestreo para la prospección de fauna terrestre en el Borde Este del Salar de Atacama. Coordenadas UTM Huso 19S Datum WGS84.....	22
Tabla 4-7. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas en el Salar de Atacama. Coordenadas UTM Huso 19S Datum WGS84.....	24
Tabla 4-8. Sectores evaluados en monitoreo biota acuática borde este del Salar de Atacama -campaña abril -2015. Coordenadas UTM Huso 19S, Datum WGS84.	27
Tabla 4-9. Variables de medición de variables y la frecuencia de medición del PSA del Salar de Atacama de acuerdo a lo establecido en la RCA N° 226/06.....	33
Tabla 4-10. Puntos de control de posición utilizados para georreferenciar la imagen satelital del Borde Este del Salar de Atacama.	35
Tabla 4-11. Criterios utilizados para clasificar la vitalidad de las plantas.....	40
Tabla 4-12. Escalas utilizadas para clasificar el follaje verde de las plantas.....	40
Tabla 4-13. Escalas utilizadas para las etapas fenológicas de las plantas.	41
Tabla 4-14. Bibliografía base para fauna terrestre y avifauna acuática.....	42
Tabla 5-1. Frecuencia de puntos de muestreo de vegetación en categorías de vitalidad del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.....	58
Tabla 5-2. Frecuencia de puntos de muestreo de la vegetación en clases de porcentaje de follaje verde del borde del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.....	62
Tabla 5-3. Frecuencia de Puntos de muestreo de vegetación según Fase Fenológica del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.....	65
Tabla 5-4. Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.....	70
Tabla 5-5. Cobertura y composición de especies en la zona de conexión Vegetación-Acuífero.....	73
Tabla 5-6. Total de puntos de monitoreo por categoría de cobertura de la vegetación. Zona de conexión vegetación-acuífero. Mediciones de enero y abril de 2015.	74
Tabla 5-7. Frecuencia de puntos de muestreo en Zona de conexión vegetación – acuífero. Categorías de vitalidad. Campañas abril 2007, enero-abril de 2008 a 2015.	75
Tabla 5-8. Frecuencia de puntos de muestreo en Zona de conexión vegetación – acuífero. Proporción de follaje verde. Campañas abril 2007, enero-abril de 2008 a 2015.....	76
Tabla 5-9. Frecuencia de puntos de muestreo en Zona de conexión vegetación – acuífero. Etapa fenológica. Campañas abril 2007, enero-abril de 2008 a 2015.	77
Tabla 5-10. Vitalidad de los ejemplares de <i>Prosopis flexuosa</i> en la quebrada Camar. Campañas 2006-2011.....	79
Tabla 5-11. Vitalidad de los ejemplares de <i>Prosopis flexuosa</i> en la quebrada Camar. Campañas 2012-2015.....	80

Tabla 5-12. Proporción (%) de follaje verde de ejemplares de Algarrobo (<i>Prosopis flexuosa</i>) en quebrada Camar. Campañas 2006 a 2015.....	82
Tabla 5-13. Precipitaciones mensuales (mm) registradas en la estación meteorológica Camar (DGA). ...	84
Tabla 5-14. Hábito de crecimiento de la flora del Borde Este del Salar de Atacama	86
Tabla 5-15. Origen biogeográfico de la flora del Borde Este del Salar de Atacama	87
Tabla 5-16. Riqueza de especies presentes en el área de estudio	87
Tabla 5-17. Frecuencia de especies durante la campaña 2015.....	90
Tabla 5-18. Frecuencia de especies en el Salar de Atacama Periodo durante los años 2006 al 2015 para los transectos 1, 2 y 3.....	91
Tabla 5-19. Frecuencia de especies en el Salar de Atacama Periodo durante los años 2006 al 2015 para los transectos 4, 5 y 6.....	93
Tabla 5-20. Frecuencia de especies en el Salar de Atacama Periodo durante los años 2006 al 2015 para el transecto 7.....	95
Tabla 5-21. Rangos de pH del suelo en transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2015.	96
Tabla 5-22. Distribución de rangos de pH en los transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2015.	97
Tabla 5-23. Rangos de conductividad eléctrica del suelo en transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2015.	99
Tabla 5-24. Conductividad eléctrica obtenida en cada punto de muestreo de flora. Campaña abril de 2015.....	100
Tabla 5-25. Catálogo de vertebrados presentes en el área de estudio.....	103
Tabla 5-26. Abundancias de reptiles en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.	109
Tabla 5-27 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.....	112
Tabla 5-28. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015. Total por especie.....	120
Tabla 5-29. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2015	122
Tabla 5-30. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2015	124
Tabla 5-31. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2015	126
Tabla 5-32. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015	128
Tabla 5-33. Abundancia de flamencos en las Lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2015.....	131
Tabla 5-34. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las Lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2015.....	139
Tabla 5-35. Abundancia de flamencos en Sistema Lacustre Aguas de Quelana. Campañas 2006 a 2015	142
Tabla 5-36. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en Sistema Lacustre Aguas de Quelana. Campañas 2006 a 2015	144
Tabla 5-37. Abundancia de flamencos en las Lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2015.....	145
Tabla 5-38. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las Lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2015	152
Tabla 5-39. Abundancias de micromamíferos en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.....	156

Tabla 5-40. Índice de visitas de <i>Pseudalopex culpaeus</i> (zorro culpeo) y observaciones de improntas en estaciones de atracción olfativa. Campañas 2007 a 2015.....	158
Tabla 5-41. Parámetros de calidad de agua determinados in situ. Sector Soncor- Puilar. Campaña de abril 2015.....	159
Tabla 5-42. Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Soncor- Puilar. Campaña de Abril 2015.....	163
Tabla 5-43. Clorofila a del fitoplancton y perifiton Sector Soncor- Puilar. Campaña de Abril 2015	165
Tabla 5-44. Parámetros de calidad de agua determinados in situ sector Soncor- soncor. Campaña de Abril 2015	169
Tabla 5-45. Conductividad eléctrica de los sedimentos y del agua intersticial Sector Soncor- Soncor. Campaña de Abril 2015	173
Tabla 5-46. Clorofila a del fitoplancton y perifiton Sector Soncor- Soncor. Campaña de Abril 2015	175
Tabla 5-47. Parámetros de calidad de agua determinados in situ Sector Aguas de Quelana. Campaña de Abril 2015	179
Tabla 5-48. Conductividad del agua intersticial y de los sedimentos Sector Aguas de Quelana. Campaña de Abril 2015	183
Tabla 5-49. Clorofila a del fitoplancton y perifiton Sector Aguas de Quelana. Campaña de Abril 2015..	184
Tabla 5-50. Parámetros de calidad de agua determinados in situ Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita). Campaña de Abril 2015	188
Tabla 5-51. Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita). Campaña de Abril 2015	191
Tabla 5-52. Clorofila a del fitoplancton y perifiton Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita). Campaña de Abril 2015	193
Tabla 5-53. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor-Laguna Puilar. ABRIL 2015.....	197
Tabla 5-54. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor- Soncor Laguna y Canal Barros Negros. ABRIL 2015.....	202
Tabla 5-55. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor- Soncor Laguna Chaxas. ABRIL 2015	203
Tabla 5-56. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor- Soncor Canal Burro Muerto. ABRIL 2015	204
Tabla 5-57. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Aguas de Quelana. Abril 2015.....	211
Tabla 5-58. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita). Abril 2015.	215
Tabla 5-59. Composición, abundancia total y relativa del fitoplancton del Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015	221
Tabla 5-60. Composición, abundancia total y relativa del fitoplancto del Sector Soncor- Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto). abril 2015.....	224
Tabla 5-61. Composición, abundancia total y relativa del fitoplancton del Sector Aguas de Quelana. Abril 2014.....	229
Tabla 5-62. Composición, abundancia total y relativa del fitoplancton del Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita). Abril 2015	233
Tabla 5-63. Composición, abundancia total y relativa del zoobentos en el Sector Soncor- Puilar. Abril 2015	237

Tabla 5-64. Composición, abundancia total y relativa del zoobentos del Sector Soncor-Soncor. Abril 2015	240
Tabla 5-65. Composición, abundancia total y relativa del zoobentos del Sector Aguas de Quelana. Abril 2015.....	243
Tabla 5-66. Composición, abundancia total y relativa del zoobentos del Sector Peine: Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). ABRIL 2015.....	247
Tabla 5-67. Composición, abundancia total y relativa del zooplancton en el Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015	250
Tabla 5-68. Composición, abundancia total y relativa del zooplancton del Sector Soncor- Soncor. Abril 2015.....	253
Tabla 5-69. Composición, abundancia total y relativa del zooplancton del Sector Aguas de Quelana. Abril 2015.....	256
Tabla 5-70. Composición, abundancia total y relativa del zooplancton del Sector Peine: Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). ABRIL 2015.....	258
Tabla 5-71. Composición y % cobertura de la vegetación acuática en los 4 sectores monitoreados en el Salar de Atacama. Abril 2015.....	260

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1. Ubicación de componentes bióticos objeto del Plan de Seguimiento Ambiental del Salar de Atacama	10
Figura 4-2. Ubicación de puntos de monitoreo de vegetación en el borde este del Salar de Atacama.....	13
Figura 4-3. Ubicación de puntos de monitoreo de vegetación en la zona de conexión.	14
Figura 4-4. Ubicación de ejemplares de Algarrobo (<i>Prosopis flexuosa</i>) sujetos a seguimiento.	17
Figura 4-5. Ubicación de puntos de muestreo de flora.	21
Figura 4-6. Área de estudio para fauna terrestre y avifauna acuática para el Borde Este del Salar de Atacama	23
Figura 4-7. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Soncor.	25
Figura 4-8. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Aguas de Quelana.	26
Figura 4-9. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Peine.	27
Figura 4-10. Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Soncor	29
Figura 4-11. Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Aguas de Quelana.....	30
Figura 4-12. Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Peine.....	31
Figura 4-13. Vegetación en mosaico y su representación cartográfica. Ejemplo de pradera de grama salada (<i>Distichlis spicata</i>).	39
Figura 4-14. Hábitat definidos para fauna terrestre del Borde Este del Salar de Atacama	46
Figura 4-15. Instrumentos de muestreo monitoreo biota acuática	52
Figura 5-1. 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.....	55
Figura 5-2. Vitalidad de las formaciones vegetacionales en el Borde este del Salar de Atacama. Campaña 2015.....	56
Figura 5-3. Categorías de vitalidad de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Evolución temporal campañas 2006-2015.	57
Figura 5-4. Proporción de follaje verde de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Campaña abril 2015.....	61

Figura 5-5. Fenología de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Campaña abril 2015.	65
Figura 5-6. Comportamiento histórico de la proporción de cada etapa fenológica de las formaciones vegetacionales del Borde Este del Salar de Atacama. Período 2006-2015.....	69
Figura 5-7. Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.....	71
Figura 5-8. Clasificación de los puntos de muestreo en la zona de conexión vegetación-acuífero, por categorías de cobertura de la vegetación. Campañas de Enero y Abril de 2015.	74
Figura 5-9. Vitalidad de los ejemplares de <i>Prosopis flexuosa</i> en la quebrada Camar. Campañas 2006-2015.....	78
Figura 5-10. Proporción (%) de follaje verde de ejemplares de Algarrobo (<i>Prosopis flexuosa</i>) en quebrada Camar. Campañas 2006 a 2015.....	81
Figura 5-11. Comparación del pH actual con el obtenido en años anteriores.....	98
Figura 5-12. Comparación de la conductividad eléctrica actual con la obtenida en años anteriores.	101
Figura 5-13. Abundancia de flamencos en Laguna Puilar	134
Figura 5-14. Abundancia de flamencos en Laguna Chaxa.....	135
Figura 5-15. Abundancia de flamencos en Laguna Barros Negros.....	136
Figura 5-16. Abundancia de flamencos en Canal Burro Muerto	137
Figura 5-17. Abundancia de flamencos en Sistema Lacustre Soncor	138
Figura 5-18. Abundancia de flamencos en el Sistema Lacustre Aguas de Quelana.....	143
Figura 5-19. Abundancia de flamencos en Laguna Salada	148
Figura 5-20. Abundancia de flamencos en Laguna Saladita	149
Figura 5-21. Abundancia de flamencos en Laguna Interna	150
Figura 5-22. Abundancia de flamencos en Sistema Lacustre Peine.....	151
Figura 5-23. Variación anual de los parámetros temperatura y ph en columna de agua sector Soncor-Puilar-Salar de Atacama. Período 2006-2015	160
Figura 5-24. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector soncor- puilar-salar de atacama. Período 2006-2015	161
Figura 5-25. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y del agua intersticial. Sector Soncor- Puilar-Salar de Atacama. Período 2009-2015.....	164
Figura 5-26. Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. Sector soncor-puilar-salar de atacama. Período 2006-2015	166
Figura 5-27. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Soncor-Puilar-Salar de Atacama. Campaña 2015.	167
Figura 5-28. Variación anual de los parámetros temperatura y ph en columna de agua Sector Soncor-Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto), Salar de Atacama. Período 2006-2015	171
Figura 5-29. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y salinidad de la columna de agua. Sector Soncor- Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto)- Salar de Atacama. Período 2006-2015	172
Figura 5-30. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial. Sector soncor - soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto) - Salar de Atacama. Período 2009-2015	174
Figura 5-31. Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. Sector Soncor-Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto) Salar De Atacama. PERÍODO 2006-2015.....	176

Figura 5-32. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto) Salar De Atacama. Campaña 2015.....	177
Figura 5-33. Variación anual de los parámetros temperatura y ph en columna de agua Sector Aguas de Quelana-Salar de Atacama. Período 2006-2015	181
Figura 5-34. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua Sector Aguas de Quelana-Salar de Atacama. Período 2006-2015	182
Figura 5-35. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial. Sector Aguas de Quelana-Salar de Atacama. Período 2009-2015	184
Figura 5-36. Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. Sector Aguas de Quelana-Salar De Atacama. Período 2006-2015	185
Figura 5-37. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Aguas De Quelana-Salar de Atacama. Campaña 2015.....	186
Figura 5-38. Variación anual de los parámetros temperatura y ph en columna de agua Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)-Salar de Atacama. Período 2006-2015	189
Figura 5-39. 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. Período 2006-2015.....	190
Figura 5-40. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial. Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) - Salar de Atacama. Período 2009-2015 .	192
Figura 5-41. Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. SECTOR PEINE (Lagunas Interna, Salada y Saladita) - Salar de Atacama. Período 2006-2015	193
Figura 5-42. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. SECTOR PEINE (Lagunas Interna, Salada y Saladita)-Salar de Atacama. Campaña 2015.....	194
Figura 5-43. Parámetros comunitarios evaluados en el Sector Puilar. Abril 2015.....	199
Figura 5-44. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%	200
Figura 5-45. Parámetros comunitarios evaluados en el Sector Soncor- Soncor: Laguna y Canal Barros Negros (BN), Laguna Chaxas (CH) y Canal Burro Muerto (BM). ABRIL 2015	202
Figura 5-46. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Soncor- Soncor, Laguna y Canal Barros Negros. ABRIL 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%.....	206
Figura 5-47. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Soncor- Soncor, Laguna Chaxas. ABRIL 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%	207
Figura 5-48. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Soncor- Soncor, Canal Burro Muerto. ABRIL 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%.....	208
Figura 5-49. Parámetros comunitarios evaluados en el Sector Aguas De Quelana. ABRIL 2015.....	210
Figura 5-50. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Aguas de Quelana, Abril 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%	213
Figura 5-51. Parámetros comunitarios evaluados en el Sector Peine. Abril 2015.....	217
Figura 5-52. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Peine Laguna Interna (PE). ABRIL 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10% ...	218

Figura 5-53. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Peine Lagunas Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%.....	219
Figura 5-54. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015.....	222
Figura 5-55. Abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas. Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%.	223
Figura 5-56. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros (BN) y Chaxas (CH) y Canales Barros Negros (BN) y Burro Muerto (BM). Abril 2015.....	226
Figura 5-57. Abundancias relativas de microalgas fitoplanctónicas Sector So cor- Soncor, Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burros Muerto. Abril 2015. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%.....	227
Figura 5-58. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el Sector Aguas de Quelana. Abril 2015.....	230
Figura 5-59. Abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas. Sector Aguas de Quelana. Abril 2015. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%.	231
Figura 5-60. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el Sector Peine: Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2015.	234
Figura 5-61. Abundancias relativas de microalgas fitoplanctónicas Sector Peine. Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2015. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%.....	235
Figura 5-62. Parámetros comunitarios evaluados en el sector Soncor-Puilar. Abril 2015.....	238
Figura 5-63. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos. Sector Soncor- Puilar. Abril 2015	239
Figura 5-64. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros (BN) y Chaxas (CH) y Canales Barros Negros (BN) y Burro Muerto (BM). ABRIL 2015...	241
Figura 5-65. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos. Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros (BN) y Chaxas (CH) y Canales Barros Negros (BN) y Burro Muerto (BM). ABRIL 2015...	242
Figura 5-66. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el Sector Aguas de Quelana. Abril 2015.....	244
Figura 5-67. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos. Sector Aguas de Quelana. ABRIL 2015.....	245
Figura 5-68. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el Sector Peine: Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). ABRIL 2015.	248
Figura 5-69. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos. Sector Peine. Abril 2014	249
Figura 5-70. Parámetros Comunitarios Del Zooplancton Evaluados en el Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015	251
Figura 5-71. Abundancias relativas de los organismos del zooplancton. Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015	252
Figura 5-72. Parámetros comunitarios del zooplancton evaluados en el Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros (BN) y Chaxas (CH) y Canales Burros Negros (BN) y Burro Muerto (BM). ABRIL 2015...	254
Figura 5-73. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos. Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Canal Burro Muerto (BM). Abril 2015.	255
Figura 5-74. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el Sector Aguas de Quelana. Abril 2015.....	257

Figura 5-75. Abundancias Relativas De Los Organismos Del Zooplancton. Sector Aguas de Quelana. Abril 2015.....	257
Figura 5-76. Parámetros comunitarios del zooplancton evaluados en el Sector Peine: Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2015.....	259
Figura 5-77. Abundancias relativas de los organismos del zooplancton. Sector Peine. Abril 2015.	260
Figura 6-1. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados.....	274
Figura 6-2. Análisis históricos de la abundancia del fitobentos Sector Soncor-Laguna Puilar.	279
Figura 6-3. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos Sector Soncor-Laguna Puilar.	279
Figura 6-4. Análisis históricos de la abundancia del fitobentos Sector Soncor- Soncor (Lagunas Barros Negros(BN) y Chaxas (CH-1) y Canales Barros Negros (BN) y Burro Muerto (BM-1)).....	280
Figura 6-5. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos Sector Soncor- Soncor (Lagunas Barros Negros (BN) y Chaxas (CH-1) y Canales Barros Negros (BN) y Burro Muerto (BM-1)).	280
Figura 6-6. Análisis históricos de la abundancia del fitobentos Sector Aguas de Quelana.....	281
Figura 6-7. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos Sector Aguas de Quelana.....	281
Figura 6-8. Análisis históricos de la abundancia del fitobentos Sector Peine (Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2)).	282
Figura 6-9. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos Sector Peine (Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2)).	282
Figura 6-10. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton Sector Puilar.....	285
Figura 6-11. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton Sector Puilar.....	285
Figura 6-12. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton Sector Soncor (Lagunas Barros Negros, Chaxas y Canal Burro Muerto).	286
Figura 6-13. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton Sector Soncor (Lagunas Barros Negros, Chaxas y Canal Burro Muerto)..	286
Figura 6-14. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton Sector Aguas de Quelana.....	287
Figura 6-15. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton Sector Aguas de Quelana.....	287
Figura 6-16. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton Sector Peine (Lagunas Interna, Saladita y Salada).	288
Figura 6-17. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton Sector Peine (Lagunas Interna, Saladita y Salada).	288
Figura 6-18. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos Sector Soncor-Laguna Puilar.	291
Figura 6-19. Análisis Históricos De La Riqueza De Taxa Del Zoobentos Sector Soncor- Laguna Puilar..	291
Figura 6-20. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto	292
Figura 6-21. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto.....	292
Figura 6-22. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos Sector Aguas de Quelana.....	293
Figura 6-23. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos Sector Aguas de Quelana.....	293
Figura 6-24. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos Sector Peine: Lagunas Interna, Salada y Saladita.....	294
Figura 6-25. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos Sector Peine: Lagunas Interna, Salada y Saladita.....	294
Figura 6-26. Análisis Históricos De La Abundancia Del Zooplancton Sector Soncor-Laguna Puilar.....	297
Figura 6-27. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton Sector Soncor-Laguna Puilar.....	297

Figura 6-28. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton Sector Soncor-Soncor Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto.	298
Figura 6-29. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton Sector Soncor-SoncoR Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto.	298
Figura 6-30. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton Sector Aguas de Quelana.	299
Figura 6-31. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton Sector Aguas de Quelana.	299
Figura 6-32. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton Sector Peine: Lagunas Interna, Salada y Saladita.	300
Figura 6-33. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton Sector Peine: Lagunas Interna, Salada y Saladita.	300
Figura 6-34. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática. Sector Soncor-Laguna Puilar. Período 2006-2015.	301
Figura 6-35. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática. Sector Soncor- Sistema Soncor. Período 2006-2015.	302
Figura 6-36. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática. Sector Aguas De Quelana. Período 2006-2015.	302
Figura 6-37. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática. Sector Peine. Período 2006-2015.	303
Figura 7-1. Análisis de los principales parámetros comunitarios del fitoplancton en los 4 sectores monitoreados.	312
Figura 7-2. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados.	316
Figura 7-3. Análisis de los principales parámetros comunitarios del zooplancton.	318
Figura 7-4. Análisis de la cobertura de vegetación acuática en los 4 sectores analizados en el salar de atacama. Campaña del 2015.	320

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I - Cartografía 2015

Anexo II - Base de datos vegetacional Borde Este 2015

Anexo III - Base de datos vegetacional Zona de conexión vegetación-acuífero 2015

Anexo IV - Base de datos florística 2015

Anexo V - Base de datos monitoreo *Prosopis flexuosa* 2015

Anexo VI - Registro Fotográfico *Prosopis flexuosa* 2015

Anexo VII - Permiso Sectorial de Captura de Animales de Especies Protegidas de Fauna Silvestre

Anexo VIII- Fotografías de fauna silvestre

Anexo IX - Estadísticas variables físico-químicas 2015

Anexo X – Estadísticas variables bióticas 2015

Anexo XI – Certificación de Laboratorios de análisis 2015

Anexo XII - Bibliografía 2015

1 — RESUMEN

El presente informe expone los resultados de la campaña N° 9 de monitoreo de los componentes bióticos y físicos comprometidos en el Plan de Seguimiento Ambiental establecido en la RCA N°226/2006.

Conforme a lo establecido en la RCA N° 226/2006 y según lo modificado en el acuerdo N° 9 de la Resolución N° 056/2008, es materia del presente informe reportar los resultados de la campaña anual de los componentes Vegetación, Flora vascular y Fauna, efectuada durante el mes de abril de 2015. Conforme a la modificación mencionada en el acuerdo N°9, las mediciones y resultados de contenido de humedad de suelo se reportan a la autoridad ambiental mediante un informe complementario.

El objetivo general del Plan de Seguimiento Ambiental es dar cuenta del estado ambiental, el funcionamiento hidrogeológico y biótico y la evolución temporal de los ecosistemas ligados a las lagunas de los Sistemas lacustre Soncor, Aguas de Quelana y Peine.

El monitoreo de la vitalidad de la vegetación de Borde Este, indicó que los distintos tipos vegetacionales monitoreados presentaron una vitalidad mayoritariamente normal (con el 65,7% del total de puntos de muestreos) y débil (26,3% del total). Al comparar este parámetro con los resultados de años anteriores se observa un aumento en los puntos de monitoreo con vitalidad débil y una disminución de puntos de monitoreo con vitalidad normal.

La evaluación del follaje verde realizada en abril del 2015, mostró que la vegetación en general presentó una mayor proporción de follaje verde respecto del observado el año anterior. Los cambios más significativos respecto de lo registrado en 2014 muestran una disminución en la proporción de plantas con follaje verde de entre 25-50% y un aumento en la proporción de plantas con follaje verde entre 50-75%.

Los resultados obtenidos en la evaluación de la fenología del Borde Este muestra que la mayor parte de las unidades muestreadas se encontraron en la fase final de crecimiento vegetativo combinado con la presencia de fructificación.

La superficie total con vegetación registrada en 2015, resultó ser 629 ha superior respecto al resultado obtenido el año anterior. El aumento principal se observó en la formación de Matorral de brea, el resto de las formaciones vegetacionales identificadas presentaron en 2015 un leve aumento en su superficie total respecto de lo registrado el año anterior, a excepción de la Pradera de grama salada la cuál disminuyó en 18,8 ha.

Los puntos de muestreo ubicados en la zona de conexión vegetación-acuífero indican que existen diferencias entre los meses de enero y abril de acuerdo a la cobertura de la vegetación registrándose en enero que los 19 puntos muestreados presentaron vegetación con cobertura sólo en los rangos 10-25% y 25-50%, mientras que los resultados en abril indicaron mayor variación presentándose un 10,5% de los puntos en cobertura de 5-10% y un 5,3% en porcentajes de 50-75%, sin embargo el mayor porcentaje se concentra en las coberturas centrales en los rangos de 10-25% y 25-50%.

En la zona de conexión el estado vital, porcentaje de follaje verde y estado fenológico de la vegetación presenta resultados similares en las mediciones realizadas en enero y abril, presentando en la mayoría

de los puntos una vitalidad débil, coberturas que se concentran en los rangos 5-25% y 25-50% y un estado fenológico correspondiente a crecimiento vegetativo combinado con fructificación.

El estado vital de los ejemplares de Algarrobos ubicados en las inmediaciones del pozo Camar 2, mostraron que un 60,5% de los ejemplares monitoreados se presentaron de muy débil a vigoroso y el porcentaje restante se encontró seco sin evidencia de follaje verde ni estructuras reproductivas. Las mediciones realizadas en 2015 muestran que los ejemplares en la categoría de vitalidad considerada normal aumentaron de 20 a 22, en tanto que el número de ejemplares con vitalidad débil se mantuvo en 16 individuos.

Respecto del follaje verde de los algarrobos, los resultados obtenidos en 2015 muestran que el número de ejemplares sin follaje verde se mantuvo con respecto a la campaña anterior de 2014 (28 individuos), los individuos con follaje menor al 5% de copa verde disminuye pasando de 5 a un individuo, en la categoría de 5-25% el número de ejemplares pasa de 9 a 7 ejemplares, en las categorías de 25-50% y 50-75% aumenta en un individuo, de 10 a 11 y 12 a 13 individuos respectivamente finalmente en la categoría de 75-100% aumenta de 7 a 11 individuos.

El análisis sobre las precipitaciones muestran que su variabilidad no reflejan un cambio importante respecto a la vitalidad ni proporción de follaje verde en los ejemplares de algarrobo bajo monitoreo.

La riqueza florística identificadas durante las prospecciones de terreno en el Borde Este del Salar de Atacama, realizadas entre 2006 a 2015 se han mostrado muy estables, con un registro un total de 34 especies vasculares dentro de toda el área.

La especie *Tessaria absinthioides* es la especie más frecuentemente observada. En los transectos realizados en general la riqueza de especies es baja, variando entre 2 y 9 especies. Las especies más frecuentes son *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata*, presentes en todos los transectos.

La caracterización química del sustrato, indica que el pH en los puntos de muestreo variaron entre las categorías ligeramente alcalino a fuertemente alcalino, registrándose mayormente en 68% de los puntos muestreados moderadamente alcalino. Los resultados indican que la flora del Borde Este del Salar de Atacama se desarrolla en un sustrato fuertemente salino, en 69 puntos (92%) se aprecia que tuvieron una salinidad superior a 6,7 dS/m.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante la novena campaña anual del Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), cuyo objetivo es evaluar el comportamiento y dinámica de la fauna terrestre y avifauna acuática asociada al Borde Este del Salar de Atacama y Sistemas Lacustres (Soncor, Aguas de Quelana y Peine), se aprecian diferencias en cuanto a la riqueza y abundancia de especies en distintos hábitats prospectados a lo largo de las distintas campañas. La revisión de la riqueza desde el año 2006 a la fecha, muestra variaciones en cuanto al número de especies de un año a otro, con el valor más bajo de especies obtenido durante el año 2010 con 25 especies, contrastando con su valor máximo alcanzado en el año 2007, registrándose 43 especies, lo que da cuenta de la dinámica comunitaria existente en este tipo de ambiente.

Los resultados del PSA realizado durante el periodo 2015, muestran una leve reducción en la riqueza general del componente fauna en relación al año 2014, con 32 y 35 especies, respectivamente. En relación a los distintos hábitats, el ambiente de Pajonal es el que presenta los mayores valores con ocho

especies, seguido por el hábitat de Brea – Cachiyuyo y el de Rica rica – Pingo pingo, con siete y seis especies, respectivamente, encontrando sólo tres especies en el ambiente Marginal de Salar.

En cuanto a las singularidades observadas, de las 32 especies detectadas durante el presente monitoreo, once se encuentran en alguna categoría de conservación, siendo tres de ellas endémicas de la Región de Antofagasta.

El análisis por grupo taxonómico, muestra para los reptiles, un aumento en la riqueza, dado principalmente por la incorporación de dos especies no registradas previamente en el área de estudio. Por otra parte, considerando las especies detectadas con anterioridad, se apreció un aumento en la abundancia promedio en comparación al monitoreo previo.

En cuanto a las aves, estas revelan una disminución en su riqueza, detectándose 23 especies en comparación a las 28 detectadas el año 2014. Pese a que las aves terrestres han mostrado bajas abundancias a lo largo de las distintas campañas de monitoreo, destaca en la presente campaña el registro de una especie no observada anteriormente: *Thinocorus rumicivorus* (perdicita).

Por su parte, la avifauna acuática en los Sistemas Lacustres prospectados, al igual que en monitoreos anteriores, se encuentra dominada por las especies de flamenco, observándose un aumento respecto al año anterior en dos de las tres especies presentes: *Phoenicoparrus andinus* (parina grande) y *Phoenicopterus chilensis* (flamenco chileno). Así mismo, se aprecia un incremento en el número de pollos de estas especies en la presente temporada. Cabe mencionar que en la presente campaña se logró avistar a la especie *Fulica cornuta* (tagüa cornuda), especie no registrada en anteriormente.

Finalmente, para mamíferos se encontraron cinco especies, entre ellas tres micromamíferos (*Abrothrix andinus*, *Eligmodontia puerulus* y *Phyllotis xanthopygus*), un micromamífero fosorial (*Ctenomys fulvus*), registrado en cuatro de los cinco sectores prospectados, y finalmente un macromamífero (*Pseudalopex culpaeus*). Adicionalmente, mediante evidencia indirecta (huellas y fecas), se constató la presencia del género *Pseudalopex* en todos los sectores visitados del área de estudio.

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.

En el Sector Soncor, Puilar el comportamiento de las variables en el eje conformado entre la vertiente (PU-1), el canal 2 (PU-2) y el canal 1 (PU-4) presentan algunos patrones interesantes de destacar (Figura 5-27 A; B; C y D). Así, la salinidad y la conductividad de la columna de agua, se presentan con una tendencia al incremento gradual 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 en del agua intersticial, se aprecia el mismo patrón que para la columna de agua, es decir un aumento gradual de los valores en el eje desde la vertiente hacia el canal 1. La estación PU-5 correspondiente a zona de afloramiento de agua, no pudo ser muestreada en la presente campaña por ausencia de lámina superficial de agua, lo que nos impide su comparación con la campaña previa.

Respecto del oxígeno disuelto en la columna de agua, no se ve un patrón de fluctuación espacial en el eje indicado, como se vio en la campaña previa. Los valores fueron levemente más bajos que la campaña 2014 y semejantes entre los sectores del eje mencionado. Los valores bajos de porcentajes de saturación de oxígeno indicarían que los aportes de oxígeno a la columna de agua, por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema, también disminuyeron. Este descenso del porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua, coincide con ausencia de cobertura de macrófitas, bajos valores de riqueza de microalgas fitoplanctónicas con dominancia de Gastropodos como parte del zoobentos en el lugar. Todo esto indica que es un sector no apto para la supervivencia de microalgas, macrófitas y diversidad de zoobentos y con un nivel alto de materia orgánica. Asimismo, los altos valores de la conductividad de los sedimentos y del agua intersticial, respecto a los valores obtenidos para la conductividad en la columna de agua, se deberían a que, 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.

Para este sector se determinaron un total de 24 taxa de diatomeas bentónicas. A diferencia de las campañas previas 2011-2014, en la presente campaña, se observó un menor número de taxa y una menor riqueza de especies en las 4 estaciones analizadas, sin embargo, valores bajos, semejantes a los de la presente campaña se observaron entre los años 2006 y 2010. Respecto de los taxa que presentaron una mayor representatividad (frecuencia y abundancia), éstas fueron: *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Amphora ehrenberg sp1*, *Coconeis placentula var euglypta*, *Cyclotella elliptica*, *Denticula kuetzingii*, *Diploneis minuta* *Diploneis var rhombica* y *Rhopalodia constricta*. En cuanto a la abundancia del fitoplancton, registrada en la presente campaña, los valores fueron notablemente más altos a lo registrado en la campaña previa (2014), siendo semejantes a los observados en las campañas 2009 y 2010. En el resto de las campañas se observan valores notablemente inferiores. La riqueza de especies por su parte, se presentó con valores más bajos que la campaña previa (2014), sin embargo, están dentro del rango de fluctuación de las campañas 2006-2013 con excepción de la campaña 2011 cuyos valores son notablemente superiores a todas las demás. Respecto del zoobentos, la estación BM-1 fue la que tuvo mayor contribución en la abundancia, con 7 taxa. Los taxa con mayor distribución y más abundante en el sistema fueron: Diptera larva de Ephydriidae, Diptera pupa Ephydriidae y Harpacticoida *Cletocamptus cecsuricensis*. En cuanto al zooplancton, en la mayoría de las estaciones el harpacticoido *Cletocamptus cecsuricensis* aportó significativamente a la abundancia total del sector. Así también, se observa que fue abundante en las estaciones PU-1 y PU-2, el ostrácodo *Darwinula stevensonii*.

En Soncor el comportamiento de las variables en el eje conformado entre el canal Burro Muerto (BM-1), la laguna Chaxas (CH-1) y la entrada y centro de la laguna (BN-2 y BN-3, respectivamente), muestra algunos patrones interesantes de destacar (Figura 5-32 A; B; C y D). Así, a diferencia de lo observado en la campaña previa, pero similar a las campañas 2012 y 2013, la salinidad mostró su valor mínimo en el canal Burro Muerto, un valor intermedio en la laguna Chaxas y los más altos valores en la laguna Barros Negros. La conductividad eléctrica del agua y de los sedimentos tuvo un comportamiento similar. En cuanto a los valores de oxígeno disuelto presentan el gradiente inverso asociado al mismo eje y por otra parte, el pH mantiene valores similares en las diferentes estaciones monitoreados en este sector. Los bajos valores de oxígeno disuelto, junto con los bajos valores de porcentaje de saturación de oxígeno, muestran que los aportes por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema siguen siendo limitados. Por otra parte, la notable oscilación interanual en los parámetros clorofila “a” del fitoplancton y del perifiton, podría coincidir con la dinámica geotérmica del lugar, afectando a las aguas que dan origen

a los sistemas lagunares y/o también, como ha sido mencionado con anterioridad, estar afecta a fenómenos climáticos de circulación mayor. Asimismo, el número de taxas de diatomeas fitobentónicas totales correspondió a 33 taxas en el conjunto de estaciones de monitoreo analizadas. Los taxa más abundantes correspondieron a: *Amphora acutiuscula*, *Amphora boliviana*, *Amphora carvajaliana*, *Cyclotella ocellata* y *Nitzschia halloyii*. En cuanto a la abundancia del fitoplancton en la presente campaña fue levemente superior, respecto de lo observado en las campañas previas, con excepción de los valores observados en la campaña 2009, la cual tuvo valores notablemente más altos que todo el resto de las campañas. La riqueza de taxas, por su parte, fue inferior al registrado en la campaña previa, aunque estuvo dentro del rango de fluctuación de todas las campañas realizadas a la fecha, con excepción de la campaña del año 2011, la cual mostró los valores más altos de todo el período. En relación con el zoobentos, la estación BM-1 fue la que tuvo mayor contribución en la abundancia, con 7 taxa. Los taxa con mayor distribución y más abundante en el sistema fueron: Diptera larva Ephydridae, Diptera pupa Ephydridae y Harpacticoida *Cletocamptus cecsurirensis*. En cuanto al zooplancton, los taxa que aportaron en forma importante con sus abundancias relativas a la abundancia total son: Harpacticoida *Cletocamptus cecsurirensis* y Anostraca *Artemia franciscana*.

En el Sector Aguas de Quelana, el comportamiento de las variables en todo el ecosistema, da cuenta de una gran heterogeneidad de hábitats, entre los que se cuentan lagunas salinas, zonas de surgencias de agua dulce, zonas de canal, zonas con alta cobertura vegetal, etc. Debido a que muchas de las estaciones de este sistema corresponden a afloramientos dinámicos de agua y que en el momento del muestreo se encontraban sin una lámina superficial de agua, es difícil establecer los gradientes que se determinaron en monitoreos anteriores. Los valores más altos de conductividad eléctrica del agua se observaron en Q-0, sin embargo, los valores de conductividad eléctrica de los sedimentos y del agua intersticial se observaron en la estación Q-1 al igual que la salinidad del agua (Figura 5-37 C y D). Por otra parte, la estación Q-0 mostró bajos valores de oxígeno disuelto y de saturación de oxígeno como ha sido históricamente. Esto, probablemente debido a la escasa vegetación acuática presente en dicho punto. Por otra parte, se determinó un total de 23 taxa de diatomeas bentónicas. Los mayores valores de abundancia total de fitobentos se registraron en la estación Q-3, correspondiente a un lugar cercano a un sector con surgencia de aguas subterráneas con mayor temperatura y los valores más altos de riqueza de especies de fitobentos se registraron en estación Q-1. Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial y abundancia, destacan la presencia de *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Amphora coffeaeformis*, *Brachysira aponina*, *Cyclotella stelligera*, *Cyclotella ocellata*, *Denticula valida*, *Diploneis smithii* var *rhombica*, *Mastogloia smithii*, *Navicula kuripanensis* y *Proschkinia bulnheimii*. En cuanto a la abundancia de fitoplancton, ésta fue similar a la registrada en campañas previas (2006- 2014) con excepción de las campañas 2009 y 2010, donde los valores registrados fueron los más altos de todo el período. En relación al zoobentos considerando todas las estaciones de monitoreo sobresale el aporte a la abundancia total, de los taxa: Gastropoda Hidrobiidae *Littoridina* sp, Diptera larva Ephydridae y Diptera pupa Ephydridae. En cuanto al zooplancton, los taxa con mayor distribución y más abundante en el sistema fueron: *Anostraca Artemia franciscana*, *Nauplius* y adultos de *Harpacticoida Cletocamptus cecsurirensis* y *Darwinula stevensoni*.

En el Sector Peine, se observó una tendencia al ascenso de la temperatura del agua, desde la estación PE-3 hacia SA-2. El pH se mantiene similar a través de todas las estaciones del sector y el oxígeno disuelto presenta su mayor valor en la estación PE-3. Estas características son similares a las observadas en la campaña previa (2014). En cuanto al porcentaje de saturación de oxígeno (Figura 5-42 B), este fue

notoriamente mayor en la laguna interna (PE-3) respecto de las lagunas salada y saladita. En cuanto a las variables conductividad eléctrica del agua y salinidad, los valores fueron, en general, más altos que en la campaña previa (Figura 5-42 C). Igualmente, en el caso de la conductividad en los sedimentos y en el agua intersticial, los valores en general se fueron más altos, del sistema en su totalidad, que en la campaña previa (Figura 5-42 D). Por otra parte, se determinó un total de 43 taxa de diatomeas bentónicas. Al igual que en campañas anteriores al 2015, este sector presentó el mayor número de taxa, entre todos los sectores analizados (Puilar, Soncor, Quelana y Peine). En relación con los taxa con mayor rango de distribución espacial, 43 especies estuvieron presente en las estaciones de monitoreo, en la presente campaña. De éstos, los que fueron más significativos en cuanto a su aporte a la abundancia total fueron: *Achnathes submarina*, *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Cyclotella ocellata*, *Navicula carvajaliana* v *carvajaliana*, *Navicula salinicola* var *boliviana* y *Nitzschia ovalis*. En cuanto a los valores de abundancia de fitobentos, los resultados de la presente campaña fueron levemente más altos que la campaña previa (2014), sin embargo, los valores estuvieron dentro del rango de variación de las campañas anteriores a excepción de las campañas 2009 y 2010 que mostraron los valores más altos de todo el período. Respecto al zoobentos, la contribución más importante a la abundancia total, correspondió a los taxa: Gastropoda Hidrobiidae Littoridina sp, Diptera pupa Ceratopogomidae, Diptera Chironomidae Paratrichocladius y Harpacticoida *Cletocamptus cecsurienis*. En cuanto al zooplancton, los taxa que tuvieron mayor distribución y más abundante en el sistema fueron: Nauplius y adultos de Harpacticoida *Cletocamptus cecsurienis*, Anostraca *Artemia franciscana* y *Secernentea Rhabditidae*.

Por último, en relación a la presencia de macrófitas en los sectores monitoreados, para la presente campaña los valores más altos fueron en el Sector Peine. El valor mínimo, se presentó en los otros 3 sectores, Puilar, Soncor y Aguas de Quelana, donde no se determinó la presencia de este tipo de organismos. Esto es similar a lo observado en la campaña 2014, sin embargo es opuesto a lo observado en la campaña 2013, donde estos sectores registraron valores altos de cobertura de macrófitas.

2 — INTRODUCCIÓN

Es materia del presente Informe exponer los resultados de la novena 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 N° 226 de la Comisión Regional del Medio¹ Ambiente II Región (RCA N° 226/2006), que aprueba ambientalmente dicho proyecto.

Conforme a lo establecido en la RCA N° 226/2006 y según lo modificado en el acuerdo N° 9² de la Resolución N° 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 2015. Se reportan además mediciones efectuadas en enero de 2015 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. Respecto de los componentes ambientales señalados, las mediciones en terreno, análisis y elaboración de informes se desarrollaron según se indica a continuación:

- Flora, vegetación y fauna: el seguimiento de éstos componentes ambientales fue desarrollado de manera íntegra por Geobiota. Los análisis de conductividad eléctrica y pH de suelo fueron realizados por el Laboratorio de agroanálisis de la Universidad Católica de Chile (Facultad de agronomía e ingeniería forestal)
- Biota acuática: Las mediciones en terreno, toma de muestras y análisis fueron desarrollados por el Laboratorio de Servicios Analíticos de la Universidad Católica del Norte (UCN) y la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

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 octava campaña de medición de la Etapa de Operación del Proyecto.

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

¹ Actualmente corresponde al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)

² Corresponde al monitoreo de la evolución de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a fin de evaluar la condición del suelo y su relación con la extracción de agua. Estas mediciones y resultados son entregados a la autoridad ambiental en un informe complementario.

3 — OBJETIVOS

El Plan de Seguimiento ambiental nace como una herramienta instrumental para el Plan de Contingencias, dado que el monitoreo de las variables que en este Plan se realizan permite establecer cuando es necesario activar o desactivar el Plan de Contingencias, en función de variables hidrogeológicas (niveles) y de los componentes receptores (Biota).

En concordancia a lo anterior el objetivo general del Plan de Seguimiento Ambiental es dar cuenta del estado ambiental, el funcionamiento hidrogeológico y biótico de los sistemas del borde este del salar y la evolución temporal de los ecosistemas ligados a las lagunas del Sistema lacustre Soncor, Aguas de Quelana y Peine, respecto del funcionamiento de los proyectos productivos que SQM desarrolla en el Salar de Atacama.

Los objetivos específicos del Plan de Seguimiento ambiental son las mediciones y monitoreo de ciertas variables ambientales que forman parte de los ecosistemas lacustres:

- Evaluar el contenido de humedad del suelo en el sector Borde Este: La medición de esta variable tiene por objeto detectar cambios en el contenido de humedad del suelo, relacionados con un potencial descenso del nivel freático ocasionado por la extracción de agua dulce de los pozos Mullay 1, Allana y Camar 2, que pudieran alterar el desarrollo de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Las mediciones y resultados respecto de éstas variables se presentan en un informe complementario al presente informe y se entrega a la autoridad ambiental por separado.
- Monitorear la Vegetación y Flora en el sector Borde Este: Este monitoreo se realiza con el objeto de detectar cambios en la cobertura vegetal del Borde Este por la ocurrencia de eventuales efectos no previstos sobre las formaciones vegetales emplazadas en este sector.
- Monitorear la Fauna: Se monitoreará la fauna presente en el Borde Este del Salar de Atacama y la fauna acuática presente en el sistema lacustre Soncor, Aguas de Quelana y Peine, con el objeto de evaluar cambios o efectos sobre las especies presentes y registradas en la Línea base del Proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”.
- Monitorear parámetros bióticos y abióticos de los ambientes lacustres en el Borde Este del Salar de Atacama: El monitoreo del medio biótico contempla realizar el seguimiento de la composición y abundancia de la flora fitobentónica, de la flora fitoplanctónica; de la fauna bentónica y de la comunidad zooplanctónica, además de la cobertura y composición de las plantas acuáticas presentes. El monitoreo del medio abiótico contempla parámetros físico-químicos de importancia limnológica, los que corresponden a temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto, Adicionalmente este monitoreo considera la medición de la temperatura y conductividad de los sedimentos

4 — MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 — Área de estudio

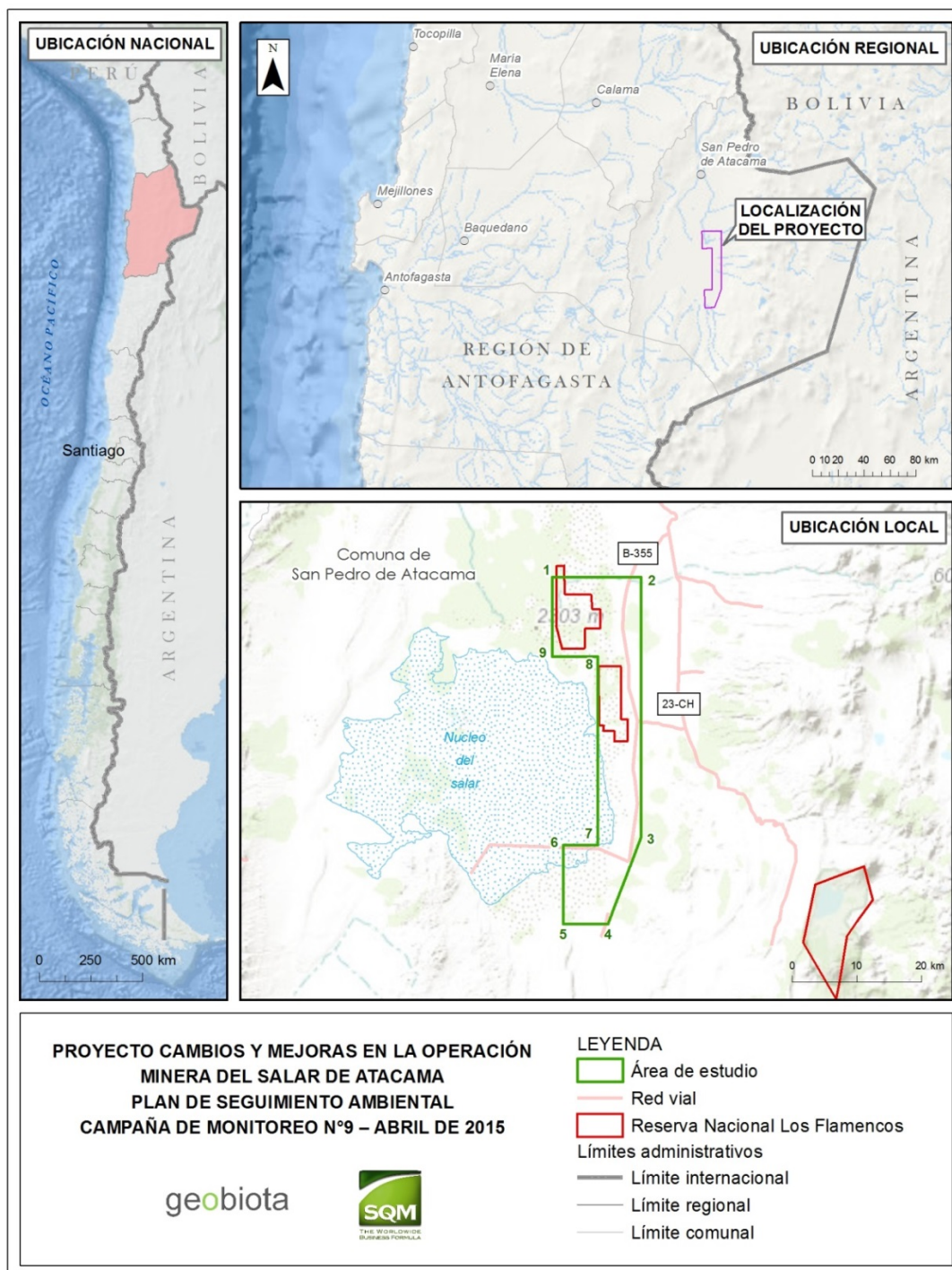
El área de estudio que contempla el Plan de seguimiento ambiental se encuentra inserto en el Salar de Atacama, en el sector delimitado por los vértices que se muestran en la Tabla 4-1 y Figura 4-1, donde se evalúan y monitorean los componentes ambientales considerados relevantes monitoreados el año 2015, los que corresponden a vegetación, flora vascular, suelo, fauna y biota acuática. Conforme a lo requerido por la Superintendencia de Medio Ambiente mediante Resolución N°223/2015, la Tabla 4-1 y Figura 4-1 presentan las coordenadas que delimitan el área de estudio, las que son expresadas en el sistema de coordenadas UTM, Datum WGS84, huso 19.

Tabla 4-1. Vértices del Área de estudio. Coordenadas UTM Huso 19S, Datum WGS84.

Vértice	Este	Norte
1	582.808,0	7.425.804,6
2	596.515,9	7.425.821,3
3	596.515,9	7.385.560,9
4	591.414,2	7.372.165,7
5	584.453,0	7.372.165,7
6	584.459,8	7.384.418,7
7	589.807,0	7.384.416,3
8	589.811,9	7.413.519,1
9	582.808,0	7.413.519,7

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-1. Ubicación de componentes bióticos objeto del Plan de Seguimiento Ambiental del Salar de Atacama.



Fuente: Elaboración propia

4.2 — Ubicación de los puntos de monitoreo

Los puntos de monitoreo son los siguientes de acuerdo al componente ambiental evaluado:

4.2.1 — Vegetación

El monitoreo de la vegetación se efectuó en el Borde Este del Salar de Atacama, en los puntos especificados en la Tabla 4-2. La caracterización de la vegetación en esos puntos se entrega en el Anexo II.

Tabla 4-2. Ubicación de los puntos de monitoreo de vegetación en el borde este del Salar de Atacama. Coordenadas UTM WGS84, 19 S.

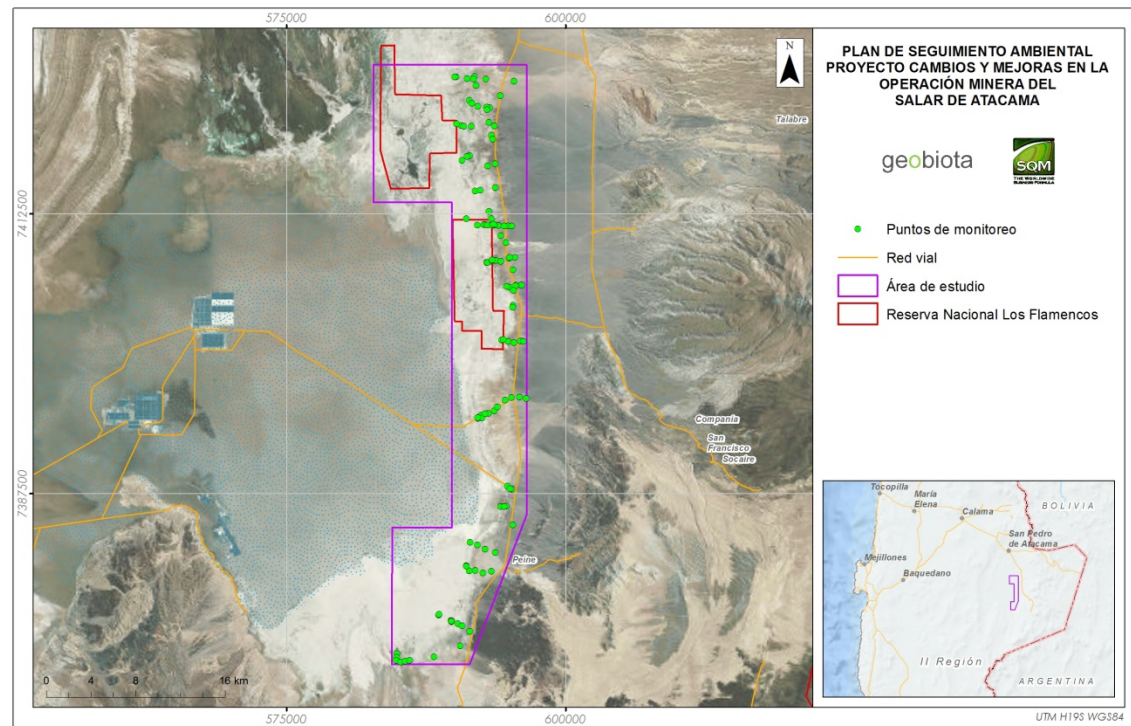
Parcela	Coordenadas este	Coordenadas norte	Parcela	Coordenada este	Coordenada norte
N-01	590.161	7.424.778	N-51	589.717	7.376.135
N-02	591.798	7.424.803	N-52	589.757	7.376.124
N-03	595.369	7.424.392	N-53	589.745	7.376.071
N-04	592.120	7.422.160	N-54	589.743	7.376.089
N-05	590.641	7.420.432	N-55	588.620	7.376.634
N-06	590.190	7.420.567	N-56	588.634	7.376.709
N-07	590.863	7.420.345	N-57	590.313	7.375.868
N-08	591.382	7.417.738	N-58	590.691	7.375.667
N-09	591.170	7.417.645	N-59	591.382	7.375.196
N-10	590.714	7.417.297	N-60	584.875	7.373.209
N-11	593.686	7.414.861	N-61	584.826	7.372.866
N-12	591.890	7.414.580	N-62	584.812	7.372.573
N-13	592.350	7.414.648	N-63	585.228	7.372.439
N-14	591.066	7.412.097	N-64	585.613	7.372.525
N-15	593.933	7.411.479	N-65	586.030	7.372.590
N-16	595.440	7.408.631	N-66	588.189	7.372.910
N-17	592.912	7.408.171	N-67	590.570	7.373.893
N-18	592.976	7.408.176	V-01	590.057	7.424.786
N-19	593.378	7.408.333	V-05	592.823	7.424.583
N-20	593.728	7.408.342	V-06	591.734	7.424.569
N-21	594.172	7.408.268	V-08	594.147	7.423.108
N-22	596.049	7.406.139	V-09	591.352	7.422.679
N-23	594.968	7.405.971	V-10	591.583	7.422.414

Tabla 4-2. Ubicación de los puntos de monitoreo de vegetación en el borde este del Salar de Atacama. Coordenadas UTM WGS84, 19 S.

Parcela	Coordenadas este	Coordenadas norte	Parcela	Coordenada este	Coordenada norte
N-24	594.707	7.406.016	V-11	593.177	7.422.022
N-25	594.244	7.401.231	V-14	593.587	7.420.397
N-26	594.825	7.401.123	V-15	591.548	7.420.360
N-27	595.339	7.401.013	V-16	593.662	7.416.988
N-28	592.133	7.394.229	V-26	592.665	7.411.549
N-29	592.275	7.394.370	V-27	592.828	7.411.539
N-30	592.431	7.394.509	V-28	593.642	7.411.533
N-31	592.488	7.394.246	V-29	592.981	7.411.522
N-32	593.595	7.394.894	V-30	593.407	7.411.508
N-33	594.548	7.395.853	V-31	592.057	7.411.506
N-34	595.130	7.396.082	V-32	594.808	7.411.461
N-35	595.838	7.396.132	V-33	594.480	7.411.460
N-36	596.454	7.396.030	V-34	595.174	7.411.457
N-37	595.174	7.387.889	V-36	594.899	7.408.547
N-38	594.765	7.388.166	V-40	593.397	7.408.407
N-39	595.001	7.387.921	V-44	595.560	7.406.139
N-40	594.658	7.386.363	V-48	594.400	7.401.258
N-41	595.232	7.384.683	V-53	595.926	7.401.167
N-42	593.690	7.382.222	V-56	596.207	7.401.116
N-43	592.745	7.382.539	V-63	593.872	7.395.243
N-44	592.063	7.382.925	V-65	593.059	7.394.688
N-45	591.439	7.383.150	V-66	592.772	7.394.651
N-46	593.325	7.380.555	V-69	592.127	7.394.296
N-47	592.567	7.380.399	V-70	594.183	7.386.339
N-48	591.362	7.380.602	V-71	594.475	7.386.324
N-49	591.087	7.381.045	V-75	591.901	7.380.615
N-50	591.103	7.380.989			

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-2. Ubicación de puntos de monitoreo de vegetación en el borde este del Salar de Atacama.



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 4-3 se presenta la ubicación de los puntos de monitoreo realizada en enero y abril del 2015, donde 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.

Tabla 4-3. Ubicación de los puntos de monitoreo de vegetación en la zona de conexión en coordenadas UTM WGS84, 19 S.

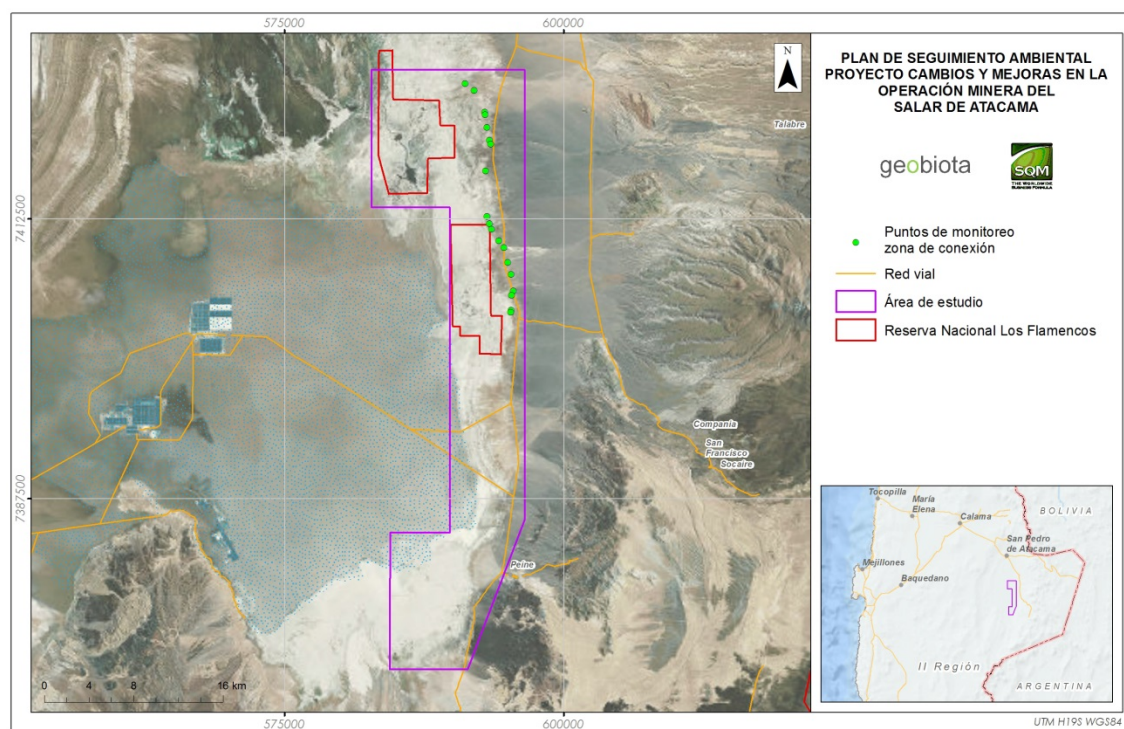
Parcela	Coordenadas este	Coordenadas norte
VA-01	591.179	7.424.641
VA-02	591.956	7.423.997
VA-03	592.911	7.422.070
VA-04	592.942	7.421.834
VA-05	593.100	7.420.694
VA-06	593.347	7.419.542
VA-07	593.455	7.419.201
VA-08	592.981	7.416.814

Tabla 4-3. Ubicación de los puntos de monitoreo de vegetación en la zona de conexión en coordenadas UTM WGS84, 19 S.

Parcela	Coordenadas este	Coordenadas norte
VA-09	593.098	7.412.731
VA-10	593.316	7.412.085
VA-11	593.540	7.411.577
VA-12	594.171	7.410.567
VA-13	594.613	7.409.968
VA-14	594.974	7.408.612
VA-15	595.268	7.407.541
VA-16	595.477	7.406.063
VA-17	595.328	7.405.678
VA-18	595.259	7.404.365
VA-19	595.253	7.404.179

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-3. Ubicación de puntos de monitoreo de vegetación en la zona de conexión.



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1 — Estado vital de ejemplares de algarrobos (*Prosopis flexuosa*) y proporción de follaje verde

Se efectuó una evaluación del estado vital y la proporción de follaje verde de los ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*) existentes en las proximidades del pozo de Camar 2 en el mes de abril de 2015, en los siguientes puntos de muestreo especificados en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4. Ubicación de los puntos de monitoreo de Algarrobos en coordenadas UTM WGS84 19S.

Numero	Punto	Coordenadas este	Coordenadas norte
Árbol 1	A-01	598.100	7.409.909
Árbol 2	A-02	598.065	7.409.914
Árbol 3	A-03	598.032	7.409.929
Árbol 4	A-04	598.066	7.409.720
Árbol 5	A-05	598.004	7.409.777
Árbol 6	A-06	597.867	7.409.701
Árbol 7	A-07	597.031	7.409.692
Árbol 8	A-08	597.052	7.409.693
Árbol 9	A-09	597.055	7.409.705
Árbol 10	A-10	597.087	7.409.700
Árbol 11	A-11	597.201	7.409.691
Árbol 12	A-12	597.223	7.409.975
Árbol 13	A-13	597.288	7.409.962
Árbol 14	A-14	597.286	7.409.993
Árbol 15	A-15	597.260	7.409.999
Árbol 16	A-16	597.582	7.409.925
Árbol 17	A-17	597.603	7.409.916
Árbol 18	A-18	597.621	7.409.920
Árbol 19	A-19	597.621	7.409.913
Árbol 20	A-20	597.627	7.409.921
Árbol 21	A-21	597.632	7.409.915
Árbol 22	A-22	597.634	7.409.921
Árbol 23	A-23	597.645	7.409.915
Árbol 24	A-24	597.649	7.409.924
Árbol 25	A-25	597.655	7.409.919
Árbol 26	A-26	597.665	7.409.923
Árbol 27	A-27	597.679	7.409.918

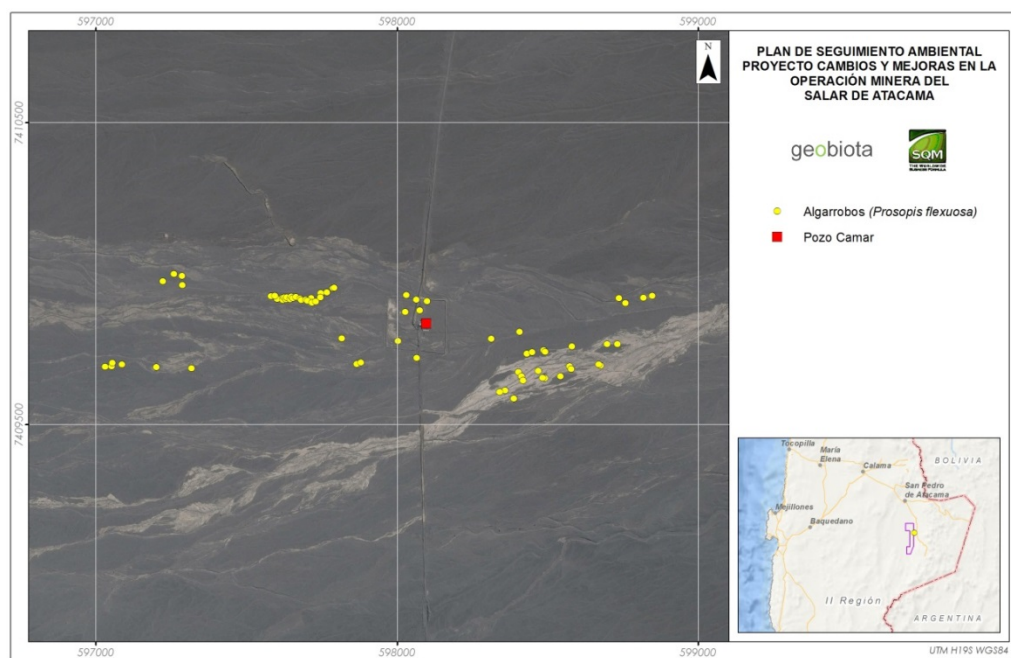
Tabla 4-4. Ubicación de los puntos de monitoreo de Algarrobos en coordenadas UTM WGS84 19S.

Numero	Punto	Coordenadas este	Coordenadas norte
Árbol 28	A-28	597.683	7.409.912
Árbol 29	A-29	597.747	7.409.936
Árbol 30	A-30	597.788	7.409.952
Árbol 31	A-31	597.792	7.409.953
Árbol 32	A-32	598.738	7.409.919
Árbol 33	A-33	598.759	7.409.902
Árbol 34	A-34	598.819	7.409.920
Árbol 35	A-35	598.848	7.409.926
Árbol 36	A-36	598.732	7.409.766
Árbol 37	A-37	598.698	7.409.766
Árbol 38	A-38	598.677	7.409.695
Árbol 39	A-39	598.670	7.409.699
Árbol 40	A-40	598.574	7.409.693
Árbol 41	A-41	598.469	7.409.677
Árbol 42	A-42	598.403	7.409.674
Árbol 43	A-43	598.432	7.409.734
Árbol 44	A-44	598.449	7.409.740
Árbol 45	A-45	598.488	7.409.746
Árbol 46	A-46	598.492	7.409.741
Árbol 47	A-47	598.581	7.409.758
Árbol 48	A-48	598.314	7.409.784
Árbol 49	A-49	598.579	7.409.683
Árbol 50	A-50	598.543	7.409.660
Árbol 51	A-51	598.491	7.409.653
Árbol 52	A-52	598.483	7.409.654
Árbol 53	A-53	598.414	7.409.660
Árbol 54	A-54	598.419	7.409.645
Árbol 55	A-55	598.388	7.409.586
Árbol 56	A-56	598.359	7.409.612
Árbol 57	A-57	598.341	7.409.607
Árbol 58	A-58	598.407	7.409.807

Tabla 4-4. Ubicación de los puntos de monitoreo de Algarrobos en coordenadas UTM WGS84 19S.

Numero	Punto	Coordenadas este	Coordenadas norte
Árbol 59	A-59	597.880	7.409.705
Árbol 60	A-60	597.318	7.409.687
Árbol 61	A-61	597.595	7.409.927
Árbol 62	A-62	597.697	7.409.914
Árbol 63	A-63	597.715	7.409.919
Árbol 64	A-64	597.703	7.409.910
Árbol 65	A-65	597.718	7.409.904
Árbol 66	A-66	597.731	7.409.907
Árbol 67	A-67	597.746	7.409.922
Árbol 68	A-68	597.767	7.409.938
Árbol 69	A-69	598.076	7.409.878
Árbol 70	A-70	598.028	7.409.873
Árbol 71	A-71	597.817	7.409.786

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-4. Ubicación de ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*) sujetos a seguimiento.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 — Flora

Para el seguimiento de la flora vascular del Borde Este del Salar de Atacama, se ha utilizado una red de puntos de muestreo permanentes ubicados en la zona con presencia de vegetación.

El diseño del muestreo consiste en un conjunto de siete transectos orientados en sentido Este-Oeste, en los que se dispone un total de 75 puntos de muestreo, ubicados sistemáticamente cada 300 m. Las coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo (UTM WGS84) se especifica en la siguiente Tabla 4-5 y Figura 4-5. Cada uno de los puntos de muestreo está compuesto por cinco parcelas de 4 m², determinando un total de 375 parcelas. Las parcelas se encuentran separadas entre sí por una distancia de 10 m, y dispuestas en forma de “X”. La disposición de las parcelas permite capturar la variación de la composición, estructura y cobertura de la vegetación que puede producirse de una temporada a otra, principalmente en el caso de las especies herbáceas.

Tabla 4-5. Ubicación de los puntos de monitoreo de flora en coordenadas UTM WGS84 19 S.

Parcela	Coordenadas este	Coordenadas norte
TF-1-01	593950	7424205
TF-1-02	593660	7424201
TF-1-03	593358	7424201
TF-1-04	593058	7424201
TF-1-05	592758	7424201
TF-1-06	592458	7424201
TF-1-07	592158	7424201
TF-1-08	591858	7424201
TF-1-09	591558	7424201
TF-1-10	591258	7424200
TF-1-11	590958	7424200
TF-1-12	590658	7424200
TF-1-13	590358	7424200
TF-1-14	590058	7424200
TF-1-15	589758	7424200
TF-1-16	589458	7424200
TF-1-17	589158	7424199
TF-1-18	588858	7424199
TF-1-FIN	588617	7424200
TF-2-01	594188	7418785
TF-2-02	593888	7418785

Tabla 4-5. Ubicación de los puntos de monitoreo de flora en coordenadas UTM WGS84 19 S.

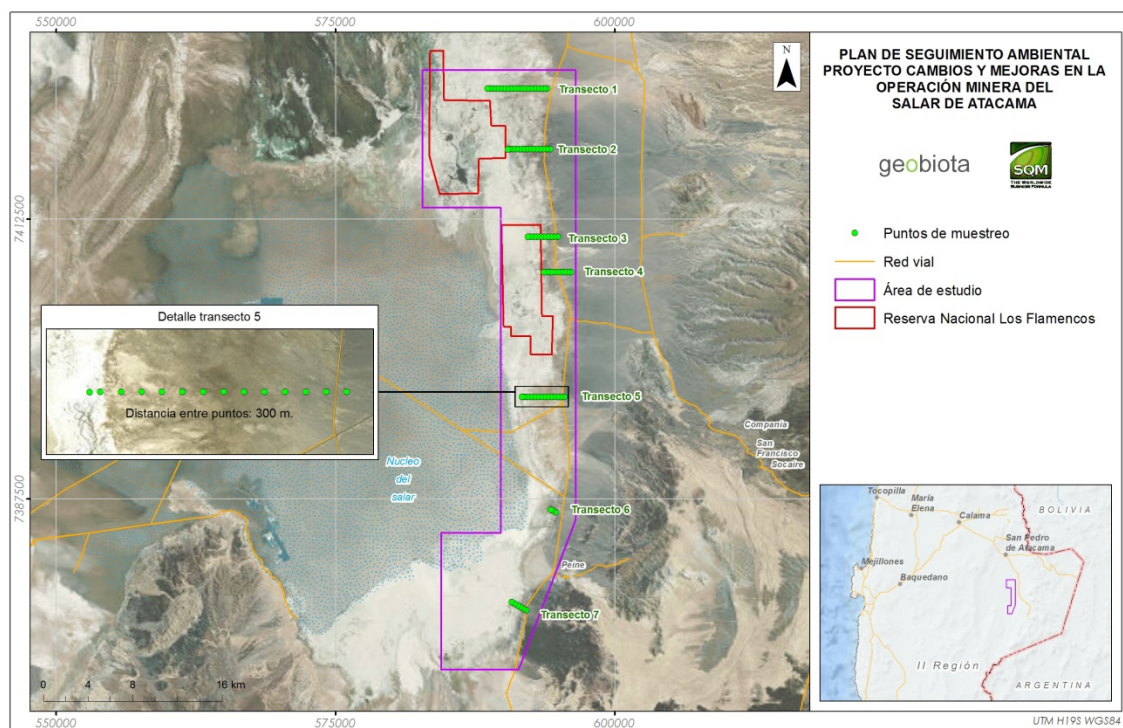
Parcela	Coordenadas este	Coordenadas norte
TF-2-03	593588	7418785
TF-2-04	593288	7418785
TF-2-05	592988	7418785
TF-2-06	592688	7418785
TF-2-07	592388	7418785
TF-2-08	592088	7418785
TF-2-09	591788	7418784
TF-2-10	591488	7418784
TF-2-11	591188	7418784
TF-2-12	590888	7418784
TF-2-13	590588	7418784
TF-2-FIN	590447	7418766
TF-3-01	594879	7410951
TF-3-02	594579	7410951
TF-3-03	594279	7410951
TF-3-04	593979	7410951
TF-3-05	593679	7410951
TF-3-06	593379	7410951
TF-3-07	593079	7410951
TF-3-08	592779	7410950
TF-3-09	592479	7410950
TF-3-FIN	592235	7410963
TF-4-01	596073	7407802
TF-4-02	595773	7407802
TF-4-03	595473	7407802
TF-4-04	595173	7407801
TF-4-05	594873	7407801
TF-4-06	594573	7407801
TF-4-07	594273	7407801
TF-4-08	593973	7407801
TF-4-FIN	593673	7407801

Tabla 4-5. Ubicación de los puntos de monitoreo de flora en coordenadas UTM WGS84 19 S.

Parcela	Coordenadas este	Coordenadas norte
TF-5-01	595468	7396646
TF-5-02	595168	7396645
TF-5-03	594868	7396645
TF-5-04	594568	7396645
TF-5-05	594268	7396645
TF-5-06	593968	7396645
TF-5-07	593668	7396644
TF-5-08	593367	7396644
TF-5-09	593067	7396644
TF-5-10	592767	7396644
TF-5-11	592467	7396644
TF-5-12	592167	7396644
TF-5-13	591867	7396644
TF-5-FIN	591707	7396639
TF-6-01	594689	7386303
TF-6-02	594429	7386453
TF-6-FIN	594283	7386540
TF-7-01	592086	7377526
TF-7-02	591826	7377676
TF-7-03	591566	7377826
TF-7-04	591306	7377975
TF-7-05	591046	7378125
TF-7-FIN	590786	7378275

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-5. Ubicación de puntos de muestreo de flora.



Fuente: Elaboración propia

4.2.3 — Fauna

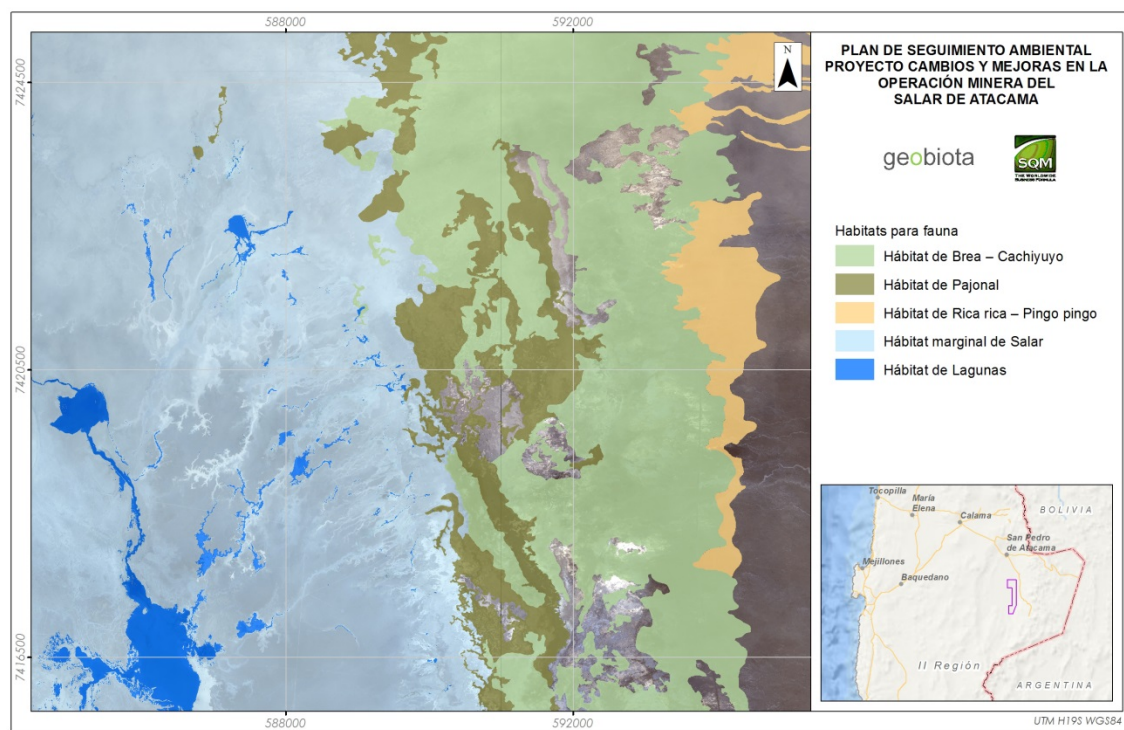
A continuación se presentan los puntos de monitoreo para el componente fauna.

Tabla 4-6. Ubicación de puntos de muestreo para la prospección de fauna terrestre en el Borde Este del Salar de Atacama. Coordenadas UTM Huso 19S Datum WGS84

Sector	Hábitat	Transecto N°	Coord. inicio RCA		Coord. fin RCA		Coord. inicio PSA 2015		Coord. fin PSA 2015	
			Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este
Vega de Carvajal	Hábitat de Rica rica - Pingo pingo	1	7.417.470	593.446	7.417.170	593.446	7.419.114	594.403	7.419.402	594.289
	Hábitat de Brea – Cachiyuyo	2	7.417.442	593.604	7.417.142	593.604	7.417.442	593.604	7.417.142	593.604
	Hábitat de Pajonal	3	7.417.741	591.552	7.417.441	591.552	7.417.741	591.552	7.417.441	591.552
	Hábitat marginal de salar	4	7.417.761	590.390	7.417.461	590.390	7.417.761	590.390	7.417.461	590.390
Cruce Camar	Hábitat de Rica rica - Pingo pingo	5	7.411.582	594.795	7.411.282	594.795	7.411.582	594.795	7.411.282	594.795
	Hábitat de Brea – Cachiyuyo	6	7.411.444	593.336	7.411.144	593.336	7.411.444	593.336	7.411.144	593.336
	Hábitat de Pajonal	7	7.411.838	592.801	7.411.538	592.801	7.411.838	592.801	7.411.538	592.801
	Hábitat marginal de salar	8	7.411.612	592.572	7.411.312	592.572	7.411.612	592.572	7.411.312	592.572
Aguas de Quelana	Hábitat de Rica rica - Pingo pingo	9	7.402.905	595.906	7.402.605	595.906	7.403.289	596.243	7.403.014	596.370
	Hábitat de Brea – Cachiyuyo	10	7.403.528	595.236	7.403.228	595.236	7.403.528	595.236	7.403.228	595.236
	Hábitat de Pajonal	11	7.403.523	594.436	7.403.223	594.436	7.403.523	594.436	7.403.223	594.436
	Hábitat marginal de salar	12	7.403.528	593.865	7.403.228	593.865	7.403.528	593.865	7.403.228	593.865
Cruce SQM	Hábitat de Rica rica - Pingo pingo	13	7.396.130	595.571	7.395.830	595.571	7.396.234	595.743	7.396.390	596.059
	Hábitat de Brea – Cachiyuyo	14	7.395.270	593.999	7.394.970	593.999	7.395.270	593.999	7.394.970	593.999
	Hábitat de Pajonal	15	7.394.176	592.019	7.393.876	592.019	7.394.176	592.019	7.393.876	592.019
	Hábitat marginal de salar	16	7.394.039	591.566	7.393.739	591.566	7.394.039	591.566	7.393.739	591.566
Laguna Interna	Hábitat de salar	17	7.383.286	585.858	7.382.986	585.858	7.383.148	586.152	7.383.264	585.962

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-6. Área de estudio para fauna terrestre y avifauna acuática para el Borde Este del Salar de Atacama

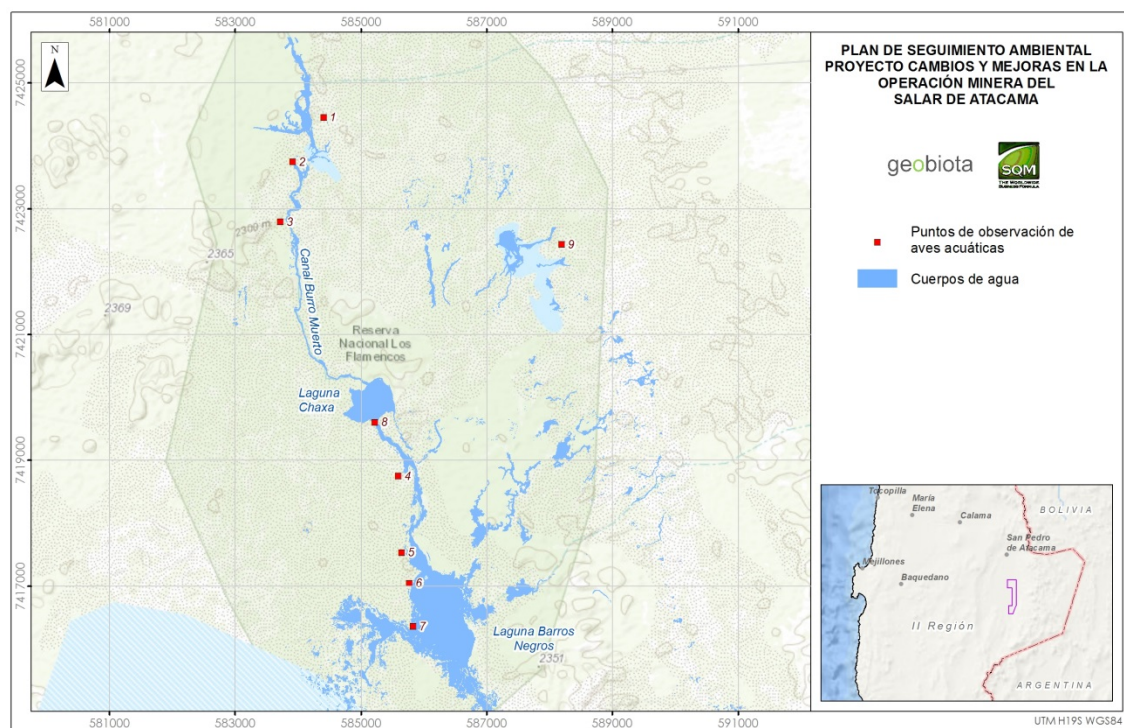


Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-7. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas en el Salar de Atacama. Coordenadas UTM Huso 19S Datum WGS84

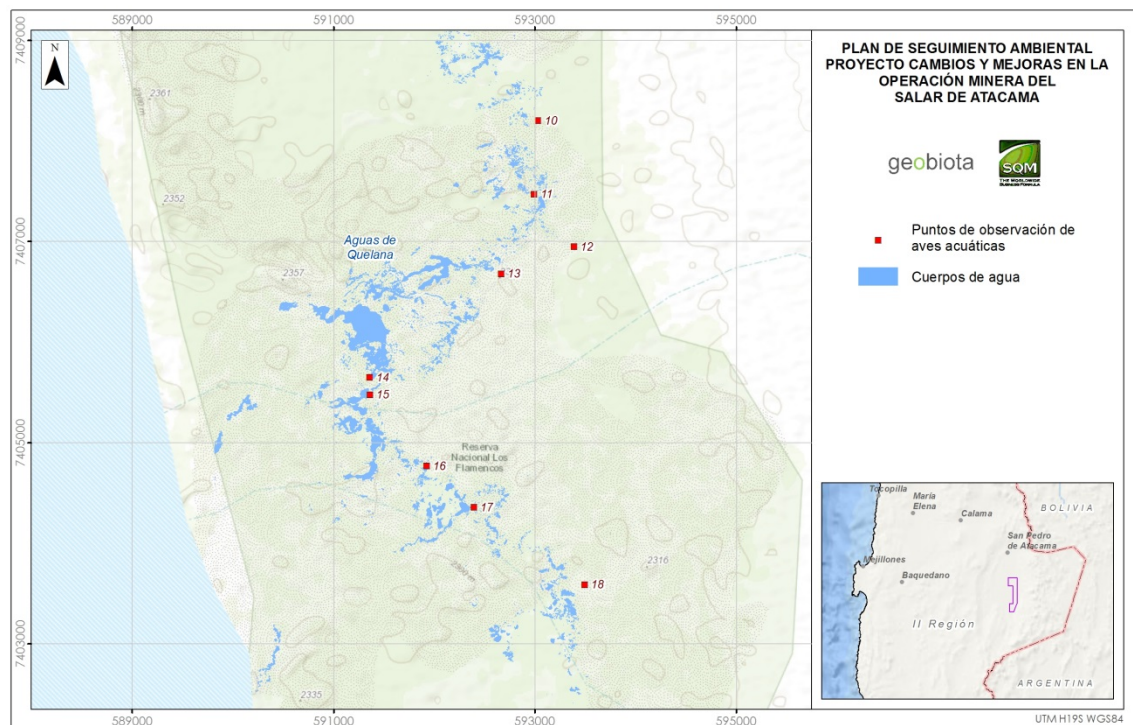
Sistema	Sector	Punto N°	Coordenadas	
			Norte	Este
Soncor	Canal Burro Muerto	1	7.424.456	584.405
		2	7.423.749	583.914
		3	7.422.793	583.717
	Canal Chaxa – Barros Negros	4	7.418.750	585.593
	Laguna Barros Negros	5	7.417.536	585.649
		6	7.417.048	585.771
		7	7.416.359	585.828
	Laguna Chaxa	8	7.419.607	585.220
	Laguna Puilar	9	7.422.435	588.193
Aguas de Quelana	Aguas de Quelana	10	7.408.202	593.032
		11	7.407.472	592.994
		12	7.406.950	593.389
		13	7.406.680	592.665
		14	7.405.651	591.360
		15	7.405.479	591.361
		16	7.404.770	591.924
		17	7.404.358	592.395
		18	7.403.591	593.496
Peine	Laguna Salada	19	7.380.813	587.562
		20	7.380.721	587.592
		21	7.380.535	587.581
	Laguna Saladita	22	7.381.486	587.101
		23	7.381.285	587.094
	Laguna Interna	24	7.382.395	586.196
		25	7.382.105	586.614

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-7. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Soncor.

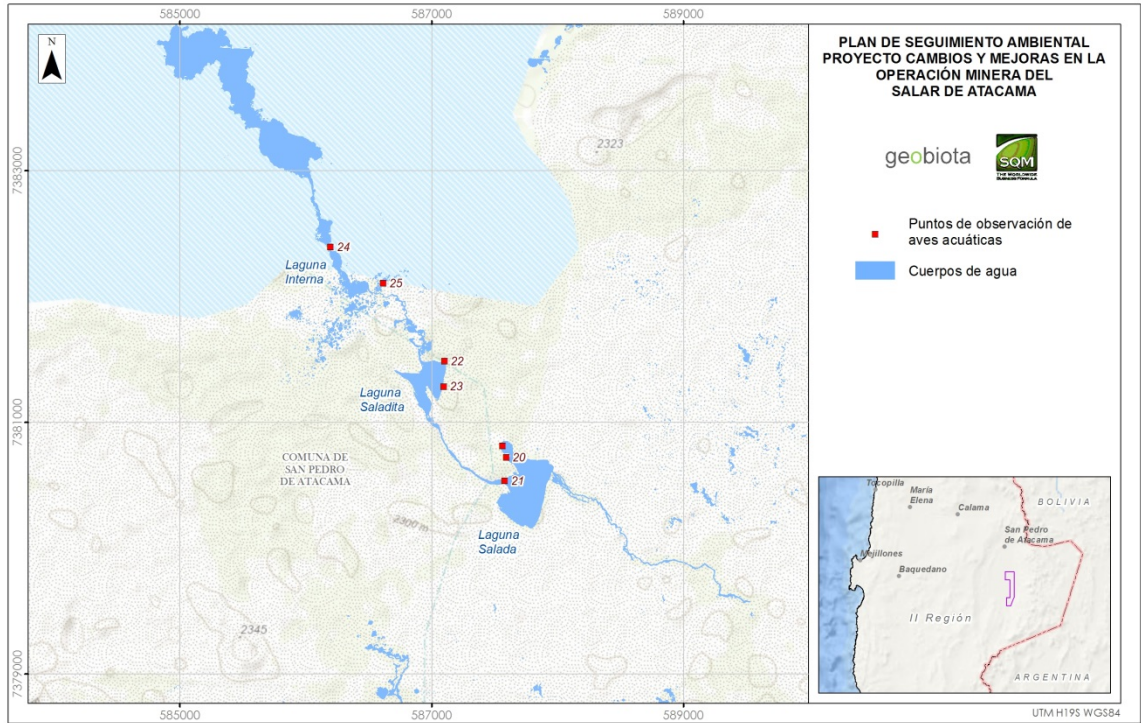
Fuente: Elaboración propia

Figura 4-8. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Aguas de Quelana.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-9. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Peine.



Fuente: Elaboración propia

4.2.4 — 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 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Tabla 4-8. Sectores evaluados en monitoreo biota acuática borde este del Salar de Atacama - campaña abril -2015. Coordenadas UTM Huso 19S, Datum WGS84.

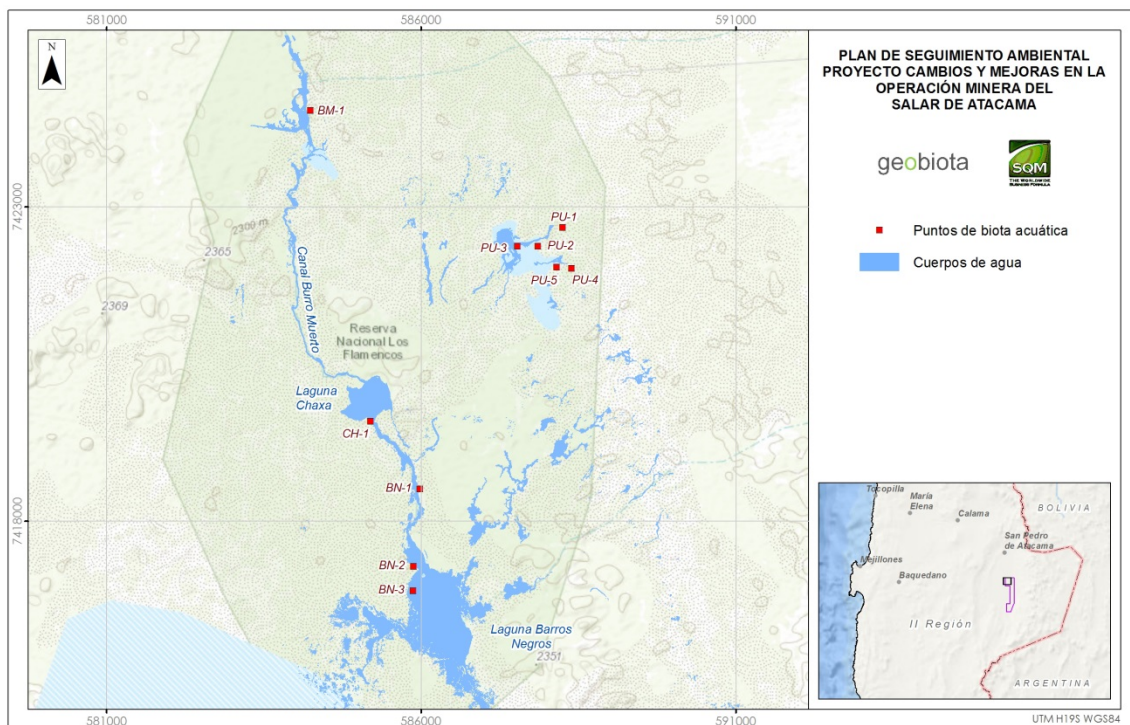
Sector	Descripción	Códigos	Este	Norte
Soncor	Puilar vertiente	PU-1	588.247	7.422.670
	Puilar canal 2	PU –2	587.856	7.422.374
	Puilar laguna 2	PU –3	587.529	7.422.377
	Puilar canal 1	PU –4	588.391	7.422.020

Tabla 4-8. Sectores evaluados en monitoreo biota acuática borde este del Salar de Atacama - campaña abril -2015. Coordenadas UTM Huso 19S, Datum WGS84.

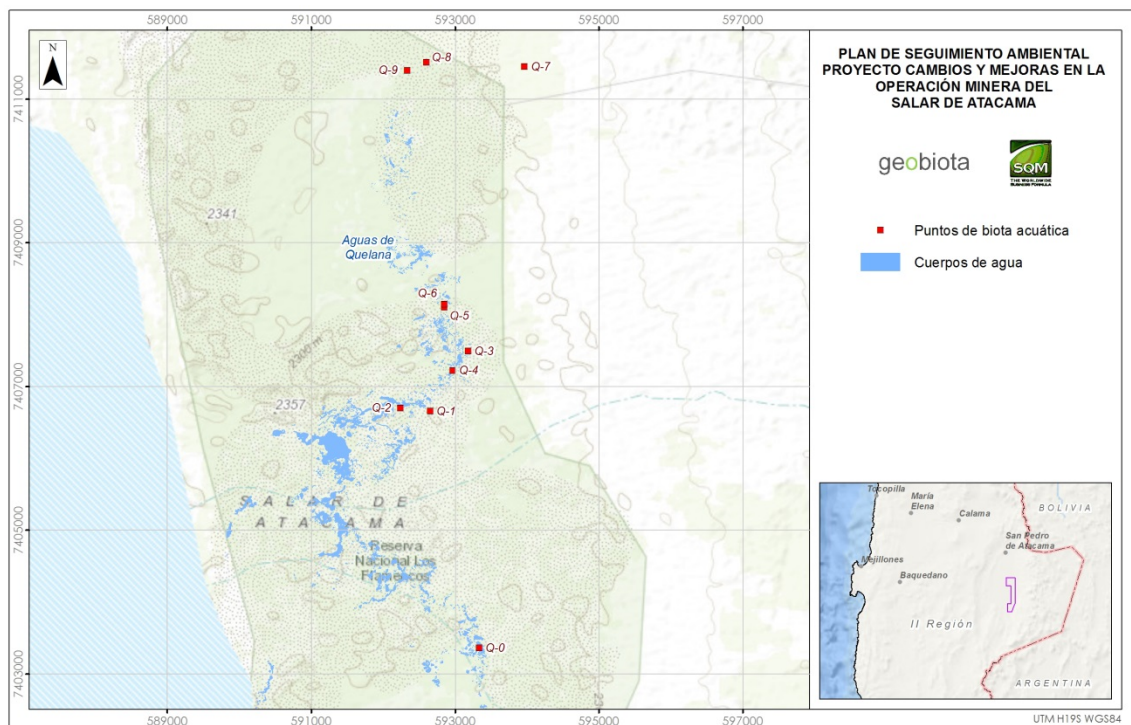
Sector	Descripción	Códigos	Este	Norte
	Puilar laguna 1	PU -5	588.151	7.422.043
	Barros Negros laguna	BN-3	585.870	7.416.897
	Barros Negros entrada laguna	BN-2	585.877	7.417.282
	Barros Negros canal	BN-1	585.982	7.418.516
	Laguna Chaxas	CH-1	585.192	7.419.591
	Canal Burro Muerto	BM-1	584.242	7.424.537
Aguas de Quelana	Quelana 0	Q-0	593.334	7.403.365
	Quelana 1	Q-1	592.653	7.406.662
	Quelana 2	Q-2	592.238	7.406.704
	Quelana 3	Q-3	593.180	7.407.494
	Quelana 4	Q-4	592.969	7.407.227
Aguas de Quelana	Quelana 5	Q-5	592.853	7.408.110
	Quelana 6	Q-6	592.853	7.408.150
	Quelana 7	Q-7	593.967	7.411.456
	Quelana 8	Q-8	592.603	7.411.513
	Quelana 9	Q-9	592.335	7.411.404
Peine	Interna	PE-1	586.422	7.381.860
		PE-2	586.161	7.381.896
		PE-3	585.910	7.381.789
	Saladita	SA-1	586.859	7.381.304
	Salada	SA-2	587.703	7.380.655

Fuente: Elaboración propia

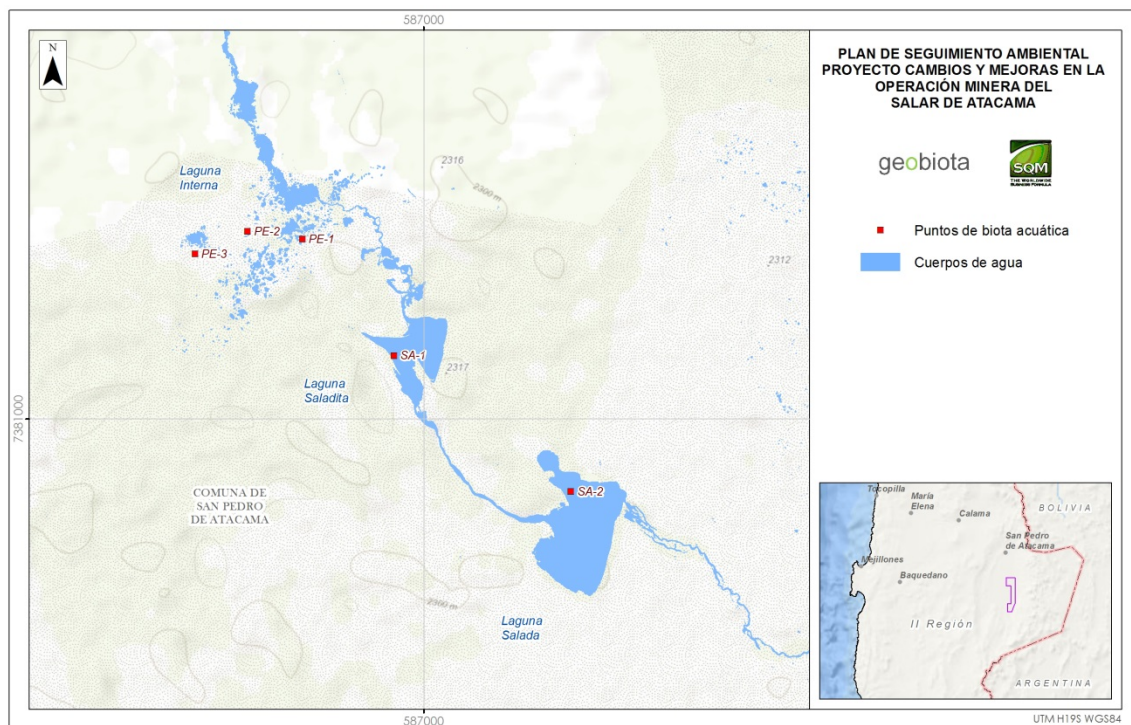
Figura 4-10. Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Soncor



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-11. Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Aguas de Quelana

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-12. Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Peine

Fuente: Elaboración propia

4.3 — Parámetros para caracterizar el estado y evolución de las variables ambientales

4.3.1 — Vegetación

El monitoreo de la vegetación se efectuó en el Borde Este del Salar de Atacama 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 el 17 de abril de 2015 en forma simultánea con los trabajos de prospección de terreno realizados entre el 21 y 30 de abril de 2015.

Este monitoreo se basa en la caracterización de la vegetación presente en 99 puntos de muestreo distribuidos en el área de estudio (Tabla 4-2) 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.

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 2015, 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 2015, se efectuaron mediciones del estado vital de los ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*) ubicados en el sector del Pozo Camar 2.

En la siguiente Tabla 4-9, se identifican las variables de medición consideradas para este componente ambiental.

4.3.2 — Flora

En cada punto de muestreo de flora se registran las especies vegetales presentes y la cobertura que presenten en la parcela. Además, en estos mismos puntos se extraen las muestras de suelo para la realización de mediciones de salinidad y pH en el sustrato en el cual se desarrollan las plantas. De forma complementaria se registran también las especies vegetales observadas entre los puntos de muestreo, para así poder completar el catálogo florístico para el área de estudio en su conjunto.

En la siguiente Tabla 4-9, se identifican las variables de medición consideradas para este componente ambiental.

4.3.3 — Fauna

En cada punto de muestreo para el componente fauna para los distintos grupos faunísticos muestreados, se registró el número de especies presentes en cada hábitat y su abundancia promedio.

4.3.4 — Biota acuática

Para la caracterización de la biota acuática se consideró el análisis por separado de parámetros del medio abiótico y del medio biótico. En relación al medio abiótico, se analizaron parámetros físico-químicos de importancia limnológica (temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto). El análisis del medio biótico contempló el estudio de fitobentos, fitoplancton, zoobentos, zooplacton y plantas acuáticas.

Tabla 4-9. Variables de medición de variables y la frecuencia de medición del PSA del Salar de Atacama de acuerdo a lo establecido en la RCA N° 226/06

Componente ambiental	Considerando RCA N°226/06	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 (<i>Prosopis flexuosa</i>) 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	Composición y abundancia de especies	Anual	Anual

Tabla 4-9. Variables de medición de variables y la frecuencia de medición del PSA del Salar de Atacama de acuerdo a lo establecido en la RCA N° 226/06

Componente ambiental	Considerando RCA N°226/06	Variables de medición	Frecuencia de medición	Frecuencia de entrega de reportes
	10.5	Parámetros físico – químicos del agua	Anual	Anual
Suelo ³	Resuelve 1.3	Propiedades físicas, químicas y biológicas	1 vez	1 vez

Los componentes ambientales destacados en negrita son reportados en el presente informe.

Fuente: Elaboración propia.

³ Se eliminó esta variable originalmente propuesta en el Resuelvo 1.3 de la RCA N°226/06 de COREMA Región de Antofagasta, según lo indicado en el acuerdo N° 9 de la Res.N°056/2008 de CONAMA Dirección Ejecutiva.

4.4 — Metodología de muestreo

4.4.1 — Vegetación

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

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

a. Georreferenciación y ecualización de bandas de la imagen satelital

En una primera etapa, se tomó una imagen WorldView II modalidad Bundle del área de interés en el mes de abril de 2015. Esta modalidad (Bundle) consiste en la toma simultánea de una imagen multispectral de 4 bandas con una resolución espacial de 2 m y una imagen pancromática (1 banda) de resolución espacial 0,6 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 WGS-84, Huso 19) en la Tabla 4-10. 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 4-10. Puntos de control de posición utilizados para georreferenciar la imagen satelital del Borde Este del Salar de Atacama.

Punto de control	Coordenadas UTM –Datum WGS84		Hito identificado en la imagen satelital
	Este	Norte	
IM01	594.529	7.424.703	Cruce camino a Chaxa
IM02	594.538	7.424.731	Cruce camino a Chaxa
IM03	589.647	7.424.656	Camino a Chaxa Letrero Chico
IM04	584.475	7.424.469	Caseta CONAF Chaxa
IM05	584.469	7.424.482	Caseta CONAF Chaxa
IM06	594.686	7.408.920	Cruce camino a Camar
IM07	595.980	7.403.582	Cruce a camino Socaire
IM08	595.300	7.396.003	Cruce camino a SQM Salar pozo P2
IM09	590.572	7.393.544	Punto marcado con malla Raschell
IM10	595.468	7.387.660	Cruce camino a SQM Salar Camino público
IM11	587.267	7.383.975	Punto marcado con malla Raschell

Tabla 4-10. Puntos de control de posición utilizados para georreferenciar la imagen satelital del Borde Este del Salar de Atacama.

Punto de control	Coordenadas UTM –Datum WGS84		Hito identificado en la imagen satelital
	Este	Norte	
IM12	591.933	7.377.394	Punto marcado con malla Raschell
IM13	589.738	7.419.421	Punto marcado con malla Raschell

Fuente: Elaboración propia.

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 georreferenciar 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, WGS-84.

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 sobre el terreno, y proporcionando una primera aproximación de la estimación de formaciones vegetacionales factibles de reconocer a simple vista.

b. 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 georreferenciada 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 vegetal 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 cercana.

c. 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 píxeles 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 roca y a 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 praderas (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 2015 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.

d. 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 (según patrones de color, grano y textura), se realizó una segmentación de la imagen satélite para toda el área de estudio. Esta segmentación consistió en la identificación de áreas sobre las cuales la cobertura de uso de suelo en homogénea, de este modo se diferenció áreas cubiertas con suelo desnudo, por cuerpos de agua y por vegetación.

Para la clasificación de las unidades vegetacionales definidas, se utilizó la información colectada en terreno en 118 puntos de muestreo para toda el área de estudio y representativos de las formaciones vegetacionales presentes en el sector, los cuales fueron establecidos mediante la RCA N°226/2006. Sobre cada punto de muestreo se realizó una descripción vegetacional, donde se determinó la cobertura de la vegetación y las especies vegetales dominantes, así también se realizaron mediciones para establecer el vigor, proporción de follaje verde y fenología de las plantas presentes. Del total de puntos de muestreo, 19 se ubicaron en la zona donde se presume la conexión del acuífero con la raíces de las plantas, los 99 puntos restantes fueron establecidos en base a la ubicación de los pozos de bombeo de agua dulce y las líneas de flujo hidrogeológicas, distribuidos sobre el Borde Este del Salar de Atacama.

La clasificación de la vegetación, se realizó en base a la información colectada en terreno la que permitió definir la formación vegetacional presente y sus especies dominantes. En una etapa posterior, la información vegetacional de las unidades cartográficas definidas, fue generalizada hacia las unidades vegetacionales no cubiertas por el muestreo, para ello se utilizó como criterio las similitudes en cuanto a color, grano y textura de las unidades vegetacionales identificadas sobre la imagen satelital. Como resultado de esta etapa se obtuvo un Mapa de la Vegetación del Borde Este de Salar de Atacama a una

escala 1:50.000, donde se muestran las Formaciones Vegetacionales presentes. Este mapa ha permitido contar con una representación de las principales formaciones vegetacionales presentes, que ha contribuido a la caracterización ambiental del lugar (Anexo I).

e. Prospección vegetacional de terreno

En forma paralela a la toma de las imágenes satelitales para el área de estudio, se efectuó durante abril de 2015 una campaña de terreno (realizada entre el 21 y 30 de abril 2015) 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 caracterización de las unidades vegetacionales, así como los criterios utilizados para la clasificación de cobertura, vitalidad, fenología y proporción de follaje verde se entregan en el Anexo II.

Dado que la campaña de terreno se realizó en forma paralela a la obtención de la imagen satelital de 2015, para la prospección vegetacional en terreno de la presente campaña, se usó como base cartográfica la imagen satelital obtenida el año anterior y los polígonos vegetacionales definidos por la segmentación realizada en 2014. Por lo anterior, la prospección de terreno permitió realizar una revisión y eventuales correcciones de las unidades generadas mediante segmentación de imágenes satelitales 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 fue útil para la verificación de unidades vegetacionales que no han quedado representadas en los puntos de monitoreo, con el propósito de mejorar representación general de la vegetación en el Mapa elaborado.

f. Clasificación de la vegetación y generalización de la información

Esta etapa consistió 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 fue una base de datos y cobertura digital de la vegetación para la totalidad del área de estudio, la que permitió representar gráficamente las abundancias y distribución de la vegetación por Tipos Vegetacionales, de acuerdo a las especies dominantes y grados de cobertura que ellos poseen.

g. Escala de trabajo

Con el propósito de elaborar un Mapa de vegetación para el área de estudio a escala 1:50.000, se definió como unidad mínima cartografiable polígonos cuya superficie fue de 5 ha. Se entenderá por unidad mínima cartografiable, a la unidad espacial de menor superficie que podrá ser representada e identificada adecuadamente en un mapa. Unidades vegetacionales más pequeñas de esa superficie fueron integradas en unidades de mayores dimensiones.

El criterio utilizado en la definición de la unidad mínima cartografiable permite garantizar una adecuada identificación y representación 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.

h. Mosaicos de vegetación

Al interior del área de estudio existen formaciones vegetacionales que se presentan en forma de parches discontinuos y que individualmente pueden cubrir una pequeña superficie. Estos parches de vegetación, conforme a la escala de trabajo y unidad mínima cartografiable definida para este estudio, no podrían ser representados en el Mapa de Vegetación. A fin de lograr una adecuada representación cartográfica de estas formaciones y dar cuenta de la particular condición ecológica en que se desarrollan, dichos parches de vegetación fueron integrados en unidades vegetacionales homogéneas de mayor tamaño, las que fueron designadas como mosaicos vegetacionales, en donde la vegetación presente se inserta en una matriz de suelo desnudo (Figura 4-13).

Figura 4-13. Vegetación en mosaico y su representación cartográfica. Ejemplo de pradera de grama salada (*Distichlis spicata*).



Fuente: Elaboración propia.

i. 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, además de la fase fenológica en la que se encontraba conforme a las siguientes categorías (Tabla 4-11):

Vitalidad**Tabla 4-11. Criterios utilizados para clasificar la vitalidad de las plantas**

Código utilizado	Descripción
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 follaje verde

Corresponde a la proporción de la planta 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 follaje verde utilizadas se indican a continuación:

Tabla 4-12. Escalas utilizadas para clasificar el follaje verde de las plantas.

Código utilizado	Follaje verde (%)
0	0%
1	<5%
2	5-25%
3	25-50%
4	50-75%
5	75-100%

Fuente: Elaboración propia

Fenología

La fenología se refiere a los fenómenos periódicos que presentan las plantas durante su ciclo de vida. Dichos fenómenos corresponden a: aparición de tallos y hojas, floración y producción de frutos y semillas. Su ocurrencia guarda relación con las condiciones ambientales tales como: temperatura, luz, humedad, etc. Las etapas fenológicas consideradas en este estudio incluyen las presentadas en la Tabla 4-13.

Tabla 4-13. Escalas utilizadas para las etapas fenológicas de las plantas.

Código utilizado	Descripción
1	Senescente
2	Crecimiento vegetativo
3	Floración
4	Fructificación

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.2 — 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 4.4.1 (h) y Tabla 4-11 del presente documento. El detalle de las descripciones vegetacionales de terreno se entregan en el Anexo III.

4.4.2 — Flora

En cada punto de muestreo se registran las especies vegetales presentes y la cobertura que presenten en la parcela. Además, en estos mismos puntos se extraen las muestras de suelo para la realización de mediciones de salinidad y pH en el sustrato en el cual se desarrollan las plantas. De forma complementaria se registran también las especies vegetales observadas entre los puntos de muestreo, para así poder completar el catálogo florístico para el área de estudio en su conjunto.

Las especies cuya identificación no fue posible en terreno, fueron colectadas y posteriormente prensadas y herborizadas. El material colectado fue determinado taxonómicamente utilizando bibliografía especializada, proceso que estuvo a cargo de la especialista botánica, Sra. María Teresa Serra V.

La nomenclatura taxonómica utilizada para la denominación de los taxa registrados, al igual que la caracterización por origen geográfico, hábito de crecimiento y distribución en Chile continental, siguen principalmente al “Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur” (Zuloaga *et al.*, 2008) en su versión en línea (<http://www.darwin.edu.ar/>).

La extracción de las muestras de suelo se realizan mediante un barreno agrológico en la zona de mayor acumulación de raíces (suelo mineral superficial). Las muestras colectadas en terreno son almacenadas en bolsas plásticas herméticas y debidamente rotuladas, para luego ser analizadas al Laboratorio de Servicios de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Allí se realizan los análisis de conductividad eléctrica en suspensión acuosa 1:2,5 y pH con solución de KCl. El tamaño de cada muestra es de 500 g aproximadamente.

4.4.3 — Fauna

4.4.3.1 — Recopilación de antecedentes y revisión bibliográfica

La información recopilada corresponde a los antecedentes de la Línea Base del EIA y los anteriores monitoreos, la que fue complementada con una búsqueda bibliográfica exhaustiva para cada grupo taxonómico, en la cual se identificaron las especies presentes en diferentes hábitat descritos para el área del proyecto.

La determinación taxonómica de los animales se efectuó, de acuerdo a lo establecido en la RCA N° 0226, utilizando la siguiente bibliografía específica:

Reptiles: Donoso-Barros (1966) y Pincheira-Donoso y Núñez (2005)

Aves: Jaramillo (2003), Johnson (1965, 1967), Martínez y González (2005) y Stotz *et al.* (1997)

Mamíferos: Mann (1978) y Muñoz y Yáñez (2000)

Adicionalmente, la información taxonómica y distribucional fue complementada con las referencias bibliográficas señaladas en la Tabla 4-14:

Tabla 4-14. Bibliografía base para fauna terrestre y avifauna acuática

Grupo	Autor(es)	Año
Anfibios	Cei J.M. Los Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile 240 pp.	1962
	Veloso A. & J. Navarro. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino 6: 481-539.	1988
	Vidal M. & A. Labra. Herpetología de Chile. Science Verlag, Santiago, Chile. xxiii + 593 pp.	2008
Reptiles	Donoso-Barros R. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile, 458 pp.	1966
	Veloso A. & J. Navarro. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino 6: 481-539.	1988
	Núñez, H. & F. Jaksic. Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 43: 63-91.	1992
	Pincheira-Donoso D. & H. Núñez. Las especies chilenas del género <i>Liolaemus</i> Wiegmann 1843 (Iguania: Tropiduridae: <i>Liolaeminae</i>). Taxonomía, sistemática y evolución. Publicación ocasional, Museo Nacional de Historia Natural (Chile)	2005

Tabla 4-14. Bibliografía base para fauna terrestre y avifauna acuática

Grupo	Autor(es)	Año
	59: 1-486.	
	Vidal M. & A. Labra. Herpetología de Chile. Science Verlag, Santiago, Chile. xxiii + 593 pp.	2008
	Johnson A.W. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Vol. I. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 398 pp.	1965
	Johnson A.W. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Vol. II. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 447 pp.	1967
Aves	Araya B. & G. Millie. Guía de Campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, Chile.	1995
	Stotz D., J. Fitzpatrick, T. Parker III & D. Moskovits. Neotropical birds, ecology and conservation. The University of Chicago Press, Chicago, 478pp.	1997
	Martínez D. & G. González. Las Aves de Chile, Nueva Guía de Campo. Ediciones del Naturalista, Santiago de Chile, 620 pp.	2004
	Jaramillo A. Aves de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España. 240 pp.	2005
	Bibby C.J., N.D. Burgess y D.A. Hill. Bird census techniques. Academic Press, London.	1992
Aves acuáticas	Espinosa L. Censo neotropical de aves acuáticas 1997. Boletín Chileno de Ornitología 5: 34-40.	1998
	Blanco D. y M. Carbonell. El censo neotropical de aves acuáticas. Los primeros 10 años: 1990-1999. Wetlands International, Buenos Aires & Ducks Unlimited, Memphis, 96pp.	2001
	López-Lanús B. y D. E. Blanco (Eds.). El censo neotropical de aves acuáticas 2004. Global Series No. 17. Wetlands International. Buenos Aires, 114pp.	2005
	Delany S. Guidelines for participants in the International Waterbird Census (IWC). Wetlands International, Wageningen, 15pp.	2005
	Osgood WH. The Mammals of Chile. Field Museum of Natural History. Zoological Series 30: 1-268.	1943
	Mann G. Clave de determinación para las especies de mamíferos silvestres de Chile. Trabajos del Centro de Investigaciones Zoológicas 4: 1-38.	1958
Mamíferos	Reise D. Clave para la determinación de los cráneos de marsupiales y roedores chilenos. Gayana Zoología. Universidad de Concepción.	1973
	Mann G. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40:1-342.	1978
	Muñoz-Pedreros, A. & J.L. Yañez (Eds.). Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia, 463pp.	2000
	Iriarte JA. Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España. 420 pp.	2008

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.2 — Caracterización y singularidades de las especies

A partir de los antecedentes obtenidos en la literatura especializada y de referencia, se estableció el origen biogeográfico y endemismo de las especies. De la misma forma, para definir prioridades para la conservación y/o restricciones en cuanto a la sensibilidad de las especies presentes en el área de estudio, se consideraron su categoría de conservación, criterios de protección según la Ley de Caza (criterios BSE) y el Índice de Riesgo para las especies detectadas (SAG, 2004).

a. Determinación del estado de conservación de las especies

Para establecer el estado de conservación de las especies de fauna, se utilizaron los listados oficiales de especies en categoría de conservación de acuerdo con los decretos: D.S. N° 151/07, D.S. N° 50/08, D.S. N° 51/08 y D.S. N° 23/09 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES); D.S. N° 33/12, D.S. N° 41/12, D.S. N° 42/12, D.S. N° 19/13, D.S. N° 13/13 y D.S. N° 52/14 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y el listado del Reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 05/98). Estas referencias contienen una clasificación de los vertebrados terrestres de Chile y sus estados de conservación por zonas del país.

Las referencias señaladas se consideran excluyentes, prevaleciendo el criterio asignado por los decretos aprobados por el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres, en adelante RCE (D.S. N° 75/05). Cuando alguna especie no se encuentra clasificada en dichos decretos, se utiliza la clasificación del Reglamento de la Ley de Caza. En forma complementaria se consultó la literatura especializada para cada grupo, según establece la “Minuta Prelación para efectos del SEIA de las clasificaciones y/o categorizaciones de las especies de flora y fauna silvestres” (CONAMA, 2008).

Las categorías de conservación consideradas corresponden a: En Peligro crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi amenazada (NT), Preocupación menor (LC) y Datos insuficientes (DD), según lo establecido en la RCE. Por su parte, para especies catalogadas según MINSEGPRES y Reglamento de la Ley de Caza, se definen: En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Rara (R), Inadecuadamente conocida (IC) y Fuera de peligro (FP).

4.4.3.2.a.1 Criterio BSE

Este criterio establecido en el Reglamento de la Ley de Caza, permite catalogar a las especies en las siguientes categorías: B= especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria, S= especie catalogada con densidades poblacionales reducidas, y E= especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (D.S. N° 05/98).

4.4.3.2.a.2 Índice de Riesgo (IR)

Con el objeto de determinar el nivel de amenaza para una especie en particular, en función de su sensibilidad ante perturbaciones, se estableció el Índice de Riesgo (IR). Este estimador permite definir prioridades de conservación y manejo en función de las características propias de cada especie, así como de particularidades ambientales en cada zona de estudio (SAG, 2004).

Para la obtención del IR se considera la sumatoria de cuatro criterios ponderados, obteniendo el grado de riesgo de cada especie según cuatro niveles cualitativos: riesgo máximo, alto, medio y bajo.

4.4.3.3 — Solicitud del Permiso Sectorial de Captura de Fauna Silvestre

En forma previa a las actividades de terreno, se obtuvo el Permiso Sectorial de Captura de Animales de Especies Protegidas de Fauna Silvestre (reptiles y micromamíferos), el cual fue autorizado por la División de Protección de Recursos Naturales Renovables (DIPROREN) del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) Región de Antofagasta, mediante la Resolución Exenta N° 178/2015, válida desde el 21 de abril de 2015 al 21 de abril de 2016, así como su rectificación en la Resolución Exenta N° 181/2015 (Anexo VII).

4.4.3.4 — Hábitat para fauna en el área de estudio

Como se establece en la RCA N° 0226 del proyecto, se han definido cinco hábitat para fauna, los que se distribuyen espacialmente de acuerdo al gradiente de humedad y salinidad existente, determinando el desarrollo de las diferentes formaciones vegetaciones del Borde Este del Salar de Atacama (Figura 4-14). A continuación se describen los hábitats identificados:

Hábitat de Rica rica – Pingo pingo. Corresponde a un matorral ralo (<10% de cobertura) de *Aloysia deserticola* – *Ephedra multiflora*, el que se desarrolla sobre laderas levemente inclinadas con sustratos arenosos de ceniza y escorias volcánicas, aprovechando las aguas superficiales provenientes del altiplano. En este hábitat, además es posible encontrar individuos de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis* y *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.

Hábitat de Brea – Cachiyuyo. Corresponde a la formación vegetal denominada Matorral de *Tessaria absinthioides* – *Atriplex atacamensis* y la formación vegetal Pradera de *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 y occidental de la franja, la cobertura disminuye a valores inferiores al 10% de recubrimiento. 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 son Rica rica (*Aloysia deserticola*), que se encuentra asociada a la presencia de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*), y Grama salada (*Distichlis spicata*) en el borde occidental de la franja de vegetación, donde se presenta en forma pura o acompañada de *Tessaria absinthioides*.

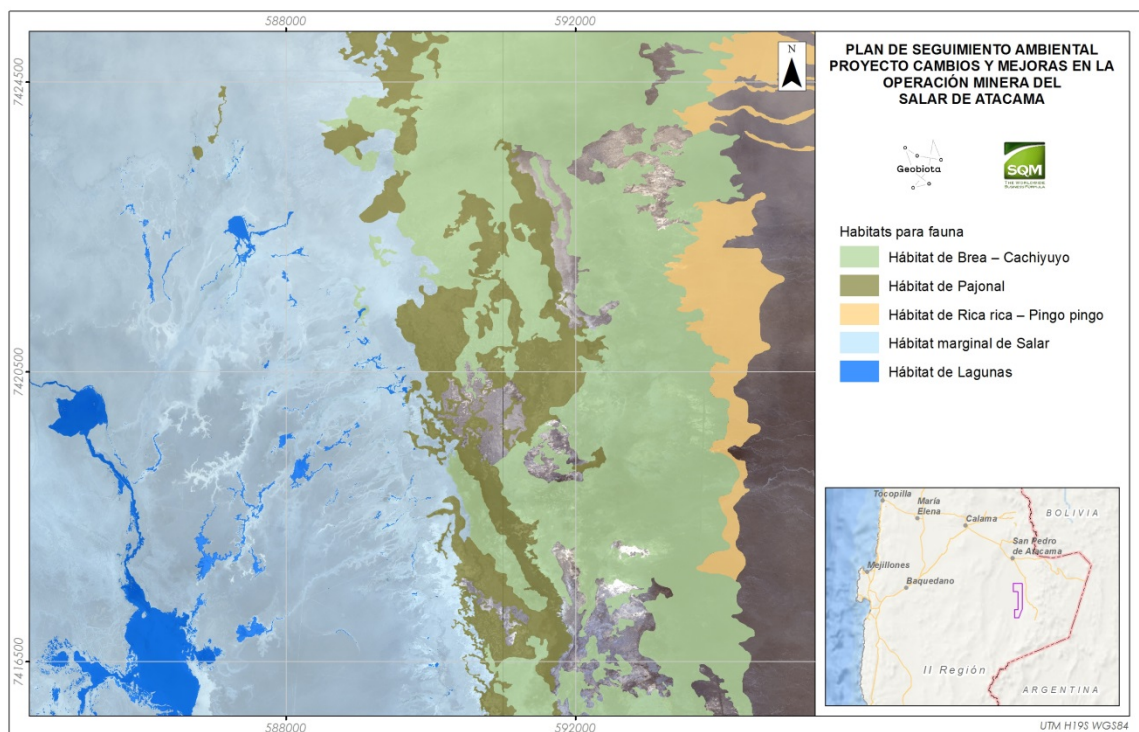
Hábitat de Pajonal. Corresponde a la formación vegetal denominada Pajonal de *Juncus balticus*, *Scirpus americanus* y *Baccharis juncea*. Se caracteriza por la presencia de formaciones higrófilas cuyas especies dominantes son *Juncus balticus*, *Scirpus americanus* y *Baccharis juncea*. Dichas formaciones 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*. Forman parte de este hábitat sectores de la Vega de Carvajal, Vega de Quelana y otras vegas de menor tamaño, ubicadas al sur de las lagunas Salada, Saladita e Interna.

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. 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 completamente seca en la superficie, de gran dureza y grosor. Presenta además un sistema de

cuerpos lacustres de agua salada de tamaño y profundidad variables. Este hábitat se encuentra totalmente desprovisto de vegetación.

Hábitat de Lagunas. Está representado por los cuerpos lacustres localizados en la Zona Marginal, a saber, Sistema Lacustre Soncor (Laguna Barros Negros, Chaxa, Puilar, Canal Burro Muerto y otros cuerpos menores); el Sistema Lacustre Aguas de Quelana y el Sistema Lacustre Peine (Lagunas Salada, Saladita e Interna y otros cuerpos menores).

Figura 4-14. Hábitat definidos para fauna terrestre del Borde Este del Salar de Atacama



Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.5 — Técnicas de muestreo por grupo faunístico

Se realizó un muestreo estratificado considerando los tipos de hábitat definidos anteriormente para fauna, utilizando metodologías específicas para la caracterización de cada grupo faunístico, y determinando los parámetros de riqueza y abundancia registradas en el Borde Este del Salar de Atacama, desde el año 2006 al 2015.

a. Reptiles

La identificación y registro de este grupo faunístico consideró prospecciones terrestres distribuidas en cinco sectores dentro del área de estudio, y en los cuales se encuentran representados los cuatro hábitat relevantes para los reptiles del área de estudio: hábitat de Rica rica – Pingo pingo; hábitat de Brea – Cachiuyo; hábitat de Pajonal y hábitat marginal de Salar (Figura 4-6).

Para evaluar la abundancia, se realizaron 17 transectos lineales en cada hábitat presente en los sectores señalados anteriormente, con excepción del sector Laguna Interna que sólo presenta el hábitat de salar (Tabla 4-6). Cada transecto, de 300 m, fue recorrido a pie una vez por día durante tres días. Para cada recorrido se registraron 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 promedio.

El registro de ejemplares, evidencia indirecta y ambientes fueron fotografiados, cuando las condiciones lo permitieron, y se establecieron sus coordenadas geográficas UTM (Universal Transversal de Mercator, Datum WGS84, Huso 19S).

b. Aves

Para el registro de avifauna y su identificación, se utilizaron dos metodologías distintas: para aves terrestres se consideró la prospección en transectos definidos en cinco sectores del Borde Este del Salar de Atacama, mientras que para las aves acuáticas, se realizaron censos en los principales Sistemas Lacustres del Salar de Atacama.

4.4.3.5.b.1 Aves terrestres

El registro de las aves terrestres consideró prospecciones en los mismos sectores y transectos definidos para los reptiles, en los cuales se encuentran representados los cuatro hábitat relevantes para avifauna en el área de estudio: hábitat de Rica rica – Pingo pingo; hábitat de Brea – Cachiuyo; hábitat de Pajonal y hábitat marginal de Salar (Figura 4-6).

La abundancia fue evaluada en 17 transectos lineales ubicados en cada hábitat de los sectores mencionados, con excepción del sector Laguna Interna que sólo presenta hábitat de Salar (Tabla 4-6). Cada transecto de 300 m fue recorrido a pie una vez por día, durante tres días y se estandarizó 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 de prospección. Sin perjuicio de lo anterior, y considerando que este método produce un sesgo en la estimación de abundancias de especies con alta movilidad y detectabilidad (i.e. aves rapaces), impidiendo su comparación con otros taxa, tales especies fueron tratadas solo como presentes o ausentes. Se registraron además los ejemplares observados fuera de los transectos (observaciones circunstanciales, realizadas anterior o posteriormente al tiempo de recorrido de cada transecto), con lo que se busca completar el catálogo de avifauna terrestre.

El registro de ejemplares, evidencia indirecta y ambientes fueron fotografiados, cuando las condiciones lo permitieron, y se establecieron sus coordenadas geográficas UTM (Universal Transversal de Mercator, Datum WGS84, Huso 19S).

4.4.3.5.b.2 Aves acuáticas

Para las aves acuáticas se efectuaron censos en los Sistemas Lacustres Soncor, Aguas de Quelana y Peine, específicamente en lugares donde se presentan hábitats relevantes para este grupo.

La metodología utilizada para el cálculo de abundancias a partir de los censos, fue la aplicada en Censos Neotropicales de Aves Acuáticas (Blanco y Carbonell, 2001; Espinosa, 1998) y en Censos

Internacionales de Aves Acuáticas (Blanco y Carbonell, 2001; Delany, 2005; Espinosa 1998; López-Lanús y Blanco, 2005). Esta metodología estándar consistió 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.

Los censos se realizaron en 25 puntos de observación (Tabla 4-7). Su distribución en el perímetro de los Sistemas Lacustres mencionados se muestran en las Figura 4-7, Figura 4-8 y Figura 4-9. En cada punto se seleccionaron estaciones de observación, las que permitieron abarcar mediante un barrido visual, toda el área de interés, manteniendo una distancia que facilitó la identificación de las especies y el conteo de los individuos sin interferir en las actividades normales de los ejemplares. Se realizaron conteos dobles repetitivos, en forma independiente, aceptándose el censo cuando la diferencia entre ambos no sobrepasó el 5%.

Las campañas de seguimiento desde el 2006 a la fecha han sido realizadas fuera de la época reproductiva, no siendo necesaria la implementación de medidas especiales para el resguardo de la nidificación y crianza de los polluelos.

Para el registro de especies y ejemplares se utilizaron binoculares Nikon de 10x50 y un trípode. Los cuerpos de agua y evidencia indirecta de avifauna acuática fueron fotografiados, y se establecieron sus coordenadas geográficas UTM (Universal Transversal de Mercator, Datum WGS84, Huso 19S).

c. Mamíferos

Para este grupo faunístico se consideró la observación directa de ejemplares y registros indirectos en los sectores de Aguas de Quelana y Vega de Carvajal. En ambos sectores se definieron tres hábitat relevantes para este grupo: hábitat de Rica rica – Pingo pingo; hábitat de Brea – Cachiyuyo y hábitat de Pajonal (Figura 4-6).

4.4.3.5.c.1 Micromamíferos

Para el estudio de roedores y marsupiales se realizó la captura de ejemplares mediante la instalación de 30 trampas de captura viva (tipo Sherman) en cada hábitat relevante, los que se ubicaron en dos sectores definidos previamente para el estudio de mamíferos (Tabla 4-6).

Las trampas Sherman fueron cebadas con avena machacada y mantenidas durante tres noches consecutivas, obteniendo un esfuerzo de captura de 270 trampas/noche por cada sector, y un esfuerzo de captura total de 540 trampas/noche para el área de estudio.

Todos los registros, evidencia indirecta y ambientes para micromamíferos fueron fotografiados, estableciendo las coordenadas geográficas UTM (Universal Transversal de Mercator, Datum WGS84, Huso 19S) para cada trampa Sherman.

4.4.3.5.c.2 Macromamíferos

Para establecer la abundancia relativa de carnívoros se implementaron estaciones de atracción olfativa, con el objeto de estimar el índice de visitas a estos lugares. Mediante cebos olfativos se atrajo a los animales hacia estaciones que permitieran registrar su presencia en base a las huellas. Para esto, cada estación olfativa fue ubicada en un superficie de tierra cernida (o arena), para registrar la impronta de cada animal (Muñoz-Pedrerros, 2008; Skewes, 2009).

Se instalaron dos estaciones olfativas en cada uno de los sectores definidos para el estudio de mamíferos: en hábitat de Rica rica - Pingo pingo y en hábitat de Brea – Cachiyuyo, dando un total de cuatro estaciones de atracción olfativa (Tabla 4-6). Dado que el hábitat de pajonal presenta una alta densidad y altura de la vegetación, no se consideró su implementación en este ambiente, considerando la dificultad de su registro.

Como índice se utilizó la proporción de visitas a cada estación por parte de macromamíferos, en función del número de estaciones en operación, expresado en porcentaje (Muñoz-Pedrerros *et al.*, 1995; Rau & Muñoz-Pedrerros, 2009). Las estaciones fueron monitoreadas durante un período de tres días. Durante las prospecciones en el Borde Este del Salar de Atacama se registraron los avistamientos directos y evidencia indirecta de carnívoros y macromamíferos (fecas, huellas, madrigueras, etc.) para determinar el uso y preferencias de hábitat del grupo.

El registro de ejemplares, estaciones de atracción, evidencia indirecta y ambientes fueron fotografiados (cuando las condiciones lo permitieron) y se establecieron sus coordenadas geográficas UTM (Universal Transversal de Mercator), Datum WGS84, Huso 19S.

4.4.4 — Biota acuática

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.

4.4.4.1 — Medio Abiótico

a. Parámetros físicos y químicos del agua

4.4.4.1.a.1 Toma de muestras de aguas

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

4.4.4.1.a.2 Parámetros de in situ

Se midieron in situ parámetros físico-químicos de importancia limnológica (temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto), mediante el uso de una sonda multiparamétrica WTW (Figura 4-15).

4.4.4.2 — Medio Biótico

a. Fitobentos

La estimación de la composición y abundancia de la flora fitobentónica (epipelica y epilítica) se realizó mediante el estudio de diatomeas. Para cumplir con este objetivo, las muestras se obtuvieron extrayendo dos cores de cada estación mediante un saca testigos de Plexiglass (diámetro 0,9 cm, Figura 4-15). El método de análisis consistió en obtener alícuotas de testigos provenientes de la comunidad bentónica, posteriormente se realizaron preparaciones para microscopía óptica las que se examinaron bajo el microscopio, clasificando y contando la totalidad de los organismos presentes (Wetzel & Likens, 1991). En este análisis sólo se consideraron los individuos vivos (con cloroplastos o remanentes).

b. Fitoplancton

Se obtuvieron muestras integrales para la flora fitoplanctónica tomadas con una red Nannsen, dotada con una malla de 60 Pm (Figura 4-15).

Se tomaron muestras representativas de cada estación de muestreo. El volumen filtrado en litros se estimó en cada ocasión. El agua colectada fue traspasada a botellas de vidrio y fijadas con solución lugol y formalina. El análisis consistió en extracción de alícuotas de las muestras para obtener preparaciones microscópicas, las que fueron evaluadas respecto de su riqueza y abundancia de las microalgas presentes (Wetzel & Likens 1991).

c. Zoobentos

La estimación de la composición y abundancia de la fauna bentónica se realizó mediante el recuento directo por grupo de organismos. Esto se midió en muestras aleatorias por estación obtenidas con un core de 39,6 cm² (Figura 4-15) las que fueron preservadas con formalina al 4%. Cada muestra fue cernida a través de un juego de tamices con abertura de malla de 0,5 mm y 0,25 mm, respectivamente. La fauna retenida fue identificada hasta el nivel taxonómico más específico posible. El método de análisis consistió en examinar las muestras bajo la lupa, separando la totalidad de los organismos, clasificándolos y contándolos. La clasificación de los organismos se realizó en base a los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto & Tell (1995), Merrit & Cummins (1996), Pennak (1991), Fernández & Domínguez (2001). A partir de esta información, se aplicó el índice de diversidad biológica de Shannon-Wiener.

d. Zooplacton

La estimación de la composición y abundancia de la comunidad zooplanctónica se realizó obteniendo muestras representativas del zooplacton, la colecta de organismos se realizó con una red Nannsen dotada con una malla N 10 (110 Pm, Figura 4-15), el volumen de agua filtrado en la obtención de las muestras se anotó en cada ocasión, las muestras fueron preservadas con formalina al 10%. Posteriormente, en el laboratorio se obtuvieron alícuotas de las muestras con una pipeta Hensen-Stempel y se contaron e identificaron los taxa en una cámara BOGOROW. La clasificación de los organismos del zooplacton se realizó de acuerdo a Araya & Zuñiga (1985) y Pennak (1989).

e. Plantas acuáticas

Este componente biológico fue encontrado exclusivamente en el sector de Aguas de Quelana. En este sector se tomaron muestras de las plantas acuáticas presentes (Figura 4-15). Las muestras de plantas acuáticas fueron prensadas, secadas y transportadas al laboratorio del CEA Ltda. Se identificaron, utilizando la bibliografía disponible en la biblioteca del CEA Ltda. La identificación de las plantas acuáticas se realizó en base a la bibliografía disponible: Muñoz 1966, Pereira & Parra (1984), Ramírez et al (1982), Ramírez & San Martín (s/f), Gutiérrez & Armesto (1975). La cobertura de las distintas especies se estimó visualmente de acuerdo a una modificación del protocolo 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.

4.5 — Materiales y equipos utilizados

4.5.1 — Vegetación

Para el registro de la información de vegetación se utilizaron equipos GPS cartográficos (marca Trimble modelo Nomad), cámaras fotográficas y formularios impresos para el registro de información en terreno.

4.5.2 — Flora

Para el registro de la información de flora se utilizaron equipos GPS cartográficos, cámaras fotográficas y formularios impresos para el registro de información en terreno. La extracción de las muestras de suelo se realizan mediante un barreno agrológico en la zona de mayor acumulación de raíces (suelo mineral superficial). Las muestras colectadas en terreno son almacenadas en bolsas plásticas herméticas y debidamente rotuladas.

4.5.3 — Fauna

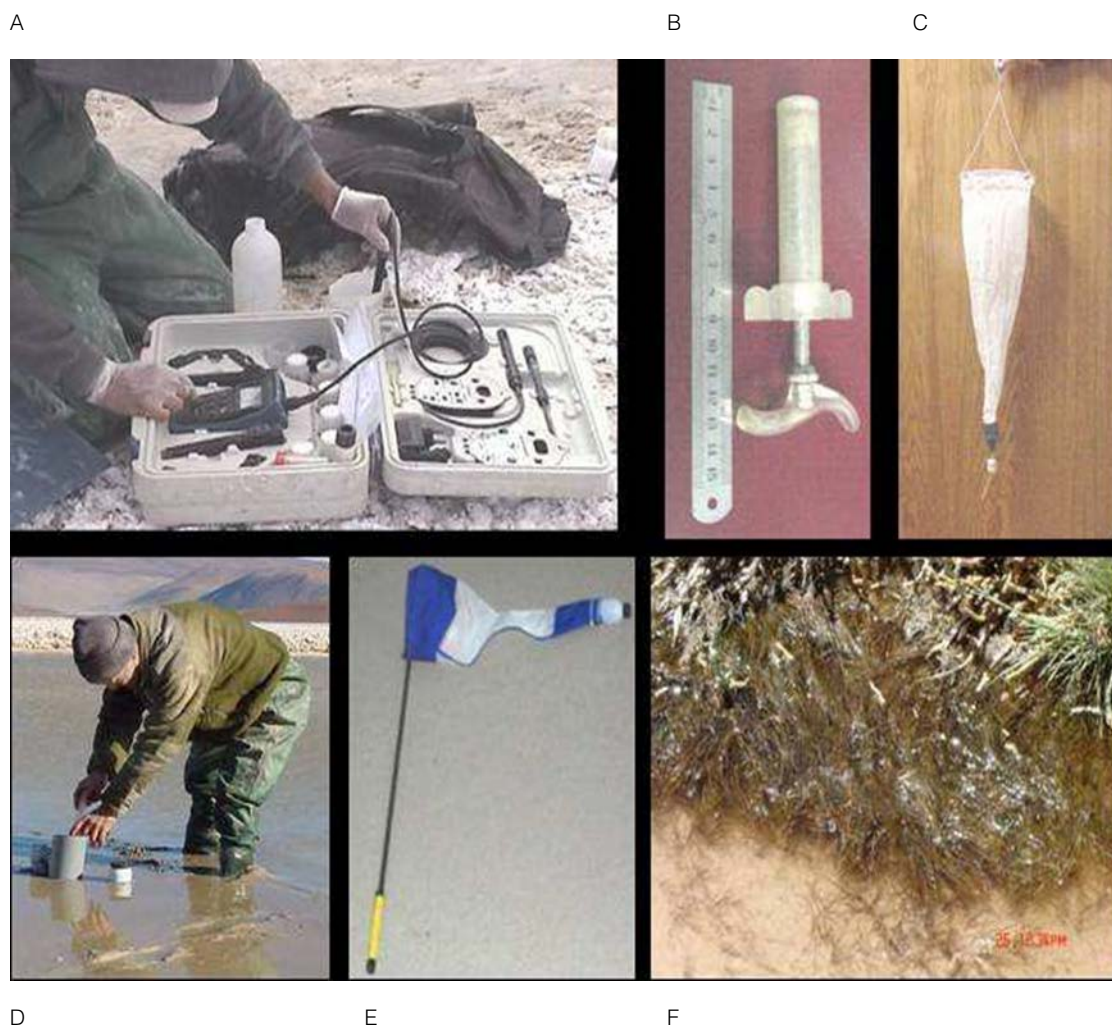
Para el levantamiento de la información y caracterización del componente fauna, se utilizaron los siguientes equipos: dos cámaras fotográficas Canon SX50, una cámara fotográfica Canon D30, binoculares Nikon de 10x50, un GPS cartográfico marca Trimble modelo Nomad, y dos GPS marca Garmin modelo *eTrex*.

En cuanto a los materiales utilizados en terreno, estos fueron: un trípode, guías de campo y libreta de apuntes específicas por grupo taxonómico. Para el caso de micromamíferos, se utilizaron trampas de captura viva tipo Sherman (90), y para implementación de estaciones de atracción olfativa para macromamíferos (i.e. trampas huella), se usaron materiales como harnero, pala y brochas.

4.5.4 — Biota acuática

En cuanto a los instrumentos utilizados en el monitoreo de biota acuática, estos se señalan en la Figura 4-15, a continuación:

Figura 4-15. Instrumentos de muestreo monitoreo biota acuática



Fuente: Elaboración propia

A: Toma en terreno de parámetros físicos y químicos in situ

B: Muestreador de Fitobentos

C: Muestreador de Fitoplancton

D: Muestreador de Zoobentos

E: Muestreador de Zooplancton

F: Cobertura plantas acuáticas

4.6 — Fechas de muestreo de cada parámetro.

El monitoreo de los parámetros de los distintos componentes ambientales se realizaron en abril del 2015, entre los días 22 y 30.

Adicionalmente entre los días 26 y 28 en el mes de enero del 2015 se realizó la 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.

5 — RESULTADOS

5.1 — Vegetación

En esta sección se exponen los resultados del monitoreo de la vegetación realizado durante enero y abril de 2015, el que incluye:

- Vegetación del Borde Este del Salar de Atacama (Sección 5.1.1)
- Vegetación en la zona de conexión (Sección 5.1.2)
- Evaluación del estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*), ubicados en el área del pozo Camar 2 (Sección 5.1.3)

5.1.1 — Vegetación del Borde Este del Salar de Atacama

5.1.1.1 — Antecedentes

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

- Matorral de Rica rica – Pingo pingo (*Acantholippia deserticola* – *Ephedra multiflora*)
- Matorral de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*)
- Matorral de Brea - Cachiyuyo (*Tessaria absinthioides* – *Atriplex atacamensis*)
- Pradera de Grama Salada (*Distichlis spicata*)
- Pajonal de *Juncus balticus*, *Schoenoplectus 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, Brea (*Tessaria absinthioides*) y Grama Salada (*Distichlis spicata*), pierden su biomasa aérea durante el periodo invernal, presentándose su follaje completamente seco (Figura 5-1). 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*, *Schoenoplectus 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 5-1. 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



Fuente: Elaboración propia.

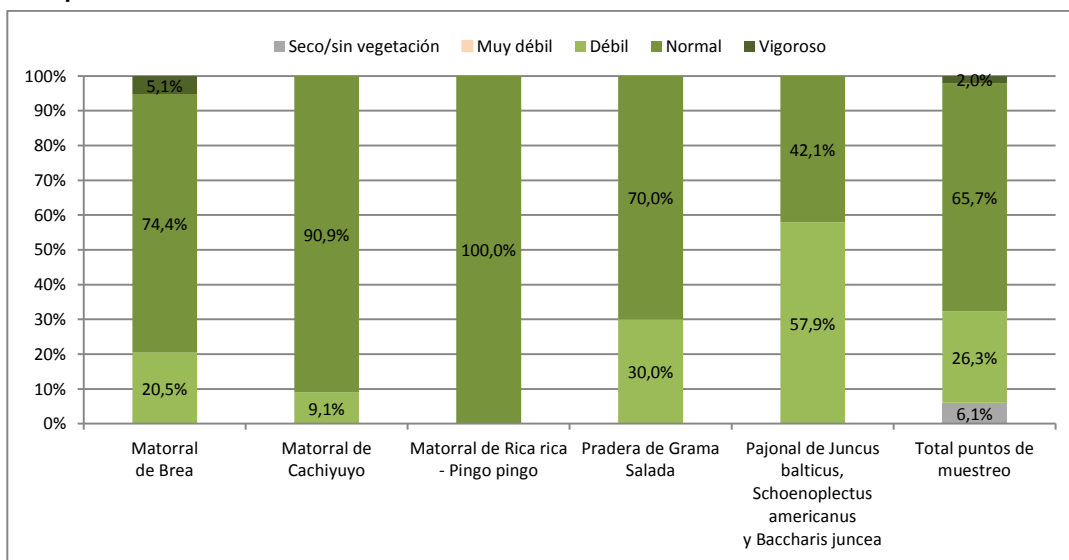
En consideración a lo anteriormente expuesto, el PSA Biótico del Salar de Atacama contempla evaluaciones anuales de la vegetación en el mes de abril, a fin de detectar cambios en la distribución, abundancia y vitalidad de la vegetación al final del periodo de crecimiento vegetativo de cada temporada.

5.1.1.2 — Estado vital de la vegetación del Borde Este

El monitoreo de la vitalidad de la vegetación en el Borde Este del Salar de Atacama, se basó en el seguimiento realizado sobre 99 puntos distribuidos sobre las formaciones vegetacionales de ésta área. Del total de observaciones realizadas en abril de 2015, 48,5% (48 puntos de muestreo) presentaron una vitalidad débil, un 38,4 % (38 puntos de muestreo) mostraron una vitalidad normal y un 8,1% mostró una

vitalidad muy débil. El 5,1% restante de las observaciones (5 puntos de muestreo) correspondieron a zonas sin vegetación (Figura 5-2).

Figura 5-2. Vitalidad de las formaciones vegetacionales en el Borde este del Salar de Atacama. Campaña 2015.



Fuente: Elaboración propia

Conforme se muestra en la Figura 5-2, el monitoreo realizado durante 2015, la vitalidad de las formaciones vegetacionales del Borde Este del Salar de Atacama mostraron diferentes proporciones de las categorías muy débil, débil y normal. Dentro de las formaciones dominadas por arbustos, los matorrales de brea, presentaron mayoritariamente una vitalidad normal, lo que se verificó en 29 de los 39 puntos de monitoreo (74,4%), en ocho puntos se presenta una vitalidad débil (20,5%) y en dos se presenta una vitalidad vigorosa (5,1%). Los matorrales de cachiuyuyo, mostraron que 10 de 11 registros (90,9%) presentaron una vitalidad normal en tanto que el punto de monitoreo restante mostró una vitalidad débil (9,1%). La totalidad de observaciones registradas en los matorrales de rica rica – pingo-pingo mostraron vitalidad normal (4 registros).

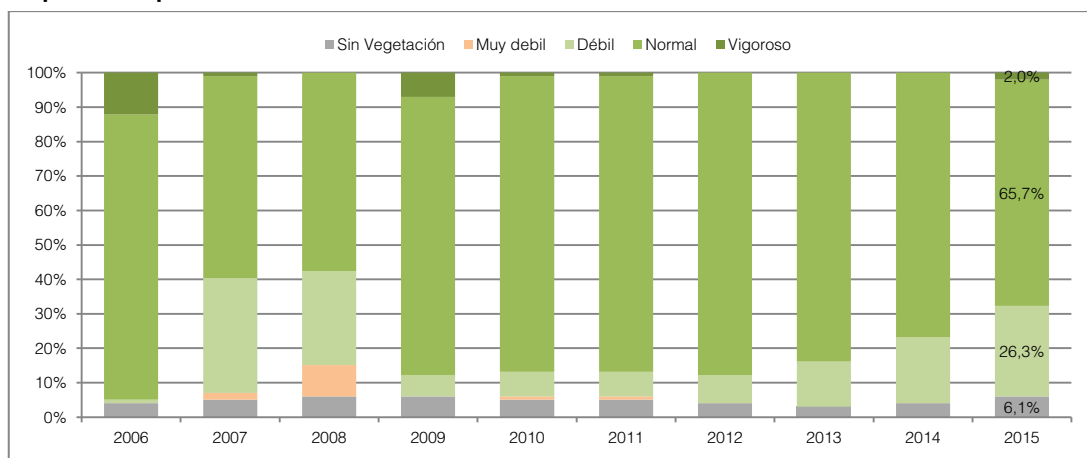
Las formaciones dominadas por especies herbáceas, en tanto sólo presentaron vitalidad normal o débil. La Praderas de Grama salada presento en 14 de 20 registros (70%) una vitalidad normal en tanto que los 7 registros restantes para esta formación vegetal (30%) mostraron una vitalidad débil. Para los Pajonales de *Juncus balticus*, *Schoenoplectus americanus* y *Baccharis juncea*, la proporción de observaciones en la categoría de vitalidad débil alcanzó el 57,9% (11 puntos de muestreo) en tanto el 42,1% (8 puntos de muestreo) presentaron una vitalidad normal.

La evolución temporal de la vitalidad de la vegetación del Borde Este entre las diferentes temporadas de mediciones entre 2006 y 2015 se muestra en la Figura 5-3. Los resultados obtenidos en abril de 2015 registró una disminución en la categoría vitalidad normal, un aumento del número de observaciones en la categoría débil con respecto a lo observado el 2014, es así como en el 2015 la categoría de vitalidad “normal” alcanzó el 65,7% (65 de 99 puntos de monitoreo) en relación al 76,8% (76 puntos de monitoreo) registrado en las mediciones de 2014. Esta dinámica ha sido observada antes durante el periodo de

monitoreo, así en el año 2007 y 2008 fue donde se ha registrado la mayor proporción de puntos de monitoreo con vitalidad débil, como se muestra en la Figura 5-3 y Tabla 5-1.

Los principales cambios observados en la vitalidad de la vegetación entre 2014 y 2015, se explican por la mayor proporción de puntos de monitoreo donde se registró vitalidad débil, en formaciones de matorrales de Brea y pajonal de *Juncus balticus*, *Schoenoplectus americanus* y *Baccharis juncea*, conforme se ha señalado en párrafos precedentes y en la Tabla 5-1.

Figura 5-3. Categorías de vitalidad de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Evolución temporal campañas 2006-2015.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-1. Frecuencia de puntos de muestreo de vegetación en categorías de vitalidad del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.

Categoría de vitalidad	Año de monitoreo	Formación vegetacional						Total Puntos muestreo
		Matorral de Brea	Matorral de Cachiyuyo	Matorral de Rica rica - Pingo pingo	Pradera de Grama Salada	Pajonal de Juncus balticus, Schoenoplectus americanus y Baccharis juncea	Sin Vegetación o con Vegetación escasa	
Seco o sin vegetación	2006	-	-	-	-	-	4	4
	2007	-	-	-	-	-	5	
	2008	-	1	-	-	-	5	6
	2009	-	-	1	-	-	5	6
	2010	-	-	-	-	-	5	5
	2011	-	-	-	-	-	5	5
	2012	-	-	-	-	1	3	4
	2013	-	-	-	-	-	3	3
	2014	-	-	-	-	-	4	4
	2015	-	-	-	-	-	6	6
Muy débil	2006	-	-	-	-	-	-	-
	2007	-	-	1	-	1	-	2
	2008	5	2	-	1	1	-	9
	2009	-	-	-	-	-	-	-
	2010	-	-	-	1	-	-	1
	2011	-	-	-	1	-	-	1
	2012	-	-	-	-	-	-	0
	2013	-	-	-	-	-	-	0
	2014	-	-	-	-	-	-	0
	2015	8	-	-	-	-	-	8
Débil	2006	-	-	-	1	-	-	1

Tabla 5-1. Frecuencia de puntos de muestreo de vegetación en categorías de vitalidad del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.

Categoría de vitalidad	Año de monitoreo	Formación vegetacional						Total Puntos muestreo
		Matorral de Brea	Matorral de Cachiyuyo	Matorral de Rica rica - Pingo pingo	Pradera de Grama Salada	Pajonal de Juncus balticus, Schoenoplectus americanus y Baccharis juncea	Sin Vegetación o con Vegetación escasa	
	2007	12	3	2	7	9	-	33
	2008	19	3	1	3	1	-	27
	2009	4	-	-	2	-	-	6
	2010	4	-	1	1	1	-	7
	2011	7	-	-	-	-	-	7
	2012	4	-	1	1	2	-	8
	2013	6	-	-	3	4	-	13
	2014	1	-	1	9	7	1	19
	2015	29	1		6	11	-	48
Normal	2006	40	6	7	13	16	-	82
	2007	30	4	4	9	11	-	58
	2008	19	1	6	9	22	-	57
	2009	35	7	5	14	19	-	80
	2010	39	8	4	11	23	-	85
	2011	38	7	4	13	23	-	85
	2012	39	7	5	15	21	-	87
	2013	38	7	6	11	19	2	83
	2014	42	10	2	8	12	2	76
	2015	2	10	4	14	8		38
Vigoroso	2006	4	1	-	4	3	-	12
	2007	1	-	-	-	-	-	1

Tabla 5-1. Frecuencia de puntos de muestreo de vegetación en categorías de vitalidad del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.

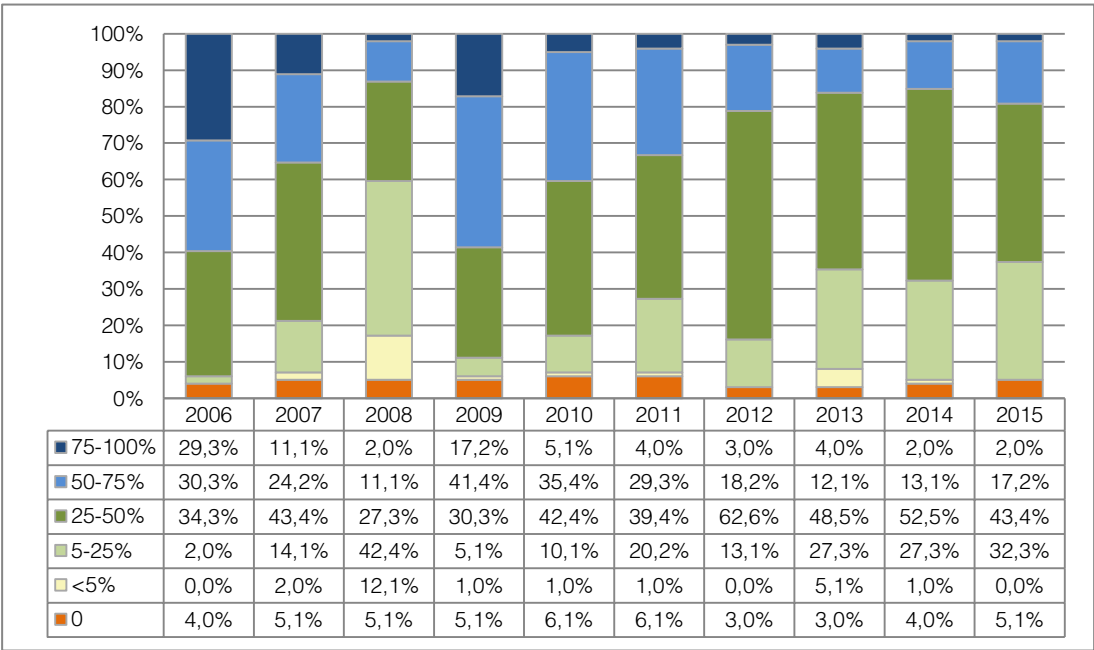
Categoría de vitalidad	Año de monitoreo	Formación vegetacional					Sin Vegetación o con Vegetación escasa	Total Puntos muestreo
		Matorral de Brea	Matorral de Cachiyuyo	Matorral de Rica rica - Pingo pingo	Pradera de Grama Salada	Pajonal de Juncus balticus, Schoenoplectus americanus y Baccharis juncea		
	2008	-	-	-	-	-	-	-
	2009	4	-	1	-	2	-	7
	2010	-	-	-	1	-	-	1
	2011	-	-	-	-	1	-	1
	2012	-	-	-	-	-	-	0
	2013	-	-	-	-	-	-	0
	2014	-	-	-	-	-	-	0
	2015	-	-	-	-	-	-	0
Total de puntos de muestreo	2006	44	7	7	18	19	4	99
	2007	43	7	7	16	21	5	99
	2008	43	7	7	13	24	5	99
	2009	43	7	7	16	21	5	99
	2010	43	8	5	14	24	5	99
	2011	45	7	4	14	24	5	99
	2012	43	7	6	16	24	3	99
	2013	44	7	6	14	23	5	99
	2014	43	10	3	17	19	7	99
	2015	39	11	4	20	19	6	99

Fuente: elaboración propia

5.1.1.3 — Evaluación del follaje verde de la vegetación del Borde Este

Los resultados obtenidos de las mediciones de follaje verde realizadas en abril de 2015 se presentan en la Figura 5-4 y Tabla 5-2. Las mediciones realizadas en 2015 mostraron que la vegetación en general presentó una mayor proporción de follaje verde respecto del observado el año anterior. Los cambios más significativos respecto de lo registrado en 2014 muestran un aumento en la categoría de follaje verde de 50-75% (17 puntos de muestreo respecto de 13 registrados el año anterior). Los resultados de 2015 muestran también un aumento en la proporción de plantas con follaje verde entre 5-25% respecto de lo registrado el año anterior (32 respecto a los 27 puntos del año anterior). Las mediciones de 2015 también muestran los puntos de monitoreo que en 2015 registraron follaje verde de entre 75-100% no mostraron cambio respecto de lo observado el año anterior (2 puntos de monitoreo en el año 2014 y 2015).

Figura 5-4. Proporción de follaje verde de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Campaña abril 2015.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-2. Frecuencia de puntos de muestreo de la vegetación en clases de porcentaje de follaje verde del borde del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.

Follaje Verde (%)	Año de Monitoreo	Matorral de Brea	Matorral de Cachiyuyo	Matorral de Rica rica - Pingo pingo	Pradera de Grama Salada	Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Schoenoplectus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	Sin Vegetación o con Vegetación escasa	Total puntos muestreo
0%	2006	-	-	-	-	-	4	4
	2007	-	-	-	-	-	5	5
	2008	-	-	-	-	-	5	5
	2009	-	-	-	-	-	5	5
	2010	-	-	-	1	-	5	6
	2011	-	-	-	1	-	5	6
	2012	-	-	-	-	-	3	3
	2013	-	-	-	-	-	3	3
	2014	-	-	-	-	-	4	4
	2015	-	-	-	-	-	5	5
<5%	2006	-	-	-	-	-	-	-
	2007	1	-	-	-	1	-	2
	2008	2	1	2	4	3	-	12
	2009	-	-	1	-	-	-	1
	2010	1	-	-	-	-	-	1
	2011	-	-	-	-	1	-	1
	2012	-	-	-	-	-	-	-
	2013	-	-	-	2	3	-	5
	2014	-	-	-	-	1	-	1
	2015	-	-	-	-	-	-	0
5-25%	2006	-	-	-	2	-	-	2
	2007	1	-	2	4	7	-	14
	2008	18	1	2	7	14	-	42
	2009	1	-	1	1	2	-	5
	2010	4	-	1	3	2	-	10
	2011	7	1	2	4	6	-	20
	2012	2	-	-	6	5	-	13
	2013	13	-	1	6	7	-	27
	2014	7	-	-	11	7	2	27
	2015	13	-	-	9	10	-	32

Tabla 5-2. Frecuencia de puntos de muestreo de la vegetación en clases de porcentaje de follaje verde del borde del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.

Follaje Verde (%)	Año de Monitoreo	Matorral de Brea	Matorral de Cachiyuyo	Matorral de Rica rica - Pingo pingo	Pradera de Grama Salada	Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Schoenoplectus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	Sin Vegetación o con Vegetación escasa	Total puntos muestreo
25-50%	2006	12	3	3	12	4	-	34
	2007	22	4	-	11	6	-	43
	2008	13	4	3	2	5	-	27
	2009	5	4	3	7	11	-	30
	2010	19	1	2	5	15	-	42
	2011	20	2	1	8	8	-	39
	2012	32	3	3	7	17	-	62
	2013	25	3	2	6	11	1	48
	2014	30	5	3	6	8	-	52
	2015	18	7	2	8	8	-	43
50-75%	2006	16	3	2	2	7	-	30
	2007	15	2	2	1	4	-	24
	2008	8	1	-	-	2	-	11
	2009	25	2	1	6	7	-	41
	2010	15	7	1	5	7	-	35
	2011	15	3	1	1	9	-	29
	2012	9	3	2	2	2	-	18
	2013	4	4	2	-	2	-	12
	2014	4	5	-	-	3	1	13
	2015	6	4	2	2	3	-	17
75-100%	2006	16	1	2	2	8	-	29
	2007	4	1	3	-	3	-	11
	2008	2	-	-	-	-	-	2
	2009	12	1	1	2	1	-	17
	2010	4	-	1	-	-	-	5
	2011	3	1	-	-	-	-	4
	2012	-	1	1	1	-	-	3
	2013	2	-	1	-	-	1	4
	2014	2	-	-	-	-	-	2
	2015	2	-	-	-	-	-	2

Tabla 5-2. Frecuencia de puntos de muestreo de la vegetación en clases de porcentaje de follaje verde del borde del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.

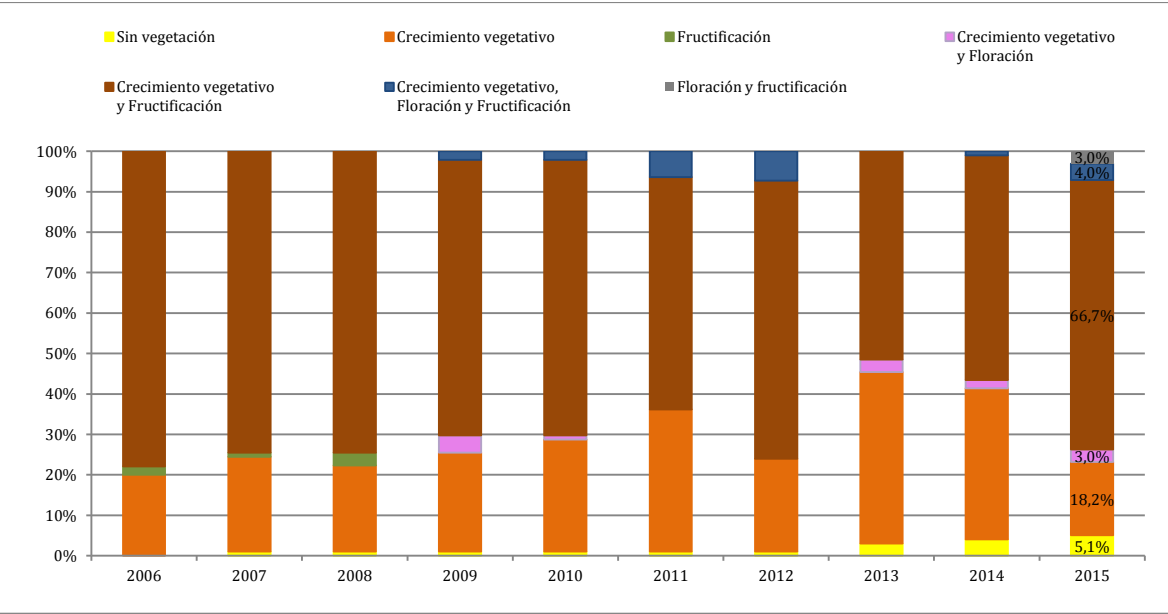
Follaje Verde (%)	Año de Monitoreo	Matorral de Brea	Matorral de Cachiuyo	Matorral de Rica rica - Pingo pingo	Pradera de Grama Salada	Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Schoenoplectus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	Sin Vegetación o con Vegetación escasa	Total puntos muestreo
Total puntos de muestreo	2006	44	7	7	18	19	4	99
	2007	43	7	7	16	21	5	99
	2008	43	7	7	13	24	5	99
	2009	43	7	7	16	21	5	99
	2010	43	8	5	14	24	5	99
	2011	45	7	4	14	24	5	99
	2012	43	7	6	16	24	3	99
	2013	44	7	6	14	23	5	99
	2014	43	10	3	17	19	7	99
	2015	39	11	4	19	21	5	99

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.4 — Evaluación de la fenología de la vegetación del Borde Este

Los resultados obtenidos de los estado fenológicos observados en la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama se presentan en la Figura 5-5 y Tabla 5-3. La mayor parte de las unidades muestreadas se encontraron en la fase final de crecimiento vegetativo (que involucra el desarrollo de nuevos brotes y hojas) combinado con la presencia de fructificación, esto se verificó en 66 de los 99 puntos muestreados, equivalente al 66,7% del total. Otro estado fenológico con alta representatividad en las mediciones realizadas fue el de crecimiento vegetativo por sí sólo el que representó el 18,2% del total con 18 puntos de muestreo. Los estados fenológicos que se presentaron con menor frecuencia fueron aquellos que presentaron simultáneamente crecimiento vegetativo combinado con floración; crecimiento vegetativo combinado con floración y fructificación y los estados fenológicos de floración y fructificación, con el 3%, 7,1% y 4% respectivamente. El 5,1% restante de puntos de monitoreo se ubicaron en zonas con vegetación escasa o sin vegetación donde no fue posible evaluar este parámetro (Figura 5-5).

Figura 5-5. Fenología de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Campaña abril 2015.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-3. Frecuencia de Puntos de muestreo de vegetación según Fase Fenológica del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.

Fase fenológica	Año de monitoreo	Matorral de Brea	Matorral de Cachiyuyo	Matorral de Rica rica - Pingo pingo	Pradera de Grama Salada	Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Schoenoplectus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	Sin Vegetación o con Vegetación escasa	Total Puntos muestreo
Senescente y/o sin vegetación	2006	-	-	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	1	-	1
	2008	-	1	-	-	-	-	1
	2009	-	-	1	-	-	-	1
	2010	-	-	-	1	-	-	1
	2011	-	-	-	1	-	-	1
	2012	-	-	1	-	-	-	1
	2013	-	-	-	-	-	3	3
	2014	-	-	-	-	-	7	7
	2015	-	-	-	-	-	5	5
Crecimiento vegetativo	2006	2	2	5	8	2	-	19
	2007	4	-	5	10	3	-	22

Tabla 5-3. Frecuencia de Puntos de muestreo de vegetación según Fase Fenológica del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.

Fase fenológica	Año de monitoreo	Matorral de Brea	Matorral de Cachiyuyo	Matorral de Rica rica - Pingo pingo	Pradera de Grama Salada	Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Schoenoplectus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	Sin Vegetación o con Vegetación escasa	Total Puntos muestreo
	2008	4	-	4	9	4	-	21
	2009	3	-	3	11	6	-	23
	2010	8	1	2	9	6	-	26
	2011	7	2	2	11	11	-	33
	2012	2	3	1	10	6	-	22
	2013	13	4	2	13	9	1	42
	2014	12	2	1	13	6	-	34
	2015	2	1	-	11	4	-	18
Fructificación	2006	-	1	1	-	-	-	2
	2007	-	-	1	-	-	-	1
	2008	-	1	-	-	2	-	3
	2009	-	-	-	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-	-	-	-
	2011	-	-	-	-	-	-	-
	2012	-	-	-	-	-	-	-
	2013	-	-	-	-	-	-	-
	2014	-	-	-	-	-	-	0
	2015	-	-	-	-	-	-	0
Crecimiento vegetativo y Floración	2006	-	-	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	-	-	-
	2009	-	1	3	-	-	-	4
	2010	-	-	-	-	1	-	1
	2011	-	-	-	-	-	-	-
	2012	-	-	-	-	-	-	-
	2013	-	-	2	-	-	1	3
	2014	1	1	-	-	-	-	2
	2015	-	-	2	1	-	-	3

Tabla 5-3. Frecuencia de Puntos de muestreo de vegetación según Fase Fenológica del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.

Fase fenológica	Año de monitoreo	Matorral de Brea	Matorral de Cachiyuyo	Matorral de Rica rica - Pingo pingo	Pradera de Grama Salada	Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Schoenoplectus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	Sin Vegetación o con Vegetación escasa	Total Puntos muestreo
Crecimiento vegetativo y Fructificación	2006	42	4	1	10	17	-	74
	2007	39	7	1	6	17	-	70
	2008	39	5	3	4	18	-	70
	2009	39	5	-	5	15	-	64
	2010	34	7	2	4	17	-	64
	2011	38	-	1	2	13	-	54
	2012	40	2	2	6	16	-	66
	2013	31	3	2	1	14	-	51
	2014	30	7	2	4	12	-	55
	2015	33	9	1	8	15	-	66
Crecimiento vegetativo, Floración y Fructificación	2006	-	-	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	-	-	-
	2009	1	1	-	-	-	-	2
	2010	1	-	1	-	-	-	2
	2011	-	5	1	-	-	-	6
	2012	1	2	2	-	2	-	7
	2013	-	-	-	-	-	-	-
	2014	-	-	-	-	1	-	1
	2015	2	-	1	1	-	-	4
Floración y Fructificación	2006	-	-	-	-	-	-	0
	2007	-	-	-	-	-	-	0
	2008	-	-	-	-	-	-	0
	2009	-	-	-	-	-	-	0
	2010	-	-	-	-	-	-	0
	2011	-	-	-	-	-	-	0
	2012	-	-	-	-	-	-	0
	2013	-	-	-	-	-	-	0
	2014	-	-	-	-	-	-	0

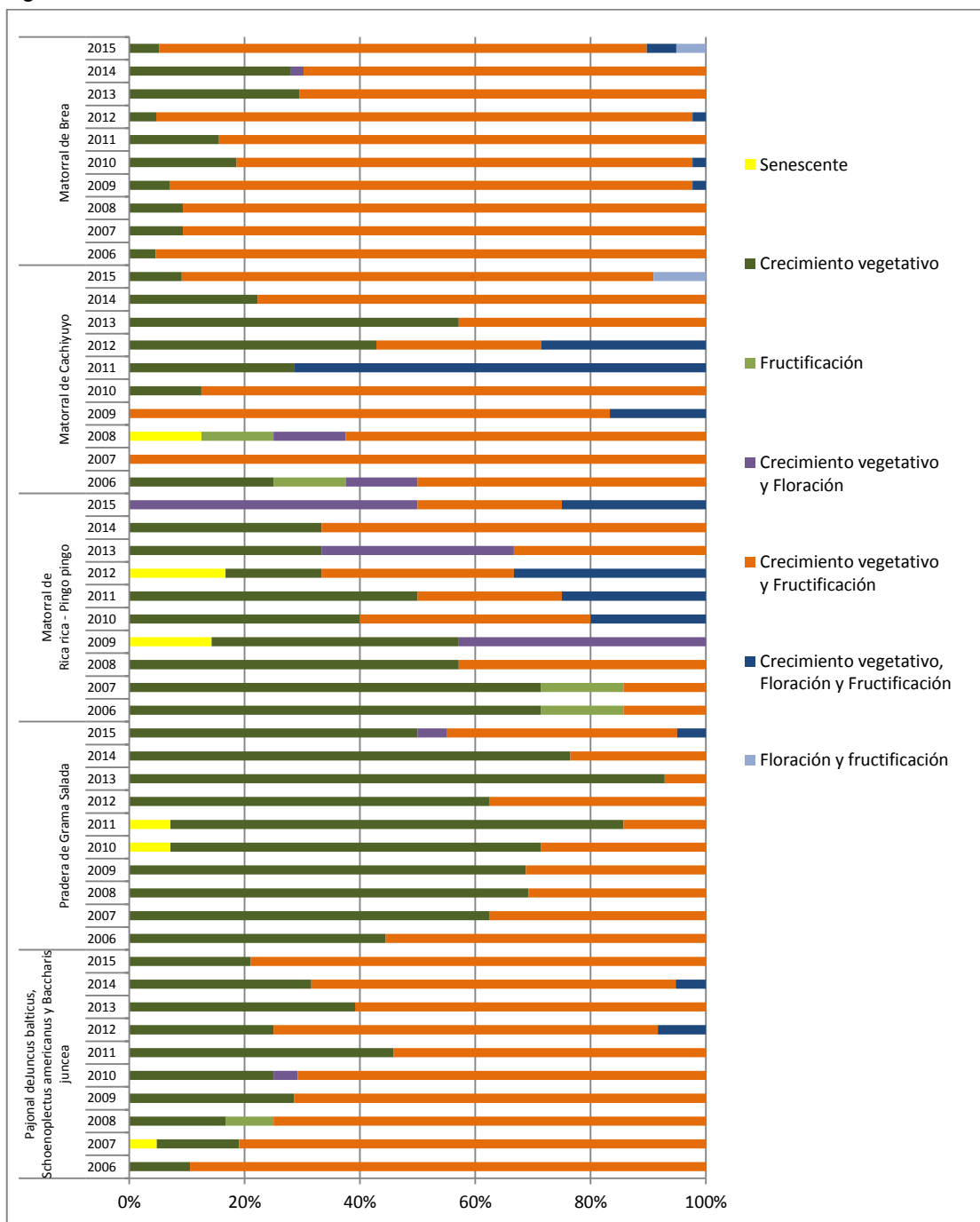
Tabla 5-3. Frecuencia de Puntos de muestreo de vegetación según Fase Fenológica del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.

Fase fenológica	Año de monitoreo	Matorral de Brea	Matorral de Cachiyuyo	Matorral de Rica rica - Pingo pingo	Pradera de Grama Salada	Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Schoenoplectus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	Sin Vegetación o con Vegetación escasa	Total Puntos muestreo
	2015	2	1	-	-	-	-	3
Total de Puntos de Muestreo	2006	44	7	7	18	19	4	99
	2007	43	7	7	16	21	5	99
	2008	43	7	7	13	24	5	99
	2009	43	7	7	16	21	5	99
	2010	43	8	5	14	24	5	99
	2011	45	7	4	14	24	5	99
	2012	43	7	6	16	24	3	99
	2013	44	7	6	14	23	5	99
	2014	43	10	3	17	19	7	99
	2015	39	11	4	21	19	5	99

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-6 se observa el comportamiento histórico del estado fenológicos observados para cada una de las formaciones vegetacionales presentes a lo largo del período de monitoreo. Los resultados obtenidos en 2015 e indicados anteriormente, muestran que esos estados fenológicos se presentan con distintas proporciones dentro de cada una las formaciones vegetacionales consideradas en el estudio. Si bien los estados fenológicos floración y fructificación se presentan por sí solo y también combinados con crecimiento vegetativo en el monitoreo del año 2015, se presentan ambos simultáneamente en los Matorrales de Brea y Matorrales de Cachiyuyo.

Figura 5-6. Comportamiento histórico de la proporción de cada etapa fenológica de las formaciones vegetacionales del Borde Este del Salar de Atacama. Período 2006-2015.



Fuente: Elaboración propia

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

En esta 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 obtenidas del área de estudio en abril de 2015, en concomitancia con la campaña de levantamiento de información en terreno realizada en esa fecha. Se hace hincapié en que los resultados de la superficie de las diferentes formaciones vegetacionales presentados en la Tabla 5-4, incorporan las correcciones realizadas el año 2013 (Informe de Monitoreo N°7, correspondiente a mediciones realizadas en enero y abril de 2013), año en que durante campañas de monitoreo complementarias, se realizaron descripciones vegetacionales adicionales a los puntos de monitoreo establecidos en la RCA N° 226/2006, lo que permitió realizar rectificaciones respecto de la vegetación presente en el Borde Este del Salar de Atacama, objeto de monitoreo.

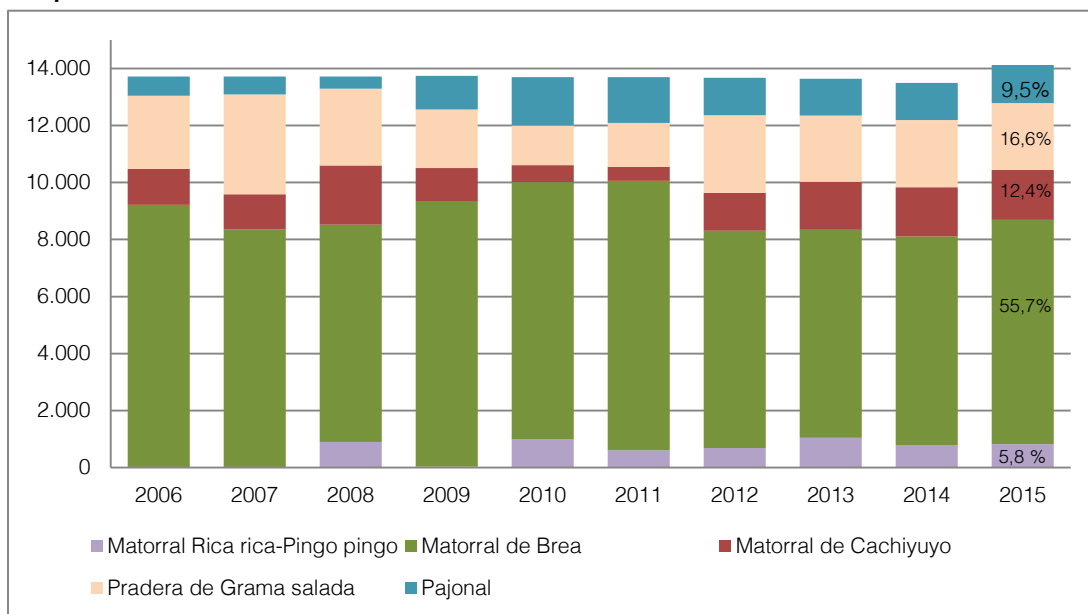
La Tabla 5-4 y la Figura 5-7 muestran las superficies totales cubiertas con vegetación durante todo el actual período de monitoreo (2007 a 2015) en relación al año base (2006). Los resultados obtenidos en 2015 indican que la superficie total cubierta con vegetación sobre toda el área de estudio definida en el Borde Este de Salar de Atacama, alcanza 14.121 ha. Del total de esta superficie la formación vegetacional con mayor representación corresponde al Matorral de Brea, que cubre una superficie de 7.865 ha, equivalente al 55,7% de toda la vegetación presente en el área. Las Praderas de Grama salada, corresponden a la segunda formación vegetacional más abundante, ocupando una superficie de 2.342 ha, equivalente al 16,6% del total. Las otras formaciones vegetacionales identificadas corresponden a Matorral de Cachiyuyo, Pajonal y matorral de Rica rica – Pingo pingo, siendo esta última formación la que presenta menor superficie en el área de estudio con 821 ha equivalente al 5,8% de toda la superficie cubierta con vegetación.

Tabla 5-4. Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.

Año de monitoreo	Tipo vegetacional					TOTAL (ha)
	Matorral de Brea	Matorral de Cachiyuyo	Matorral de Rica rica-Pingo pingo	Pradera de Grama salada	Pajonal	
2006	9.195	1.263	20	2.569	664	13.712
2007	8.327	1.235	28	3.495	628	13.712
2008	7.626	2.069	900	2.696	422	13.712
2009	9.319	1.156	36	2.048	1.186	13.745
2010	9.006	603	1.003	1.389	1.689	13.690
2011	9.452	493	604	1.544	1.604	13.696
2012	7.616	1.325	692	2.725	1.311	13.670
2013	7.301	1.683	1.042	2.319	1.290	13.635
2014	7.331	1.714	776	2.361	1.300	13.492
2015	7.865	1.752	821	2.342	1.341	14.121

Fuente: elaboración propia

Figura 5-7. Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015.



Fuente: Elaboración propia

La superficie total con vegetación registrada en 2015, resultó ser 629 ha superior respecto al resultado obtenido el año anterior. El aumento principal se observó en la formación de Matorral de Brea con una incorporación de 534 ha, el resto de las formaciones vegetacionales identificadas presentaron en 2015 un aumento menor en su superficie total respecto de lo registrado el año anterior excepto la formación Pradera grama salada que presentó una disminución en 18,8 ha. Las diferencias observadas en la superficie cubierta por cada formación vegetacional, tienen relación con la dificultad de identificación sobre imágenes satélites, de unidades vegetacionales de baja cobertura (<10%), condición que es habitual en la vegetación presente en el área de estudio, y en particular de aquellas unidades dominadas por rica rica – pingo pingo, las que se presentan de manera muy localizada y en el margen oriente de la franja cubierta con vegetación, donde es colindante con zonas de vegetación escasa (<5% de cobertura) o sin vegetación. Situación similar ocurre con las formaciones de Pajonal y Praderas de grama salada, donde paulatinamente hacia el poniente (ubicación del núcleo del Salar de Atacama), su cobertura disminuye, haciendo difícil su identificación mediante imágenes satelitales. En particular para el caso de los matorrales de Brea, las observaciones realizadas en terreno muestran que algunos sectores dentro del área de distribución de los puntos de monitoreo, han mostrado el establecimiento de nuevas plantas en lugares que se encontraban descubiertos de vegetación o donde ésta era muy escasa, así también se ha observado que en algunos sectores se ha reducido la cobertura de la vegetación del matorral de Brea por la presencia de una mayor cantidad de plantas secas, está dinámica podría estar relacionada con el remplazo natural de ejemplares como consecuencia del término natural de su ciclo vital, del cual no se dispone de antecedentes.

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

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

En general la vegetación presentó rangos de cobertura que varían entre 5% y 75%. La especie más representativa de esta formación arbustiva es Brea (*Tessaria absinthioides*), acompañada frecuentemente por la especie herbácea Grama salada (*Distichlis spicata*) y ocasionalmente por arbustos de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*) (Tabla 5-5)).

La Tabla 5-5 y Figura 5-8 muestran los resultados obtenidos de las mediciones de cobertura de la vegetación realizadas en enero y abril de 2015 sobre los puntos de muestreo ubicados en la zona de conexión vegetación-acuífero. Los resultados muestran diferencias en la cobertura de la vegetación entre las mediciones realizadas en enero y abril de 2015.

Las mediciones realizadas en enero muestran que la cobertura de la vegetación presenta una variación más restringida variando entre el 10% al 50% de recubrimiento del terreno, en tanto que para el mismo sector las mediciones realizadas en abril de 2015, muestran una variación en la cobertura de la vegetación que va desde el 5% al 75%. Estos resultados indican que durante enero, la vegetación presenta una condición de desarrollo más homogénea sobre el área objeto de monitoreo. Por otra parte, durante abril se registran sectores donde la vegetación reduce su cobertura y otros sectores donde la cobertura aumenta, esto como probablemente como resultado de la dinámica natural de las especies vegetales en respuesta a la disponibilidad de recursos nutritivos del suelo y agua disponible. La participación porcentual de cada una de las categorías de cobertura de la vegetación definidas, tanto para las mediciones de enero y abril de 2015 se presentan en la Figura 5-8. Los resultados muestran que en enero la vegetación presenta mayoritariamente una cobertura que va de 25-50% (52,6% de los puntos de monitoreo) y entre 10-25% de cobertura (47,4% del total de puntos de monitoreo). Las mediciones realizadas en abril indican que se mantiene la proporción de puntos de monitoreo donde la vegetación tiene una cobertura de 10-25% y que se reducen las observaciones de cobertura de 25-50%, lo que se refleja en registros de cobertura de 5-10% y de 50-75% los que no se observaron en las mediciones realizadas en enero de 2015.

Tabla 5-5. Cobertura y composición de especies en la zona de conexión Vegetación-Acuífero.
Campañas de Enero y Abril de 2015.

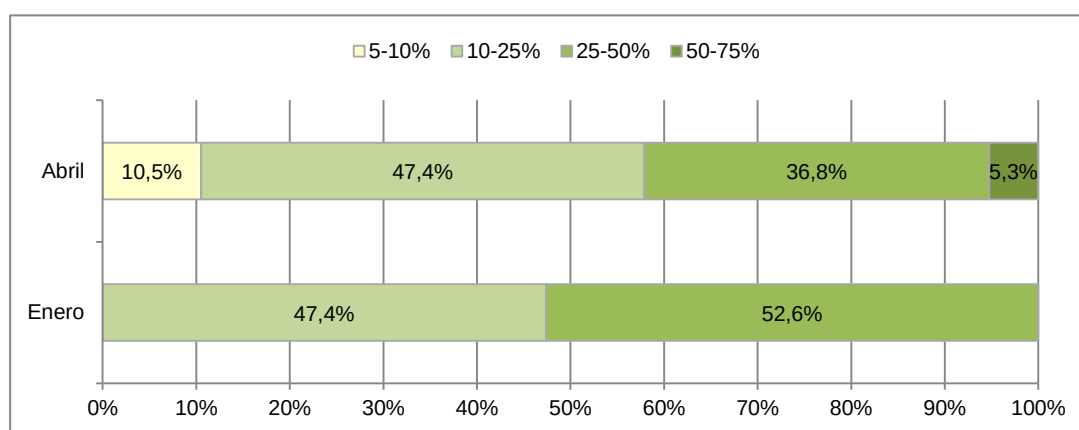
Parcela	Coordenadas UTM Datum WGS84		Cobertura de la vegetación (%)		Especie dominante	Especies acompañantes
	Este	Norte	Enero	Abril		
VA-01	591.179	7.424.641	10-25%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-02	591.956	7.423.997	10-25%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-03	592.911	7.422.070	10-25%	5-10%	<i>Distichlis spicata</i>	<i>Tessaria absinthioides</i>
VA-04	592.942	7.421.834	25-50%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	-
VA-05	593.100	7.420.694	10-25%	5-10%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-06	593.347	7.419.542	10-25%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-07	593.455	7.419.201	10-25%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Atriplex atacamensis</i>
VA-08	592.981	7.416.814	10-25%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	
VA-09	593.098	7.412.731	25-50%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-10	593.316	7.412.085	25-50%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-11	593.540	7.411.577	25-50%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-12	594.171	7.410.567	25-50%	50-75%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-13	594.613	7.409.968	25-50%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-14	594.974	7.408.612	10-25%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-15	595.268	7.407.541	25-50%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Atriplex atacamensis</i>
VA-16	595.477	7.406.063	10-25%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-17	595.328	7.405.678	25-50%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-18	595.259	7.404.365	25-50%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	-

Tabla 5-5. Cobertura y composición de especies en la zona de conexión Vegetación-Acuífero.
Campañas de Enero y Abril de 2015.

Parcela	Coordenadas UTM Datum WGS84		Cobertura de la vegetación (%)		Especie dominante	Especies acompañantes
	Este	Norte	Enero	Abril		
VA-19	595.253	7.404.179	25-50%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	-

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-8. Clasificación de los puntos de muestreo en la zona de conexión vegetación-acuífero, por categorías de cobertura de la vegetación. Campañas de Enero y Abril de 2015.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-6. Total de puntos de monitoreo por categoría de cobertura de la vegetación. Zona de conexión vegetación-acuífero. Mediciones de enero y abril de 2015.

Cobertura	Enero		Abril	
	Puntos de monitoreo	(%)	Puntos de monitoreo	(%)
5-10%	-	-	2	10,5
10-25%	9	47,4	9	47,4
25-50%	10	52,6	7	36,8
50-75%	-	-	1	5,3
75-100%	-	-	-	-
Total	19	100	19	100

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.2 — Estado vital, porcentaje de follaje verde y estado fenológico de la vegetación en la zona de conexión vegetación – acuífero

Las Tabla 5-7, Tabla 5-8 y Tabla 5-9, entregan los resultados obtenidos en cuanto a la vitalidad, proporción de follaje verde y etapa fenológica de la vegetación presente en la zona de conexión vegetación-acuífero, durante todo el período de monitoreo (2007 a 2015). En relación a la vitalidad de la vegetación, los registros obtenidos en enero y abril de 2015 son muy similares. En enero de 2015, un 73,7% (14 de los 19 puntos de muestreo) presentaron una vitalidad considerada débil y el 26,3% restante presentó vitalidad muy débil. Por su parte, las mediciones realizadas en abril de 2015 mostraron que el 94,7% (18 de 19 puntos de muestreo) presentó una vitalidad débil, en tanto que el 5,3% restante (1 registro) presentó una vitalidad catalogada como muy débil.

Tabla 5-7. Frecuencia de puntos de muestreo en Zona de conexión vegetación – acuífero. Categorías de vitalidad. Campañas abril 2007, enero-abril de 2008 a 2015.

Año de monitoreo	Mes de monitoreo	Categorías de vitalidad					Total
		Seco	Muy débil	Débil	Normal	Vigoroso	
2007	Abril	-	-	11	8	-	19
2008	Enero	-	-	6	13	-	19
	Abril	-	2	10	7	-	19
2009	Enero	-	-	1	18	-	19
	Abril	-	-	1	18	-	19
2010	Enero	-	-	-	19	-	19
	Abril	-	-	1	18	-	19
2011	Enero	-	-	-	19	-	19
	Abril	-	-	2	17	-	19
2012	Enero	-	-	-	19	-	19
	Abril	-	-	1	18	-	19
2013	Enero	-	-	-	19	-	19
	Abril	-	-	2	17	-	19
2014	Enero	-	-	-	18	1	19
	Abril	-	-	-	19	-	19
2015	Enero	-	5	14	-	-	19
	Abril	-	1	18	-	-	19

Fuente: elaboración propia.

En cuanto al porcentaje de follaje verde, las mediciones realizadas en enero y abril de 2015 no muestran grandes diferencias. Los resultados obtenidos en enero, muestran que la totalidad de los registros se concentran en las categorías de 5-25% y 25-50%, en tanto que los resultados de abril muestran que un 73,7% de concentran en las categoría 5-25% y 25-50%, y el 26,3% restante se encuentra en la categoría 50-75%.

Tabla 5-8. Frecuencia de puntos de muestreo en Zona de conexión vegetación – acuífero. Proporción de follaje verde. Campañas abril 2007, enero-abril de 2008 a 2015.

Año de monitoreo	Mes de monitoreo	Proporción de follaje verde						Total
		0	<5%	5-25%	25-50%	50-75%	75-100%	
2007	Abril	-	-	1	13	5	0	19
2008	Enero	-	-	1	7	7	4	19
	Abril	-	-	7	12	-	-	19
2009	Enero	-	-	-	6	7	6	19
	Abril	-	-	-	6	13	-	19
2010	Enero	-	-	-	3	7	9	19
	Abril	-	-	3	6	8	2	19
2011	Enero	-	-	-	-	-	19	19
	Abril	-	-	3	11	5	-	19
2012	Enero	-	-	-	6	8	5	19
	Abril	-	-	-	11	8	-	19
2013	Enero	-	-	-	6	13	-	19
	Abril	-	-	5	11	3	-	19
2014	Enero	-	-	2	12	4	1	19
	Abril	-	-	-	16	3	-	19
2015	Enero	-	-	8	11	-	-	19
	Abril	-	-	1	13	5	-	19

Fuente: elaboración propia

Desde el punto de vista de la fenología de la vegetación, la mayoría de los puntos de muestreo en enero 2015 y abril 2015 mostraron crecimiento vegetativo combinado con fructificación. En la evaluación realizada en enero de 2015, el 89,5% de los puntos muestreados presentaron crecimiento vegetativo combinado con fructificación y el 10,5% restante presentó sólo crecimiento vegetativo. En los puntos muestreados en abril del 2015, 14 de los 19 puntos (73,7%) presentaron crecimiento vegetativo combinado con fructificación, 4 puntos mostraron crecimiento vegetativo combinado con fructificación y floración y el punto restante mostró preferentemente crecimiento vegetativo.

Tabla 5-9. Frecuencia de puntos de muestreo en Zona de conexión vegetación – acuífero. Etapa fenológica. Campañas abril 2007, enero-abril de 2008 a 2015.

Año de monitoreo	Mes	Etapa fenológica								Total
		Senescente	Crecimiento Vegetativo	Floración	Fructificación	Crec. Vegetativo y Floración	Crec. Vegetativo y Fructificación	Crec. Vegetativo, Floración y Fructificación	Floración y Fructificación	
2007	Abril	-	-	-	-	-	19	-	-	19
2008	Enero	-	2	-	-	17	-	-	-	19
	Abril	-	5	-	2	-	12	-	-	19
2009	Enero	-	2	-	-	9	5	3	-	19
	Abril	-	1	-	-	-	18	-	-	19
2010	Enero	-	-	-	-	1	1	17	-	19
	Abril	-	5	-	-	-	14	-	-	19
2011	Enero	-	1	-	-	17	1	-	-	19
	Abril	-	2	-	-	-	17	-	-	19
2012	Enero	-	1	-	-	15	1	1	1	19
	Abril	-	1	-	-	-	18	-	-	19
2013	Enero	-	-	-	-	6	4	9	-	19
	Abril	-	4	-	-	-	15	-	-	19
2014	Enero	-	3	1	-	7	7	1	-	19
	Abril	-	8	-	-	-	8	3	-	19
2015	Enero	-	2	-	-	-	17	-	-	19
	Abril	-	1	-	-	-	14	4	-	19

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 — Estado vital de ejemplares de algarrobos (*Prosopis flexuosa*) y proporción de follaje verde

En esta sección se exponen los resultados de las mediciones de vitalidad y proporción de follaje verde (%) efectuadas durante abril de 2015 sobre la población de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*) ubicada en las inmediaciones del pozo Camar 2. El Anexo VI contiene un registro fotográfico de cada ejemplar evaluado durante la presente campaña de terreno. Los resultados que aquí se presentan corresponden a las mediciones de los árboles que fueron identificados y rotulados durante la campaña de terreno

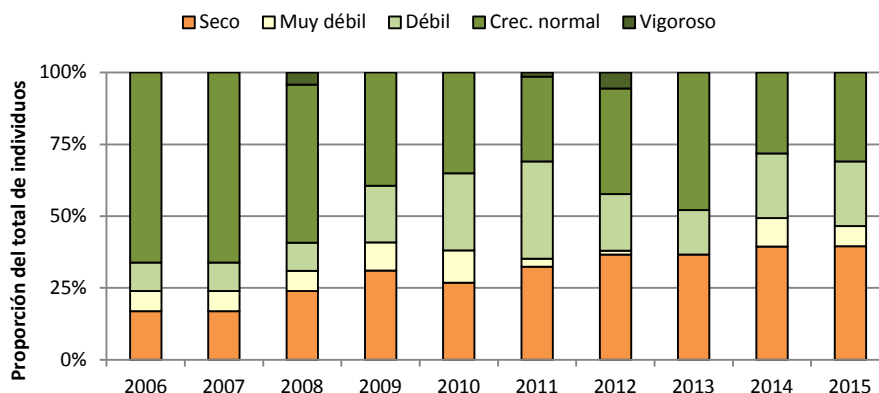
efectuada en 2006, que forman parte del monitoreo de la vegetación contemplado en la RCA N°226/2006.

5.1.3.1 — Estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*)

Los resultados obtenidos de las mediciones de vitalidad de los ejemplares realizadas durante abril de 2015, así como los de campañas de monitoreo anteriores (años 2006 a 2014) se presentan en la Figura 5-9, Tabla 5-10 y Tabla 5 2. Los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en 2015 mostraron que de los 71 ejemplares objeto de estudio, 43 de ellos (60,5%) presentaron una vitalidad entre las categorías de muy débil a vigoroso, 28 ejemplares (39,5%) se encontraron secos, sin evidencia de follaje verde ni estructuras reproductivas, cifra que se mantiene igual con respecto a la temporada anterior.

Las mediciones realizadas en 2015 muestran que los ejemplares en la categoría de vitalidad considerada normal aumentaron de 20 a 22, en tanto que el número de ejemplares con vitalidad débil se mantuvo en 16 individuos. Además, se registró una disminución en la categoría muy débil, pasando de 7 ejemplares el año 2014 a 5 durante la actual campaña. La categoría de vitalidad vigorosa no se registró ejemplares al igual que el año anterior. Respecto del año base (2006) el monitoreo realizado en 2015 muestra un aumento en el número de ejemplares secos y con vitalidad débil, con una disminución en los ejemplares con vitalidad normal, esta disminución en la vitalidad de los ejemplares monitoreados ha sido progresiva en el tiempo como lo muestra la Figura 5-9. La base de datos detallada de las mediciones realizadas en 2015 sobre los ejemplares de *P. flexuosa* se entrega en el Anexo V.

Figura 5-9. Vitalidad de los ejemplares de *Prosopis flexuosa* en la quebrada Camar. Campañas 2006-2015.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-10. Vitalidad de los ejemplares de *Prosopis flexuosa* en la quebrada Camar. Campañas 2006-2011.

Estado Vital	2006		2007		2008		2009		2010		2011	
	Nº de árboles	%	Nº de árboles	%	Nº de árboles	%	Nº de árboles	%	Nº de árboles	%	nº	Nº de árboles
Ejemplar seco, no presenta follaje verde ni estructura reproductivas de ningún tipo	12	16,9	12	16,9	17	24	23	31	19	26,8	23	32,4
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
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
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
Ejemplar excepcionalmente vigoroso, presenta abundancia de follaje y estructuras reproductivas	0	0	0	0	3	4,2	0	0	0	0	1	1,4
Total	71	100	71	100	71	100	71	100	71	100	71	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-11. Vitalidad de los ejemplares de *Prosopis flexuosa* en la quebrada Camar. Campañas 2012-2015.

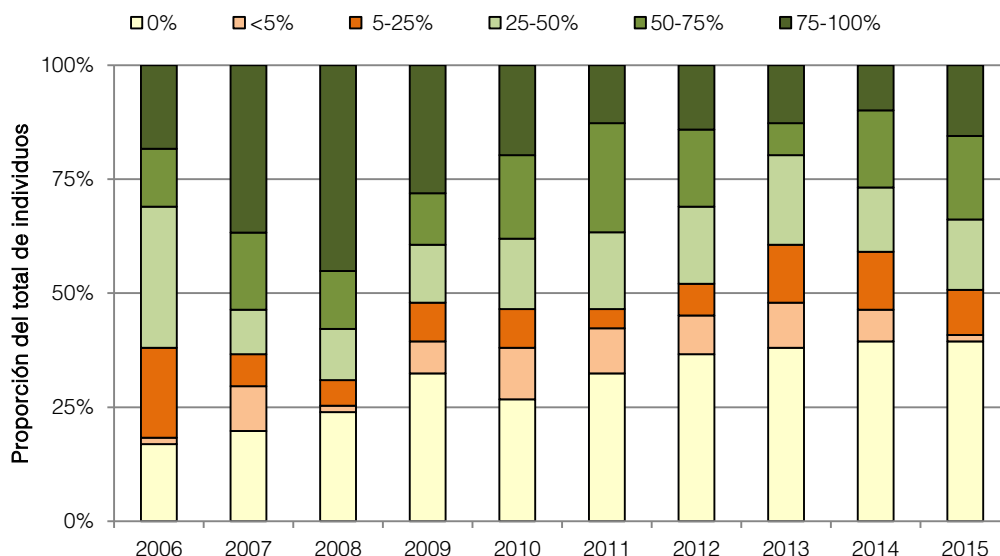
Estado vital	2012		2013		2014		2015	
	N° de árboles	%	N° de árboles	%	N° de árboles	%	N° de árboles	%
Ejemplar seco, no presenta follaje verde ni estructura reproductivas de ningún tipo	26	36,6	26	36,6	28	39,4	28	39,5
Ejemplar muy débil, presenta escaso follaje verde, sin producción de frutos, se observan signos de ataque de patógenos	1	1,4	0	0	7	9,9	5	7,0
Ejemplar débil, aunque presenta follaje verde puede observarse signos leves de ataques de patógenos, capaz de producir algunos frutos	14	19,7	11	15,5	16	22,5	16	22,5
Ejemplar de crecimiento normal, presenta gran parte de su follaje verde, producción de frutos, sin signos de patógenos	26	36,7	34	47,9	20	28,2	22	31,0
Ejemplar excepcionalmente vigoroso, presenta abundancia de follaje y estructuras reproductivas	4	5,6	0	0	0	0,0	0	0,0
Total	71	100	71	100	71	100	71	100

Fuente: Elaboración propia

5.1.3.2 — Proporción de copa verde en ejemplares de algarrobos (*Prosopis flexuosa*)

Los resultados de las mediciones de follaje verde realizadas sobre los Algarrobos en 2015 y durante las campañas de monitoreo anteriores (período 2006 a 2014) se muestran en la Figura 5-10 y Tabla 5-12. En ellas se observa que el número de ejemplares sin follaje verde se mantuvo con respecto a la campaña anterior (28 individuos), sin embargo, se registra variación en las otras categorías. Se observó una disminución, en relación al año anterior, de los individuos con follaje menor al 5% de copa verde, pasando de 5 a 1 individuo. Situación similar se observa en la categoría de 5-25 %, donde el número de individuos pasó de 9 a 7 ejemplares. Por otra parte, en las categorías restantes hubo un aumento en el número de los individuos, así la categoría de 25 a 50 % de copa verde pasó de 10 a 11 ejemplares en la presente campaña; la categoría de 50 a 75% de copa verde se incrementó levemente de 12 a 13 y la categoría de 75 a 100% registró un aumento de 7 a 11 individuos.

Figura 5-10. Proporción (%) de follaje verde de ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*) en quebrada Camar. Campañas 2006 a 2015.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-12. Proporción (%) de follaje verde de ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*) en quebrada Camar. Campañas 2006 a 2015.

	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015	
% Follaje verde	N° de árboles	%	N° de árboles	%	N° de árboles	%	N° de árboles	%	N° de árboles	%	N° de árboles	%	N° de árboles	%	N° de árboles	%	N° de árboles	%	N° de árboles	%
0	12	16,9	14	19,8	17	23,9	23	32,4	19	26,7	23	32,4	26	36,6	27	38,0	28	39,4	28	39,4
<5	1	1,4	7	9,8	1	1,4	5	7	8	11,3	7	9,9	6	8,5	7	9,9	5	7,0	1	1,4
5-25	14	19,7	5	7	4	5,6	6	8,5	6	8,5	3	4,2	5	7,0	9	12,7	9	12,7	7	9,9
25-50	22	31	7	9,8	8	11,3	9	12,7	11	15,5	12	16,9	12	16,9	14	19,7	10	14,1	11	15,5
50-75	9	12,7	12	16,9	9	12,7	8	11,3	13	18,3	17	23,9	12	16,9	5	7,0	12	16,9	13	18,3
75-100	13	18,3	26	36,7	32	45,1	20	28,1	14	19,7	9	12,7	10	14,1	9	12,7	7	9,9	11	15,5
Total	71	100	71	100	71	100	71	100	71	100	71	100,0	71	100,0	71	100,0	71	100,0	71	100,0

Fuente: Elaboración propia

Con el propósito de relacionar la vitalidad y la proporción de follaje verde de la población de Algarrobos, con las precipitaciones locales, la Tabla 5-13 muestra los registros pluviométricos de la estación meteorológica DGA de Camar (coordenadas UTM 7.411.774N, 607.294E, Datum PSAD56, Huso 19), la cual se ubica aproximadamente 10 km al este de la población de Algarrobos. La Tabla 5-13 muestra que en el área de Camar, los eventos de precipitaciones, se concentra en el periodo estival, con ocasionales precipitaciones invernales. El color verde en la Tabla 5-13, destaca los eventos de precipitación más importantes (sobre 15 mm). En 2014, durante el periodo comprendido entre enero y mayo, la precipitación fue de 2,4 mm (lo que representa el 100% del total anual de ese año), sin embargo para el mismo periodo, la precipitación registrada en 2015 alcanzó 87,2 mm. Estos valores muestran que el aporte de agua a los ejemplares de Algarrobo, derivado de las precipitaciones es variable dependiendo del año. Los resultados obtenidos en las mediciones de 2015 muestran que respecto del año anterior, en 2015 se registró un mayor número de árboles con follaje verde en la categoría de 75-100%, aumentando de 9,9% a 15,5% del total de árboles considerados en el seguimiento. De igual modo, se registró un leve aumento en el número de árboles con follaje verde entre 25-50% y 50-75%. Estos resultados muestran una mejor condición en cuanto a follaje verde de los árboles respecto de lo registrado el año anterior.

Tabla 5-13. Precipitaciones mensuales (mm) registradas en la estación meteorológica Camar (DGA).

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

Tabla 5-13. Precipitaciones mensuales (mm) registradas en la estación meteorológica Camar (DGA).

2013	-	25,5	-	-	13	-	2	6	-	-	-	-	46,5
2014	1,4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2,4
2015	-	24,2	63	-	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	87,2

Fuente: Elaboración propia.

5.2 — 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 2015.

5.2.1 — Riqueza florística

De acuerdo a los resultados de las campañas de monitoreo de la flora vascular realizadas entre los años 2006 y 2015, la riqueza florística del Borde Este del Salar de Atacama alcanza a 34 taxa, de las cuales 33 han sido identificadas a nivel de específico y un solo taxón a nivel de género .

La riqueza florística o número de especies identificadas durante las prospecciones de terreno en el Borde Este del Salar de Atacama, realizadas entre 2006 a 2015 se han mostrado muy estables, con un registro un total de 34 especies vasculares dentro de toda el área, tanto en los transectos de flora como fuera de ellos (Tabla 5-14).

Los taxa identificados y registrados hasta la presente campaña, se agrupan en 17 familias, representadas principalmente por las familias Poaceae y Chenopodiaceae con 6 especies cada una, equivalente al 18% de la participación total para cada familia.

Considerando los hábitos de crecimiento, la mayor representatividad corresponde a las Hierbas perennes con 47,1% (16 especies). Las especies con hábito arbustivo alcanzan el 26,5% (9 especies), mientras que las hierbas anual llegan al 23,5% (8 especies). Por último, el hábito suculento se encuentra representado con por una especie con 2,9% de participación (Tabla 5-14).

Tabla 5-14. Hábito de crecimiento de la flora del Borde Este del Salar de Atacama

Hábito de crecimiento	Nº especies	%
Arbusto	9	26,5
Hierba perenne	16	47,1
Hierba anual	8	23,5
Suculento	1	2,9
Total	34	100

Fuente: Elaboración propia

En relación al origen biogeográfico de la flora total registrada, se evidencia un importante predominio de las especies nativas no endémicas con el 70,6% (24 especies); los elementos endémicos de Chile representan el 20,6% (7 especies). El 5,9% corresponde a especies introducidas (2 taxa) y solo una especie, de las 34 especies registradas (2,9% restante), se consideró con origen biogeográfico indeterminado, 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 5-15).

Tabla 5-15. Origen biogeográfico de la flora del Borde Este del Salar de Atacama

Origen biogeográfico	N° especies	%
Nativas	24	70,6
Endémicas	7	20,6
Introducida	2	5,9
Indeterminado	1	2,9
Total	34	100

Fuente: Elaboración propia

La diversidad florística o riqueza de especies registradas de la flora de los márgenes del salar es bastante estable en su presencia a través de los monitoreos realizados entre los años 2006-2015.

A continuación, en la Tabla 5-16 se presenta el catálogo florístico del Borde Este del Salar de Atacama, señalándose el año de registro de cada.

Tabla 5-16. Riqueza de especies presentes en el área de estudio

N°	Nombre Científico	Familia	Hábito de crecimiento	Origen	Año de campaña									
					2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	<i>Adesmia rahmeri</i>	Fabaceae	Hierba perenne	Nativo	-	-	-	-	-	-	X (*)	-	-	-
2	<i>Agrostis</i> sp.	Poaceae	Hierba anual	Indeterminado	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	-	-	-	-
3	<i>Aloysia deserticola</i> ¹	Verbenaceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X(*)
4	<i>Atriplex atacamensis</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Endémico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	<i>Atriplex glaucescens</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativo	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	-	-	-	-
6	<i>Atriplex imbricata</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X(*)
7	<i>Atriplex madariagae</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Endémico	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	-	-	-	-
8	<i>Baccharis juncea</i>	Asteraceae	Hierba perenne	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X(*)
9	<i>Cistanthe celosioides</i>	Montiaceae ²	Hierba anual	Endémico	X (*)	X (*)	-	-	-	X (*)	X (*)	X (*)	-	-

Tabla 5-16. Riqueza de especies presentes en el área de estudio

Nº	Nombre Científico	Familia	Hábito de crecimiento	Origen	Año de campaña									
					2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
10	<i>Cistanthe salsoloides</i>	Montiaceae	Hierba anual	Nativo	-	-	-	-	-	-	X (*)	-	-	-
11	<i>Cortaderia jubata</i> ³	Poaceae	Hierba perenne	Nativo	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	-	-	-
12	<i>Cristaria dissecta</i> var. <i>dissecta</i>	Malvaceae	Hierba perenne	Nativo	-	-	-	-	-	-	X (*)	-	-	-
13	<i>Descurainia stricta</i>	Brassicaceae	Hierba anual	Nativo	-	-	-	-	-	-	X (*)	-	-	-
14	<i>Distichlis spicata</i>	Poaceae	Hierba perenne	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	<i>Ephedra multiflora</i>	Ephedraceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X(*)
16	<i>Exodeconus integrifolius</i>	Solanaceae	Hierba anual	Nativo	-	-	-	-	-	-	X (*)	-	-	-
17	<i>Festuca hypsophilla</i>	Poaceae	Hierba perenne	Nativo	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X
18	<i>Hoffmannseggia a doellii</i> ssp. <i>doellii</i>	Fabaceae	Hierba perenne	Endémico	-	-	-	-	-	-	X (*)	X (*)	-	-
19	<i>Juncus balticus</i>	Juncaceae	Hierba perenne	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	<i>Linum usitatissimum</i>	Linaceae	Hierba anual	Adventicio	-	-	-	-	-	-	X (*)	-	-	-
21	<i>Lupinus subinflatus</i>	Fabaceae	Hierba perenne	Nativo	-	-	-	-	-	-	X (*)	-	-	-
22	<i>Lycium humile</i>	Solanaceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23	<i>Maihueniopsis aff. atacamensis</i> ⁵	Cactaceae	Suculento	Endémico	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	-	-
24	<i>Muhlenbergia asperifolia</i> ⁴	Poaceae	Hierba perenne	Nativo	-	-	-	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	-	-	-
25	<i>Nitrophila atacamensis</i>	Chenopodiaceae	Hierba anual	Endémico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 5-16. Riqueza de especies presentes en el área de estudio

N°	Nombre Científico	Familia	Hábito de crecimiento	Origen	Año de campaña									
					2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
26	<i>Puccinellia frigida</i>	Poaceae	Hierba perenne	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X (*)	-
27	<i>Sarcocornia andina</i> ⁶	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
28	<i>Schoenoplectus americanus</i> ⁷	Cyperaceae	Hierba perenne	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
29	<i>Tarasa operculata</i>	Malvaceae	Hierba perenne	Nativo	-	-	-	-	-	-	X (*)	-	-	-
30	<i>Tessaria absinthioides</i>	Asteraceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
31	<i>Tiquilia atacamensis</i>	Boraginaceae	Hierba perenne	Endémico	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X	X (*)	X (*)	X (*)
32	<i>Tribulus terrestris</i>	Zigophyllaceae	Hierba anual	Adventicio	-	-	-	-	-	-	X (*)	-	-	-
33	<i>Triglochin concinna</i>	Juncaginaceae	Hierba perenne	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
34	<i>Zameioscirpus atacamensis</i> ⁸	Cyperaceae	Hierba perenne	Nativo	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	-	-	-	-

⁵ Sinónimo actual de *Opuntia atacamensis*¹ Sinónimo actual de *Acantholippia deserticola*⁶ Considerada en campañas anteriores como *Sarcocornia fruticosa*² Sinónimo actual de *Portulacaceae*⁷ Sinónimo actual de *Scirpus americanus*³ Sinónimo actual de *Cortaderia atacamensis*⁸ Sinónimo actual de *Scirpus atacamensis*⁴ *Agrostis eremophila* y *Agrostis distichophylla* son sinónimos de *Muhlenbergia asperifolia*.

(*) Especies registradas fuera de los 75 puntos de muestreo

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 — 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).

En la Tabla 5-17 se presenta un resumen de la frecuencia de especies en las parcelas medidas en el Borde Este del Salar de Atacama en la presente campaña (abril de 2015). En ella se observa que

Tessaria absinthioides es la especie más frecuentemente observada en 33 (44%) de los 75 puntos de muestreo, seguida de *Distichlis spicata* que estuvo presente en 21 puntos (28% del total de puntos de muestreo). Menos frecuentes son las especies *Nitrophila atacamensis* observada en 10 puntos de muestreo (13%), *Juncus balticus* y *Atriplex atacamensis* observadas en 7 puntos (9%) de muestreo cada una. El resto de las especies presentan frecuencias del 4% o inferiores.

Tabla 5-17. Frecuencia de especies durante la campaña 2015

Especie	N° Parcelas	% del total de puntos de muestreo
<i>Atriplex atacamensis</i>	7	9
<i>Distichlis spicata</i>	21	28
<i>Festuca hypsophila</i>	3	4
<i>Juncus balticus</i>	7	9
<i>Lycium humile</i>	2	3
<i>Nitrophilla atacamensis</i>	10	13
<i>Sarcocornia andina</i>	1	1
<i>Schoenoplectus americanus</i>	1	1
<i>Tessaria absinthioides</i>	33	44
<i>Triglochin concinna</i>	3	4

Fuente: Elaboración propia

En las Tabla 5-18, Tabla 5-19 y Tabla 5-20 se observa la frecuencia de especies para los siete transectos dispuestos en el Borde Este del Salar de Atacama en orientación Este – Oeste desde el año 2006 al 2015.

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.

Los resultados obtenidos durante la campaña de terreno de 2015 no muestran variaciones significativas en la frecuencia de especies en los transectos durante todo el periodo analizado (2006 – 2015).

Tabla 5-18. Frecuencia de especies en el Salar de Atacama Periodo durante los años 2006 al 2015 para los transectos 1, 2 y 3.

Especie	Transectos																													
	T1 (19 puntos)										T2 (14 puntos)										T3 (10 puntos)									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Aloysia deserticola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Atriplex atacamensis</i>	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	4	4	4	4	2	2	3	5	5	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Atriplex imbricata</i>	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis juncea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Distichlis spicata</i>	11	11	10	10	10	10	10	11	10	10	3	2	2	0	1	1	2	3	3	0	5	5	4	4	4	4	4	5	5	3
<i>Exodeconus integrifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ephedra multiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Festuca hypsophilla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2
<i>Juncus balticus</i>	3	3	3	2	4	4	3	3	3	3	2	2	1	0	1	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
<i>Lycium humile</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 5-18. Frecuencia de especies en el Salar de Atacama Periodo durante los años 2006 al 2015 para los transectos 1, 2 y 3.

Especie	Transectos																													
	T1 (19 puntos)										T2 (14 puntos)										T3 (10 puntos)									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Nitrophila atacamensis</i>	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3	3
<i>Puccinellia frigida</i>	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Sarcocornia andina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
<i>Schoenoplectus americanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tessaria absinthioides</i>	6	6	6	5	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	7	7	6	6	6	6	7	7	7	6
<i>Tiquilia atacamensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triglochin concinna</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	1	3	3
Total de especies por transecto	8	7	6	7	7	7	8	8	6	6	9	9	9	8	9	9	11	9	9	5	9	9	7	8	8	8	8	8	9	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-19. Frecuencia de especies en el Salar de Atacama Periodo durante los años 2006 al 2015 para los transectos 4, 5 y 6.

Transectos																															
Especie	T4 (9 puntos)										T5 (14 puntos)										T6 (3 puntos)										
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
<i>Aloysia deserticola</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Atriplex atacamensis</i>	2	1	1	1	1	1	1	2	2	0	3	3	3	4	3	2	3	3	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Atriplex imbricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Baccharis juncea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Distichlis spicata</i>	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	5	3	4	2	4	3	3	5	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Exodeconus integrifolius</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ephedra multiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Festuca hypsophilla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Juncus balticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Lycium humile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Nitrophila atacamensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Puccinellia frigida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sarcocornia andina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Schoenoplectus americanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 5-19. Frecuencia de especies en el Salar de Atacama Periodo durante los años 2006 al 2015 para los transectos 4, 5 y 6.

Transectos																													
Especie	T4 (9 puntos)										T5 (14 puntos)										T6 (3 puntos)								
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Tessaria absinthioides</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	8	8	8	9	9	9	9	8	9	4	1	1	2	1	1	1	1	1	2
<i>Tiquilia atacamensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triglochin concinna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de especies por transecto	4	4	4	4	4	4	6	4	4	2	7	7	7	6	6	6	8	8	6	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-20. Frecuencia de especies en el Salar de Atacama Periodo durante los años 2006 al 2015 para el transecto 7.

Especie	Transecto									
	T7 (6 puntos)									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Aloysia deserticola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Atriplex atacamensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Atriplex imbricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis juncea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Distichlis spicata</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
<i>Exodeconus integrifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ephedra multiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Festuca hypsophilla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus balticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lycium humile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitrophila atacamensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Puccinellia frigida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarcocornia andina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schoenoplectus americanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tessaria absinthioides</i>	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3
<i>Tiquilia atacamensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triglochin concinna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de especies por transecto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 — Caracterización química del sustrato

pH

El pH obtenido en el año 2015 para los puntos de muestreo variaron entre las categorías ligeramente alcalino a fuertemente alcalino (Tabla 5-21). El sustrato registró en 51 puntos (68,0%) un pH moderadamente alcalino, en 19 puntos (25,3%) fue fuertemente alcalino y en 5 puntos (6,7%) fue ligeramente alcalino.

Tabla 5-21. Rangos de pH del suelo en transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2015.

Categorías de pH	pH	Color	Nº de puntos 2015	%
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		5	6,7
Moderadamente alcalino	7,9 – 8,4		51	68,0
Fuertemente alcalino	8,5 – 9,0		19	25,3
Muy fuertemente alcalino	> 9,0		-	-
Total			75	100,0

Fuente: Schoeneberger *et al.*, 2002

La Tabla 5-21 presenta el valor de pH obtenido para los transectos de flora, desde el margen al núcleo del Salar (lectura de izquierda a derecha). En la Figura 5-11 se representan gráficamente los resultados (2015), indicando además los valores máximos, mínimos y promedios obtenidos en los años anteriores (2007-2014) del monitoreo. Los puntos de los gráficos también están organizados desde el borde del salar hacia el núcleo.

En la Figura 5-11 se observa que un 86,7% de los puntos se distribuyen al interior de los rangos observados en años anteriores, mientras que el restante 13,3% (10 puntos) tuvo diferencia. De los puntos con diferencias, hubo un punto que registró valores bajo el pH mínimo (TF1-16) y 9 puntos tuvieron valores sobre el pH máximo observado en todos los años previos (TF1-02, TF2-04, TF3-01, TF4-07, TF4-09, TF7-01, TF7-02, TF7-05 y TF7-06). La mayor diferencia de pH fue de 0,5 y se observó en el punto TF2-04, mientras que para los otros puntos no superó las 0,2 unidades de pH.

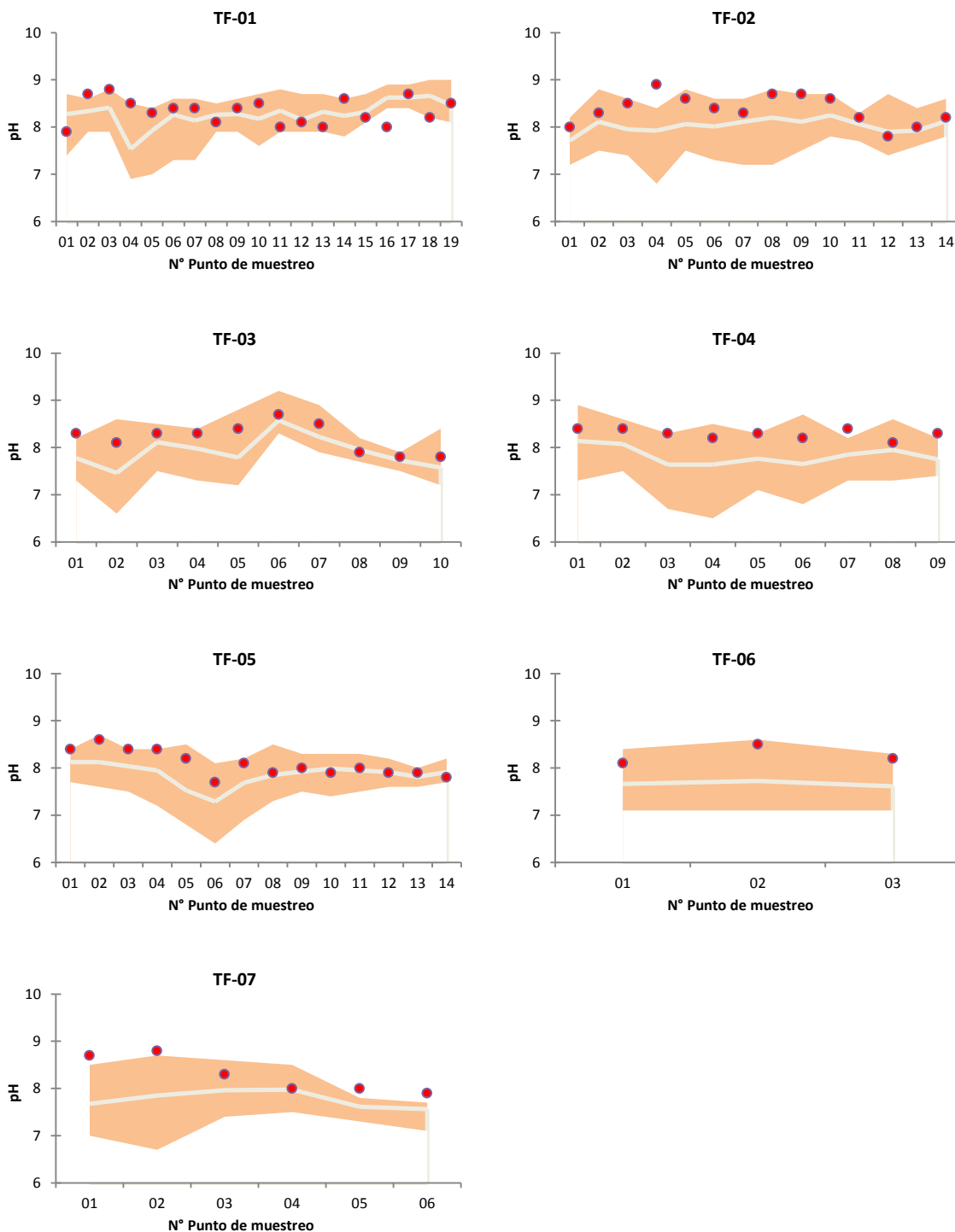
Tabla 5-22. Distribución de rangos de pH en los transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2015.

pH en puntos de muestreo																			
Transecto	Margen del salar										Núcleo del salar								
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
TF1	7,9	8,7	8,8	8,5	8,3	8,4	8,4	8,1	8,4	8,5	8,0	8,1	8,0	8,6	8,2	8,0	8,7	8,2	8,5
TF2	8,0	8,3	8,5	8,9	8,6	8,4	8,3	8,7	8,7	8,6	8,2	7,8	8,0	8,2					
TF3	8,3	8,1	8,3	8,3	8,4	8,7	8,5	7,9	7,8	7,8									
TF4	8,4	8,4	8,3	8,2	8,3	8,2	8,4	8,1	8,3										
TF5	8,4	8,6	8,4	8,4	8,2	7,7	8,1	7,9	8,0	7,9	8,0	7,9	7,9	7,8					
TF6	8,1	8,5	8,2																
TF7	8,7	8,8	8,3	8,0	8,0	7,9													

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-11. Comparación del pH actual con el obtenido en años anteriores.

● : valor registrado en abril de 2015; ■ : valores máximos y mínimos registrados en torno del: valor promedio (en blanco)



Fuente: Elaboración propia.

Salinidad

En la Tabla 5-23 se resumen los resultados obtenidos para la salinidad, medidos por medio de la conductividad eléctrica (C.E.), para el muestreo de flora de abril de 2015. Los resultados indican que la flora del Borde Este del Salar de Atacama se desarrolla en un sustrato fuertemente salino, en 69 puntos (92%) se aprecia que tuvieron una salinidad superior a 6,7 dS/m. Las otras categorías de salinidad estuvieron representadas sólo en algunas ocasiones. Las categorías no salino y muy ligeramente salino registró cada una un punto, mientras que las categorías ligeramente salino y moderadamente salino registraron cada una dos puntos.

Tabla 5-23. Rangos de conductividad eléctrica del suelo en transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2015.

Categorías de salinidad	Conductividad eléctrica (dS/m)	Color	Nº de puntos 2015	%
No salino	0 – 0,98		1	1,3
Muy ligeramente salino	0,98 – 1,71		1	1,3
Ligeramente salino	1,71 – 3,16		2	2,7
Moderadamente salino	3,16 – 6,07		2	2,7
Fuertemente salino	> 6,07		69	92,0
TOTAL			75	100,0

Fuente: USDA NRCS, 2001.

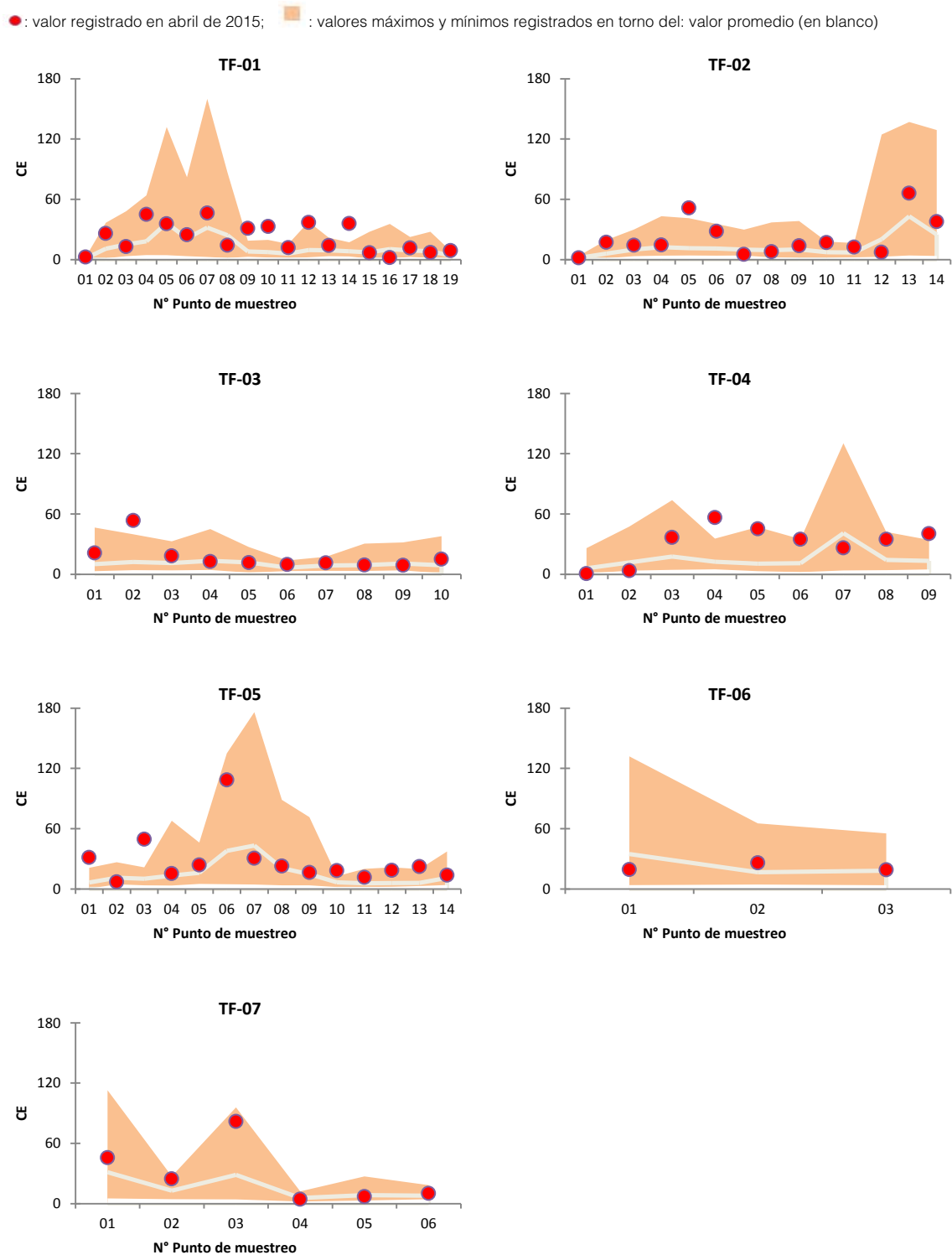
La Tabla 5-24 presenta los valores obtenidos para la medición de C.E. en cada uno de los puntos de muestreo. Los resultados se ordenan desde aquellos medidos en la zona marginal hacia el núcleo del Salar (izquierda a derecha). En la Figura 5-12 se realiza la comparación de los resultados del año 2015 con los obtenidos en años anteriores, contrastando con el promedio de todos los años anteriores y los valores máximos y mínimos obtenidos. Al comparar los datos respecto de las campañas anteriores (abril de 2007 a abril de 2014), se extrae que el 72,9% de los puntos tuvo resultados dentro de los valores máximo y mínimo observados anteriormente. En 16 puntos (27,1%) se observó diferencia respecto a lo observado con anterioridad (TF1-01, TF1-09, TF1-10, TF1-14, TF1-19, TF2-05, TF3-02, TF4-04, TF4-09, TF5-01, TF5-03, TF5-10, TF5-13 y TF7-04), lo cual no muestra relación espacial alguna al ocurrir en distintas partes de los transectos.

Tabla 5-24. Conductividad eléctrica obtenida en cada punto de muestreo de flora. Campaña abril de 2015.

Transecto	Conductividad eléctrica (dS/m)																		
	Margen del salar									Núcleo del salar									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
TF1	2,57	25,82	12,81	44,90	35,50	24,68	46,20	14,25	31,00	33,00	11,91	36,90	13,94	35,70	6,61	1,79	11,56	7,01	8,94
TF2	1,55	17,19	14,20	14,52	51,40	28,09	5,13	7,90	13,78	16,86	12,24	7,16	66,00	37,80					
TF3	21,27	53,40	18,29	12,70	11,57	9,71	11,38	9,04	8,90	14,96									
TF4	0,46	3,38	36,50	56,40	45,30	34,70	26,33	34,80	40,40										
TF5	31,30	6,91	49,40	15,21	23,94	108,40	30,40	22,68	16,43	18,28	11,49	18,48	22,16	13,69					
TF6	19,33	25,86	18,97																
TF7	47,70	14,29	22,14	15,12	11,06	7,19													

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-12. Comparación de la conductividad eléctrica actual con la obtenida en años anteriores.



Fuente: Elaboración propia.

5.3 — Fauna

5.3.1 — Riqueza y caracterización de especies

En la Tabla 5-25 se presenta la composición de fauna registrada en el área de estudio a lo largo de 9 años de monitoreo durante el período operacional, dentro de los cuales se incluyen las campañas en etapa pre-operacional. De acuerdo con las prospecciones de terreno efectuadas desde abril de 2006 hasta abril 2015, el catálogo de fauna silvestre del Borde Este del Salar de Atacama está compuesto por un total de 62 especies. Estas corresponden a: un anfibio, cuatro reptiles, 49 aves (18 Passeriformes y 31 no Passeriformes), y ocho mamíferos. Durante el monitoreo del presente año, se sumaron al listado las siguientes especies: *Liolaemus puna* (lagartija de la puna) en hábitat de Pajonal, *Fulica cornuta* (tagua cornuda) en el Sistema Lacustre Peine, y la especie *Thinocorus rumicivorus* (perdicita) en hábitat de Rica rica – Pingo pingo. En el caso de la perdicita, su registro se obtuvo en las inmediaciones del área de monitoreo, en el extremo norte del Borde Este del Salar de Atacama, próximo al cruce del camino a Chaxa.

En cuanto a la especie *Liolaemus cf. paulinae* (lagartija de Paulina), corresponde al primer registro durante un monitoreo, siendo detectada previamente durante la realización de la Línea Base, en el año 2006. Por su parte la especie *Pseudalopex griseus* (zorro chilla), se incluye en el catálogo pese a no ser registrada en forma directa durante el presente monitoreo, siendo detectada igualmente durante la realización de la Línea Base.

De las 62 especies descritas en el catálogo del PSA, todas corresponden a especies nativas, donde tres de estas son endémicas, perteneciendo exclusivamente a la clase Reptilia. En términos de sus categorías de conservación, diez especies están clasificadas en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) y seis especies en el Reglamento de Ley de Caza (D.S. N° 05/98). Entre los taxa que presentan Índice de Riesgo, la especie *Rhinella spinulosa* (sapo espinoso), registrada el año 2012, es la única que presenta estado de riesgo “máximo” (IR 76 a 100%), seguido de las tres especies de flamenco y los mamíferos *Lama guanicoe* (guanaco) y *Ctenomys fulvus* (chululo) con estado de riesgo “alto” (IR 50 a 75%).

En la campaña de abril 2015 se registraron 32 especies: cuatro reptiles, 23 aves y cinco mamíferos (ver Anexo VIII- Fotografías de fauna silvestre). Todas las especies del área son nativas, tres de las cuales son endémicas y pertenecientes a la clase Reptilia. Por su parte, en categoría de conservación se encuentran clasificadas once especies: seis por el Reglamento de Clasificación de Especies y cinco de acuerdo al Reglamento de Ley de Caza (D.S. N° 05/98). De las especies consideradas con Índice de Riesgo, los tres flamencos y el mamífero fosorial *C. fulvus* presentan estado de riesgo “alto” (IR 50 a 75%).

En el área de estudio no existen registros o estudios de taxa introducidos, aun cuando se observan burros (*Equus asinus*) mediante evidencia directa e indirecta. Estos animales se considerados como domésticos en el presente informe, no siendo incluidos en el catálogo.

Tabla 5-25. Catálogo de vertebrados presentes en el área de estudio

N°	Nombre científico	Nombre común	Distribución		Origen	Estado de Conservación	IR (%)	BSE	Observada en:										
			Desde	Hasta					2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Amphibia																			
1	<i>Rhinella spinulosa (Bufo spinulosus)</i>	sapo espinoso (de rulo andino)	Arica Parinacota	Biobío	Nativa	Preocupación menor*	80,4	BE								X			
Reptilia																			
2	<i>Liolaemus puna</i>	lagartija de la puna	Tarapacá	Antofagasta	Nativa	No citada	-	-										X	
3	<i>Liolaemus cf. paulinae</i>	lagartija de Paulina	Antofagasta	Antofagasta	Endémica	Vulnerable*	44,4	SE										X	
4	<i>Liolaemus constanzae</i>	lagartija de Constanza	Antofagasta	Antofagasta	Endémica	Rara**	44,4	SE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
5	<i>Liolaemus fabiani</i>	lagartija de Fabián	Antofagasta	Antofagasta	Endémica	En peligro*	44,4	SE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Aves																			
6	<i>Rhea pennata tarapacensis (Pterocnemia pennata tarapacensis)</i>	Suri (ñandú)	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	Vulnerable*	41,7	S					X						
7	<i>Bubulcus ibis</i>	garza boyera	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	1,7	B								X	X	X	
8	<i>Nycticorax nycticorax</i>	huairavo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	1,7	E	X	X					X				
9	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	flamenco chileno	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	Vulnerable**	50,4	SE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
10	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	parina grande	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	Vulnerable*	50,4	SE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Tabla 5-25. Catálogo de vertebrados presentes en el área de estudio

N°	Nombre científico	Nombre común	Distribución		Origen	Estado de Conservación	IR (%)	BSE	Observada en:									
			Desde	Hasta					2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
11	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	parina chica	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	Vulnerable**	50,4	SE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	<i>Lophonetta specularioides</i>	pato juarjual	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	Caza permitida	16,7	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	<i>Anas flavirostris oxyptera</i>	pato jergón chico	Arica y Parinacota	Metropolitana	Nativa	Caza permitida	15	-		X	X	X	X				X	
14	<i>Anas geogica</i>	pato jergón grande	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	15	-									X	
15	<i>Anas cyanoptera</i>	pato colorado	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	15	-				X	X				X	
16	<i>Buteo polyosoma</i>	aguilucho	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	<i>Falco femoralis</i>	halcón perdiguero	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BE	X	X		X						
18	<i>Falco peregrinus</i>	halcón peregrino	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	Vulnerable**	37	BSE	X	X					X		X	
19	<i>Falco sparverius</i>	cernícalo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BE						X			X	
20	<i>Gallinula chloropus</i>	tagüita del norte	Arica y Parinacota	Valparaíso	Nativa	No citada	16,7	S								X	X	
21	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	carancho cordillerano	Arica y Parinacota	Lib. Bdo. O’Higgins	Nativa	No citada	3,4	BE		X	X	X		X	X	X	X	X
22	<i>Pluvialis dominica</i>	chorlo dorado	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BS				X		X				
23	<i>Charadrius alticola</i>	chorlo de la puna	Arica y Parinacota	Metropolitana	Nativa	No citada	-	BS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24	<i>Oreopholus ruficollis</i>	chorlo de campo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BS		X	X							

Tabla 5-25. Catálogo de vertebrados presentes en el área de estudio

N°	Nombre científico	Nombre común	Distribución		Origen	Estado de Conservación	IR (%)	BSE	Observada en:									
			Desde	Hasta					2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
25	<i>Recurvirostra andina</i>	caití	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	18,4	BS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26	<i>Tringa melanoleuca</i>	pitotoy grande	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	18,4	BS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27	<i>Tringa flavipes</i>	pitotoy chico	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	18,4	BS	X	X					X	X		X
28	<i>Calidris bairdii</i>	playero de Baird	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	16,7	B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
29	<i>Calidris melanotos</i>	playero pectoral	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	18,4	BS	X	X	X	X			X			X
30	<i>Phalaropus tricolor</i>	pollito de mar tricolor	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	18,4	BS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
31	<i>Larus serranus</i> (<i>Chroicocephalus serranus</i>)	gaviota andina	Arica y Parinacota	Aisén	Nativa	Vulnerable**	48,7	S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
32	<i>Zenaida auriculata</i>	tórtola	Arica y Parinacota	Aisén	Nativa	Caza permitida	1,7	-	X	X								
33	<i>Metriopelia aymara</i>	tortolita de la puna	Arica y Parinacota	Coquimbo	Nativa	No citada	1,7	S	X	X		X				X	X	
34	<i>Athene cunicularia</i>	pequén	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BE		X	X			X			X	
35	<i>Geositta cunicularia</i>	minero	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	1,7	B	X	X						X		
36	<i>Geositta punensis</i>	minero de la puna	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	1,7	B								X	X	
37	<i>Upucerthia dumetaria</i>	bandurrilla	Antofagasta	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BS									X	
38	<i>Asthenes modesta</i>	canastero chico	Arica y Parinacota	Lib. Bdo. O'Higgins	Nativa	No citada	1,7	B				X						

Tabla 5-25. Catálogo de vertebrados presentes en el área de estudio

N°	Nombre científico	Nombre común	Distribución		Origen	Estado de Conservación	IR (%)	BSE	Observada en:									
			Desde	Hasta					2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
39	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	tijeral	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	1,7	B	X	X			X	X	X			
40	<i>Agriornis montana</i>	mero gaucho	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BE	X	X	X							X
41	<i>Agriornis microptera</i>	mero de Tarapacá	Arica y Parinacota	Antofagasta	Nativa	No citada	5	BSE				X	X	X	X	X	X	
42	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	dormilona fraile	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BE	X	X	X							
43	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	dormilona chica	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
44	<i>Muscisaxicola frontalis</i>	dormilona frente negra	Arica y Parinacota	Los Lagos	Nativa	No citada	3,4	BE		X	X							
45	<i>Lessonia oreas</i>	colegial andino	Arica y Parinacota	Coquimbo	Nativa	No citada	3,4	BE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
46	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	golondrina lomo negro (de dorso negro)	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BE	X	X	X			X				X
47	<i>Hirundo rustica</i>	golondrina bermeja	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	5	BSE	X	X	X							X
48	<i>Troglodytes aedon</i>	chercán	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BE	X	X	X							
49	<i>Anthus correndera</i>	bailarín chico	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	3,4	BE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
50	<i>Sicalis auriventris</i>	chirihue dorado	Arica y Parinacota	Araucanía	Nativa	No citada	0	-	X	X								
51	<i>Zonotrichia capensis</i>	chincol	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	1,7	B	X	X	X	X					X	
52	<i>Sturnella superciliaris</i>	loica argentina	Antofagasta	Coquimbo	Nativa	No citada	-	S								X		

Tabla 5-25. Catálogo de vertebrados presentes en el área de estudio

N°	Nombre científico	Nombre común	Distribución		Origen	Estado de Conservación	IR (%)	BSE	Observada en:									
			Desde	Hasta					2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
53	<i>Fulica cornuta</i>	tagua cornuda	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	Casi amenazada*	48,7	S										X
54	<i>Thinocorus rumicivorus bolivianus</i>	perdicita	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	1,7	S										X
Mammalia																		
55	<i>Lama guanicoe</i>	guanaco	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	Vulnerable*	56,7	S			X							
56	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	zorro culpeo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	Preocupación menor*	9,7	E	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
57	<i>Pseudalopex griseus</i>	zorro chilla	Antofagasta	Magallanes	Nativa	Preocupación menor*	9,7	E										
58	<i>Thylamys pallidior</i>	yaca andina	Arica y Parinacota	Antofagasta	Nativa	No citada	27,5	BSE	X	X	X	X		X				
59	<i>Abrothrix andinus</i>	laucha andina	Arica y Parinacota	Maule	Nativa	Caza permitida	7,5	-	X	X	X	X	X	X	X		X	X
60	<i>Eligmodontia puerulus</i>	lauchita de pie sedoso	Antofagasta	Atacama	Nativa	Preocupación menor*	9,2	S		X	X	X	X	X	X	X	X	X
61	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	lauchón orejado	Arica y Parinacota	Aisén	Nativa	No citada	9,2	S	X	X	X	X		X	X	X	X	X
62	<i>Ctenomys fulvus</i>	chululo (tucu-tuco de Atacama)	Tarapacá	Antofagasta	Nativa	Vulnerable**	63,7	S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

* Estado de conservación según Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE, D.S. N° 75/05).

** Estado de conservación según el Reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 05/98).

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 — Abundancia de las especies

5.3.2.1 — Abundancia de reptiles

La especie *Liolaemus constanzae* (lagartija de Constanza) se registró en ocho de los 17 transectos prospectados, detectándose en sólo cuatro de los cinco sectores de estudio: Vega de Carvajal, Cruce Camar, Aguas de Quelana y Cruce SQM. Los hábitats en los cuales se constató su presencia durante la presente temporada son: Rica rica-Pingo pingo, Brea-Cachiyuyo y dos registros en Pajonal. En general, la abundancia de esta especie aumentó en relación al año anterior, con valores mayores en siete de los ocho transectos donde fue registrado, observándose entre uno y diez ejemplares por transecto, con abundancias promedios que variaron entre 0,33 y 3,33 individuos/transecto.

Para la especie *Liolaemus fabiani* (lagartija de Fabián), el registro se obtuvo en siete de los 17 transectos prospectados para cuatro sectores de estudio: Vega de Carvajal, Cruce Camar, Aguas de Quelana y Laguna Interna. En esta temporada se verificó su presencia sólo en hábitat de Pajonal y Marginal de Salar, lo que indica que su presencia se encuentra asociada principalmente a los bordes de cuerpos de agua (lagunas) y/o a costras salinas, similar a lo observado en monitoreos anteriores. Las abundancias promedio para *L. fabiani* variaron entre 0,67 y 3,33 individuos/transecto, con registros que van de dos a diez ejemplares por transecto. Estos resultados muestran un aumento de la abundancia respecto del año anterior para seis de los siete transectos.

Sólo en un transecto se encontraron las especies *L. constanzae* y *L. fabiani* compartiendo hábitat en el sector de Vega de Carvajal (ambiente de Pajonal), registrándose dos y diez ejemplares, y con abundancias promedios de 0,67 y 3,33 ind/transecto, respectivamente.

En el presente monitoreo se registraron las especies *Liolaemus puna* (lagartija de la puna) y *Liolaemus cf. paulinae* (lagartija de Paulina), durante la prospección del transecto de hábitat Brea-Cachiyuyo, en el sector del Cruce Camar. Se observaron seis ejemplares de *L. puna* y uno de *L. cf. paulinae* durante los tres días que fue recorrido el transecto, con una abundancia promedio de 2 y 0,33 individuos/transecto, respectivamente.

Tabla 5-26. Abundancias de reptiles en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)									
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Vega de Carvajal	1	Rica rica-Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	1	-	0,33	-	0,33	0,66	1	0,33	2,67
	2	Brea-Cachiyuyo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,66	-	-	0,33	-	-	-	-	1,33
	3	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	0,66	-	-	-	-	-	-	-	-	2
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	1,66	1,33	-	-	0,66	2	0,66	1	3,33
	4	Marginal de Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	0,33	-	2,33	1	-	0,66	0,66	0,33	-	2,67
Cruce Camar	5	Rica rica-Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,66	-	1	0,33	2,33	1,33	2	1,33	3,67(**)
	6	Brea-Cachiyuyo	<i>Liolaemus puna</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
			<i>Liolaemus cf. paulinae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33
			<i>Liolaemus constanzae</i>	-	-	0,66	0,66	1	1	1	0,33	0,66	-
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	-	-	-	-	-	(**)	-	-	-
	7	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	0,66	-	0,33	-	-	-	(**)	0,33	-	-
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	-	-	-	-	0,33	0,66	1(**)	1,33	1,67
	8	Marginal de Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	0,33	0,33	-	-	-	3	-	2	0,66	3,33
Aguas de Quelana	9	Rica rica-Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,33	-	0,66	0,33	0,66	0,66	1	1	1,33

Tabla 5-26. Abundancias de reptiles en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)									
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Cruce SQM	10	Brea–Cachiyuyo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,66	0,66	-	-	0,66	-	-	0,66	1
	11	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	0,33	0,33	-	-	0,33	-	0,33	-	0,67
	12	Marginal de Salar	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	-
			<i>Liolaemus fabiani</i>	2,33	0,33	3	-	-	2	4	3,33	-	0,67(**)
	13	Rica rica–Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,33	-	0,33	-	-	0,66	3,33	0,33	0,67
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	-	-	-	-	-	0,33	-	0,33	-
	14	Brea–Cachiyuyo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	1	-	-	-	1,66	0,33	-	(**)	1,67
	15	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,33	-	-	1	1	0,66	1	0,66	-
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	-	-	-	-	0,33	0,66	-	-	-
	16	Marginal de Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	-	1,66	-	1,33	0,33	0,33	0,33	1,33	1	-
Laguna Interna	17	Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	2,66	1,33	-	0,33	-	-	-	-	1,66	2,33

(*) Número promedio de ejemplares registrados en tres transectos de 300 m.

(**) Al menos un ejemplar registrado fuera del tiempo de recorrido (fuera de transecto).

Fuente: Elaboración propia.

5.3.2.2 — Abundancia de avifauna

a. Abundancia de aves terrestres

Durante el periodo de monitoreo del Plan de Seguimiento Ambiental 2006-2015 en el Borde Este del Salar de Atacama, las aves terrestres han presentado bajas abundancias, independiente de la cobertura y composición de la vegetación. Es así como en las prospecciones realizadas en abril de 2008, solo se contó con avistamientos circunstanciales, los que se obtuvieron fuera de los tiempos y recorridos de los transectos.

Durante la temporada de abril de 2015, se registraron aves en nueve de los 17 transectos, con un total de nueve especies. De estas, dos corresponden a especies acuáticas, las que fueron detectadas en pozas cercanas: *Phoenicoparrus andinus* (parina grande) y *Charadrius alticola* (chorlo puna). Las siete especies terrestres restantes fueron: *Buteo polyosoma* (aguilucho), *Phalcoboenus megalopterus* (carancho cordillerano), *Bubulcus ibis* (garza boyera), *Pygochelidon cyanoleuca* (golondrina lomo negro), *Anthus correndera* (bailarín chico), *Muscisaxicola maculirostris* (dormilona chica) y *Agriornis montana* (mero gaucho). Las abundancias varían entre los 0,33 y 1,67 individuos/transecto, con registros que van entre uno y cinco ejemplares por transecto, contabilizando un total de veinte aves avistadas (Tabla 5-27).

En cuanto a las aves terrestres, sólo se encontraron en hábitat de Rica rica-Pingo pingo, Brea-Cachiyuyo y Pajonal en los sectores de Vega de Carvajal, Cruce Camar y Cruce SQM. En los transectos de hábitat Marginal de Salar y Salar en los sectores de Aguas de Quelana y Peine, respectivamente, sólo se observaron ejemplares de aves acuáticas, con excepción del año 2006 donde se avistó al Passeriforme *Lessonia oreas* (colegial andino), en el transecto del sector Laguna Interna (hábitat Salar). Como avistamiento excepcional en la presente temporada, se registró un individuo de *Phoenicoparrus. andinus* en vuelo sobre el hábitat de Pajonal, en el sector Vega de Carvajal.

Tabla 5-27 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)									
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Vega de Carvajal	1	Rica rica-Pingo pingo	<i>Buteo polysoma</i>					(**)					
			<i>Larus serranus</i> (<i>Chroicocephalus serranus</i>)								(**)		
			<i>Metriopelia aymara</i>				0,33						
			<i>Agriornis microptera</i>									0,33	
			<i>Agriornis montana</i>										0,33
			No se observó especies	+	+	+			+	+			
	2	Brea-Cachiyuyo	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>			(**)							
			<i>Anthus correndera</i>	1,33									
			<i>Ave no determinada</i>										0,33
			No se observó especies		+		+	+	+	+	+	+	
	3	Pajonal	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>		0,33		(**)						1
			<i>Asthenes modesta</i>				(**)						
			<i>Buteo polysoma</i>					0,33					

Tabla 5-27 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)									
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Cruce Camar		Marginal de Salar	<i>Anthus correndera</i>					0,33			0,33		0,33(**)
			<i>Phoenicoparrus andinus</i>										0,33
			No se observó especies	+		+			+	+		+	
			No se observó especies	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	5	Rica rica-Pingo pingo	<i>Agriornis montana</i>	0,33									
			<i>Buteo polyosoma</i>				(**)				(**)		
			<i>Muscisaxicola maculirostris</i>					0,33					
			<i>Sturnella supercilialis</i>								0,33		
			<i>Metriopelia aymara</i>								0,66		
			<i>Athene cunicularia</i>									RI	
			<i>Zonotrichia capensis</i>									0,33	
			No se observó especies		+	+			+	+			+
	6	Brea-Cachiyuyo	<i>Buteo polyosoma</i>			(**)						0,33	0,33
			<i>Metriopelia aymara</i>								3(**)	4,66	

Tabla 5-27 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)									
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguas de Quelana	7	Pajonal	<i>Agriornis microptera</i>				1	0,66	0,33	(**)	0,66	0,33	
			<i>Muscisaxicola maculirostris</i>						1,33		(**)	0,33	
			No se observó especies	+	+								
			<i>Anthus correndera</i>		0,33				0,33				
			<i>Phalcoboenus megalopterus</i>										0,33
	8	Marginal de Salar	No se observó especies	+		+	+	+		+	+	+	
			<i>Charadrius alticola</i>								(**)		
			No se observó especies	+	+	+	+	+	+	+		+	+
	9	Rica rica-Pingo pingo	<i>Buteo polyosoma</i>							(**)			
			<i>Phalcoboenus megalopterus</i>		0,33								
			<i>Muscisaxicola frontalis</i>		0,33								
			<i>Leptasthenura aegithaloides</i>		0,33								
			No se observó especies	+		+	+	+	+		+	+	+
	10	Brea-Cachiyuyo	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	0,33									

Tabla 5-27 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)											
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
			<i>Muscisaxicola maculirostris</i>			(**)			0,33						
			<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>												
			<i>Hirundo rustica</i>			(**)									
			<i>Leptasthenura aegithaloides</i>					0,33							
			<i>Zonotrichia capensis</i>				0,33								
			No se observó especies		+			+		+	+	+	+		
			11	Pajonal	<i>Buteo polyosoma</i>								0,33		
					<i>Phalcoboenus megalopterus</i>				(**)						
					<i>Zonotrichia capensis</i>				(**)						
					No se observó especies	+	+	+		+	+	+		+	+
12	Marginal de Salar	<i>Charadrius alticola</i>									3	3(**)	4,66	0,33	
		<i>Calidris bairdii</i>									1,66	6,66			
		<i>Phoenicoparrus andinus</i>									1,33		0,33		
		<i>Phoenicopterus chilensis</i>										0,33			

Tabla 5-27 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)									
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Cruce SQM	13	Rica rica-Pingo pingo	No se observó especies	+	+	+	+	+	+				
			<i>Phalcoboenus megalopterus</i>			(**)							
			<i>Metriopelia aymara</i>									6	
			<i>Leptasthenura aegithaloides</i>					0,33					
			<i>Bubulcus ibis</i>										0,33
			<i>Geositta punensis</i>								0,66		
			<i>Upucerthia dumetaria</i>									0,33	
			<i>Muscisaxicola maculirostris</i>								0,33		
			<i>Sicalis auriventris</i>	(**)									
			<i>Anthus correndera</i>							0,33			
			No se observó especies		+		+		+				
	14	Brea-Cachiyuyo	<i>Buteo polyosoma</i>					(**)		(**)			
			<i>Geositta punensis</i>									(**)	
			<i>Agriornis microptera</i>									(**)	

Tabla 5-27 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)									
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
			<i>Muscisaxicola maculirostris</i>				0,66	0,33		(**)		0,33	
			<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>										1
			No se observó especies	+	+	+			+		+		
	15	Pajonal	No se observó especies	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	16	Marginal de Salar	<i>Buteo polyosoma</i>						(**)				
			<i>Phoenicoparrus andinus</i>									5	
			<i>Recurvirostra andina</i>								0,33		
			<i>Charadrius alticola</i>							1	0,66	1	
			<i>Calidris bairdii</i>							3	0,66		
			No se observó especies	+	+	+	+	+					+
Laguna Interna	17	Salar	<i>Lessonia oreas</i>	0,33									
			<i>Charadrius alticola</i>										1,67
			No se observó especies		+	+	+	+	+	+	+	+	

Tabla 5-27 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)									
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015

(*) Número promedio de ejemplares registrados en tres transectos de 300 m.

(**) Al menos un ejemplar registrado fuera del tiempo de recorrido (fuera de transecto).

+: Ausencia de registros en el hábitat.

RI: Registro indirecto.

Fuente: Elaboración propia

b. Abundancia de aves acuáticas

A continuación se presentan los resultados generales de abundancia para aves acuáticas obtenidos durante las campañas de monitoreo realizadas en abril de cada año, entre los años 2006 y 2015. En la sección 5.3.2.2.b.1., se analiza la abundancia para toda el área de estudio y, posteriormente en las secciones 0., 3. y 4 se analiza la abundancia para los Sistemas Lacustres Soncor, Aguas de Quelana y Peine, respectivamente.

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

El registro total de aves acuáticas en los censos realizados desde la temporada abril 2006 hasta abril 2015 en el Borde Este del Salar de Atacama, se presenta en la Tabla 5-28. Para la presente temporada (2015), se avistó un total de 4.621 individuos pertenecientes a 18 especies, incluyendo cuatro Passeriformes usualmente asociados a cuerpos de agua: *Lessonia oreas* (colegial), *Pygochelidon cyanoleuca* (golondrina lomo negro) y *Hirundo rustica* (golondrina bermeja) en espacios abiertos con cuerpos de agua, y *Anthus correndera* (bailarín chico) en la franja de vegetación palustre (i.e. juncal).

En comparación a los registros de años anteriores, donde la riqueza específica varió entre 14 y 17 especies, el año 2015 se observaron 18 taxa. Así mismo, durante la campaña 2015 se aprecia un aumento en la abundancia de ejemplares en relación a campañas previas. Estos valores van desde los 2.128 ejemplares registrados el año 2010, 4.345 ejemplares el año 2014, y un valor de 4.621 individuos registrados durante el censo de 2015 (Tabla 5-28).

En términos de riqueza para los distintos sistemas lacustres, el que presenta el mayor número de taxa fue Aguas de Quelana, con 13 especies, seguido de Soncor con 11 especies, y finalmente Peine con 8 especies. Por su parte, los cuerpos de agua con mayor diversidad fueron Laguna Barros Negros, Laguna Chaxa y uno de los cuerpos de agua del Sistema Aguas de Quelana, con 10 especies cada uno. Las tres especies de flamencos fueron detectadas en los tres Sistemas Lacustres mencionados, aunque la especie *Phoenicoparrus jamesi* (parina chica), fue poco frecuente en relación a censos de temporadas anteriores. Las especies más frecuentes corresponden a *Phoenicoparrus andinus* (parina grande), seguido de *Charadrius alticola* (chorlo puna) y *Phoenicopterus chilensis* (flamenco chileno). Por el contrario, las especies menos frecuentes, y cuyo registro corresponde a un solo ejemplar fueron: *Bubulcus ibis* (garza boyera), *Larus serranus* (gaviota andina), *Fulica cornuta* (tagüa cornuda) y *Anthus correndera* (bailarín chico). Esta última especie, junto a *L. oreas*, *P. cyanoleuca* e *H. rustica*, sólo fueron avistados en el Sistema Lacustre de Quelana.

Al igual que en años anteriores, las especies dominantes en cuanto a su abundancia en el Salar son los flamencos, destacando las especies *P. andinus* con 1.348 individuos y *P. chilensis* con 650 individuos. En ambos casos se registró un aumento respecto al censo del año anterior, a diferencia de la especie *P. jamesi*, la cual disminuyó considerando su número en la temporada 2014, con sólo 155 ejemplares. En relación a años anteriores, se apreció un aumento también en los pollos de flamenco, con un total de 1.251 individuos contabilizados para el 2015, superando el registro del 2012 con 1.122 ejemplares.

Otras especies abundantes corresponden a *Calidris bairdii* (playero de Baird) con 321 individuos, *Phalaropus tricolor* (pollito de mar tricolor) con 302 registros, *Recurvirostra andina* (caiti) con 173 ejemplares y *C. alticola* con 149 avistamientos. Por su parte, las especies con menor abundancias fueron: *B. ibis*, *C. serranus*, *A. correndera* y *F. cornuta* con un ejemplar de cada especie, y las golondrinas *P.*

cyanoleuca y *H. rustica* con tres ejemplares registrados para cada una. Cabe destacar que la especie *F. cornuta* fue registrada por primera vez en los censos.

De las especies identificadas, las siguientes corresponden a aves migrantes boreales: *Tringa melanoleuca* (pitotoy grande), *Tringa flavipes* (pitotoy chico), *C. bairdii*, *Calidris melanotos* (playero pectoral), *P. tricolor* e *H. rustica* (Tala, 2006).

Tabla 5-28. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015. Total por especie

Especie	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Bubulcus ibis</i>								1		1
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	762	395	314	211	459	491	269	386	248	650
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	2101	722	879	618	610	544	1113	887	989	1348
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	184	632	473	341	457	366	389	1026	477	155
<i>Pollos de flamencos</i>		91	563	1			1122	699	1114	1251
<i>Flamencos no determinados</i>		41		211		60	10	10	262	200
<i>Lophonetta specularioides</i>	13	10	4	14	18	8	13	11	21	7
<i>Anas georgica</i>									3	
<i>Anas flavirostris oxyptera</i>		1	9	2	4				5	
<i>Anas cyanoptera</i>				2	5				2	
<i>Gallinula chloropus</i>								2	1	
<i>Pluvialis dominica</i>				2						
<i>Charadrius alticola</i>	128	130	97	117	77	108	88	101	206	149
<i>Recurvirostra andina</i>	286	96	95	142	129	143	170	106	87	173
<i>Tringa melanoleuca*</i>		7	20	130	6	28	5	33	18	13
<i>Tringa flavipes*</i>	10						1	5		21

Tabla 5-28. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015. Total por especie

Especie	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Calidris bairdii</i> *	222	167	241	205	192	218	117	176	235	321
<i>Calidris melanotos</i> *	31	97	18			4	8			14
<i>Phalaropus tricolor</i> *	178	284	96	186	121	263	179	280	656	302
<i>Larus serranus</i> (<i>Chroicocephalus serranus</i>)	13	3	8	2	7	9	2	6		1
<i>Lessonia oreas</i>	24	8	6	11	12	18	4	1	9	7
<i>Anthus correndera</i>	10	41	14	30	31	33	30	11	12	1
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>		2				1				3
<i>Hirundo rustica</i> *	26									3
<i>Fulica cornuta</i>										1
N° especies	14	15	14	15	14	14	14	17	15	18
N° individuos	3.988	2.722	2.837	2.225	2.128	2.294	3.520	3.741	4.345	4.621

* Especies migratorias boreales: se reproduce en hemisferio norte y migran al sur en época no reproductiva. Parte de su población cruza el Ecuador durante sus desplazamientos (Tala, 2006).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-29. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2015

Especies	Puilar										Chaxa									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bubulcus ibis																				
Phoenicopterus chilensis	149	65	15	36	30	78	28	98	20	191	125	159	209		135	213	126	144	7	151
Phoenicoparrus andinus	809	227	346	151	51	221	538	409	510	663	219	115	202	97	98	53	69	96	22	172
Phoenicoparrus jamesi		194	51	54	93	113	66	84	19	83		179	179	79	148	27	166	754	295	
Pollos de flamencos		400	420				970	678	1100	725			86	1			37			
Flamencos no determinados				98				6	225	90						60				25
Lophonetta specularioides															5	2		2	3	
Anas georgica																				
Anas flavirostris oxyptera																				
Anas cyanoptera																				
Gallinula chloropus																				
Pluvialis dominica																				
Charadrius alticola	6		4		8					15		9	11	4	8	6	4	6	8	8
Recurvirostra andina		11	16	14	11	21	13	4		6	36	2	14	40	24	30	45	41	7	46

Tabla 5-29. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2015

Especies	Puillar										Chaxa									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tringa melanoleuca			16		3	15			12					120		12	2	6	5	6
Tringa flavipes																				11
Calidris bairdii	25		115		17	25		6	12	24	57	18	21	27	12	19	13	3	28	52
Calidris melanotos		70									18		9							6
Phalaropus tricolor		18	39				140	12			170	241	54	128	121	239	39	244	433	73
Larus serranus (Chroicocephalus serranus)		1	3									1			2	6				1
Lessonia oreas					1															
Anthus correndera																				
Pygochelidon cyanoleuca																				
Hirundo rustica																				
Fulica cornuta																				
Nº de especies	4	7	9	4	8	6	6	6	5	6	6	8	8	7	9	10	9	9	9	10
Nº de individuos	989	986	1.025	353	214	473	1.755	1.297	1.898	1.797	625	724	785	496	553	667	501	1.296	808	551

Tabla 5-30. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2015

Especies	Barros Negros										Canal Burro Muerto									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bubulcus ibis																				
Phoenicopterus chilensis	191				93	23	7		55	208	54	91	37	35	101	75	35	51	74	14
Phoenicoparrus andinus	377				7	14		1	37	103	124	57	46	52	28	33	21	62	100	83
Phoenicoparrus jamesi							1	5	19	49		41	28	60	57	5	11	66	8	6
Pollos de flamencos							111			511								2		10
Flamencos no determinados		5		58						52				25			10			
Lophonetta specularioides					2										2					
Anas georgica																				
Anas flavirostris oxyptera																				
Anas cyanoptera																				
Gallinula chloropus																				
Pluvialis dominica																				
Charadrius alticola	3				9	23	4	9	4	14	47	29	17	7	10	4	28	23	68	16
Recurvirostra andina	31				7	7	11	8	7	8	117	30	13	25	34	55	51	21	17	56

Tabla 5-30. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2015

Especies	Barros Negros										Canal Burro Muerto									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tringa melanoleuca									1	6								7		
Tringa flavipes	7						1			10										
Calidris bairdii	8				18	38	2	4	15	90	42	87	53	79	82	96	38	102	145	113
Calidris melanotos							1			6	3									
Phalaropus tricolor									201	229				3		24				
Larus serranus (Chroicocephalus serranus)	2												4					2		
Lessonia oreas																				
Anthus correndera																				
Pygochelidon cyanoleuca						1														
Hirundo rustica																				
Fulica cornuta																				
Nº de especies	7	1	0	1	6	6	8	5	8	10	6	6	7	7	7	7	7	8	6	6
Nº de individuos	619	5	0	58	136	106	138	27	339	1.286	387	335	198	286	314	292	194	336	412	298

Tabla 5-31. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2015

Especies	Aguas de Quelana										Salada									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bubulcus ibis																	1			1
Phoenicopterus chilensis	82	23	17	53	41	41	30	35	35	22	108	39	24	54	36	35	40	44	53	44
Phoenicoparrus andinus	301	73	49	100	106	76	142	113	126	112	271	158	206	157	253	138	333	136	185	149
Phoenicoparrus jamesi		11	14	3	11	20	5	13	18	5	162	95	124	85	35	125	95	49	54	8
Pollos de flamencos										5		16					4		14	
Flamencos no determinados				30					2	18		31						4	35	15
Lophonetta specularioides	9	7	4	14	7	6	6	6	13	7		3			2		7	3	5	
Anas georgica									3											
Anas flavirostris oxyptera		1	8	2	4				5				1							
Anas cyanoptera				2	5				2											
Gallinula chloropus								2	1											
Pluvialis dominica				2																
Charadrius alticola	53	89	60	103	42	73	45	53	112	69	2			3		2	2	4	5	15
Recurvirostra andina	69	40	32	49	41	24	35	22	40	34	17	13	20	14	12	6	13	21	16	23

Tabla 5-31. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2015

Especies	Aguas de Quelana										Salada									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tringa melanoleuca		7	4	9	1	1	3	15		1								1		
Tringa flavipes	3							5												
Calidris bairdii	53	54	50	98	56	40	57	48	33	32	10		2		2		2	4		10
Calidris melanotos	6		9			4	7			2		27								
Phalaropus tricolor												18	2	54				24	17	
Larus serranus (Chroicocephalus serranus)	2		1	2	1	2					5	1			3	1		2		
Lessonia oreas	24	8	6	11	11	18	4	1	9	7										
Anthus correndera	10	41	14	30	31	33	30	11	12	1										
Pygochelidon cyanoleuca		2								3										
Hirundo rustica	20									3	2									
Fulica cornuta																				
N° de especies	12	12	13	14	13	12	11	12	13	13	8	8	7	6	7	6	8	11	7	7
N° de individuos	632	356	268	508	356	338	364	324	411	321	577	401	379	367	343	307	496	293	384	265

Tabla 5-32. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Especies	Saladita										Interna									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Bubulcus ibis</i>																				
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	23	12	4	25	16	17	3	7	4	15	30	6	8	8	7	9		7		5
<i>Phoenicoparrus andinus</i>		71	12	29	55	9	10	43	6	19		21	18	32	12			27	3	47
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	22	64	21	43	79	44	45	47	46	4		48	56	17	34	32		8	18	
Pollos de flamencos		75	57					19												
Flamencos no determinados																				
<i>Lophonetta specularioides</i>	4																			
<i>Anas georgica</i>																				
<i>Anas flavirostris oxyptera</i>																				
<i>Anas cyanoptera</i>																				
<i>Gallinula chloropus</i>																				
<i>Pluvialis dominica</i>																				
<i>Charadrius alticola</i>			4				2	4	7		17	3	1				3	2	2	12
<i>Recurvirostra andina</i>	7						2	2			9							1		

Tabla 5-32. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Especies	Saladita										Interna									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Tringa melanoleuca</i>														1	2			4		
<i>Tringa flavipes</i>																				
<i>Calidris bairdii</i>					2			3			27	8		1	3		5	6	2	
<i>Calidris melanotos</i>											4									
<i>Phalaropus tricolor</i>	8	7											1	1					5	
<i>Larus serranus</i> (<i>Chroicocephalus serranus</i>)	2				1			2			2						2			
<i>Lessonia oreas</i>																				
<i>Anthus correndera</i>																				
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>																				
<i>Hirundo rustica</i>	4																			
<i>Fulica cornuta</i>																				1
N° de especies	7	4	4	3	5	3	5	7	4	3	6	5	5	6	5	2	3	7	5	4
N° de individuos	70	229	98	97	153	70	62	127	63	38	89	86	84	60	58	41	10	55	30	65

Abundancias de aves acuáticas en el Sistema Lacustre Soncor

El Sistema Lacustre Soncor presenta cierta heterogeneidad en cuanto a la riqueza y abundancia en las lagunas que lo conforman, pese a la cercanía entre los diferentes cuerpos de agua. Los registros muestran un aumento de la riqueza en tres de los cuatro sectores en relación a los censos de años anteriores. Es así como en laguna Barros Negros y Chaxa se contabilizaron diez especies en cada laguna, seguido de las lagunas Puilar y Canal Burro Muerto, donde se observaron seis especies en cada sector.

En cuanto a las abundancias observadas durante la temporada 2015, se registró un total de 3.932 aves, apreciándose una variación importante en las abundancias de las distintas lagunas que conforman el Sistema Soncor: en la laguna Puilar, al igual que el año anterior, se observó la mayor abundancia, con 1.797 individuos, seguida de laguna Barros Negros con 1.286 aves. Por su parte, las lagunas Chaxa y Canal Burro Muerto presentaron abundancias de 551 y 298 ejemplares respectivamente. A nivel de especies, la más abundante fue *Phoenicoparrus andinus* (parina grande), con 1.021 individuos, seguida por *Phoenicopterus chilensis* (flamenco chileno), con 564 ejemplares. Cabe destacar la presencia de 1.246 pollos de flamenco registrados en este Sistema, correspondiendo al mayor número censado desde el año 2006.

En la Tabla 5-33 y en la Figura 5-13 a la Figura 5-17, se muestran los resultados para las tres especies de flamencos en los censos realizados en abril desde el año 2006 al 2015, considerando las distintas lagunas del Sistema Soncor. Se aprecia, en general, un aumento de individuos en la campaña de 2015, con 3.136 flamencos, los que corresponden principalmente a las especies *P. chilensis* y *P. andinus*, así como a pollos de flamenco. Por su parte, la especie *Phoenicoparrus jamesi* (parina chica) presentó una disminución respecto al año anterior. En las lagunas Puilar y Barros Negros las tres especies aumentaron su abundancia, mientras que en laguna Chaxa se detectó un aumento en dos especies, así como la ausencia de *P. jamesi*. Finalmente en el Canal Burro Muerto se registró una disminución en las tres especies, al ser comparadas con el censo del año 2014.

En la Tabla 5-34 se exponen los resultados de las otras especies de aves acuáticas para los censos de abril desde el 2006 a 2015 en el Sistema Soncor. En relación al año anterior (2014), existe un aumento en la riqueza específica, identificando para la presente temporada ocho especies, mientras que se detectó una reducción en la abundancia, con 796 individuos en el total del Sistema Lacustre. La especie más abundante fue *Phalaropus tricolor* (pollito de mar tricolor) con 302 ejemplares, seguida de *Calidris bairdii* (playero de Baird) y *Recurvirostra andina* (caití) con 279 y 116 aves respectivamente. En contraste se encuentra la especie *Larus serranus* (gaviota andina), la que presentó sólo un registro en laguna Chaxa.

Tabla 5-33. Abundancia de flamencos en las Lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2015

N° de ejemplares por especie							
Laguna	Año	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Pollos de flamencos	Flamencos no determinados	Total
Laguna Puilar	2006	149	809	-	-	-	958
	2007	65	227	194	400	-	886
	2008	15	346	51	420	-	832
	2009	36	151	54	-	98	339
	2010	30	51	93	-	-	174
	2011	78	221	113	-	-	412
	2012	28	538	66	970	-	1602
	2013	98	409	84	678	6	1275
	2014	20	510	19	1100	225	1874
	2015	191	663	83	725	90	1752
Laguna Chaxa	2006	125	219	-	-	-	344
	2007	159	115	179	-	-	453
	2008	209	202	179	86	-	676
	2009	-	97	79	1	-	177
	2010	135	98	148	-	-	381
	2011	213	53	27	-	60	353
	2012	126	69	166	37	-	398
	2013	144	96	754	-	-	994

Tabla 5-33. Abundancia de flamencos en las Lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2015

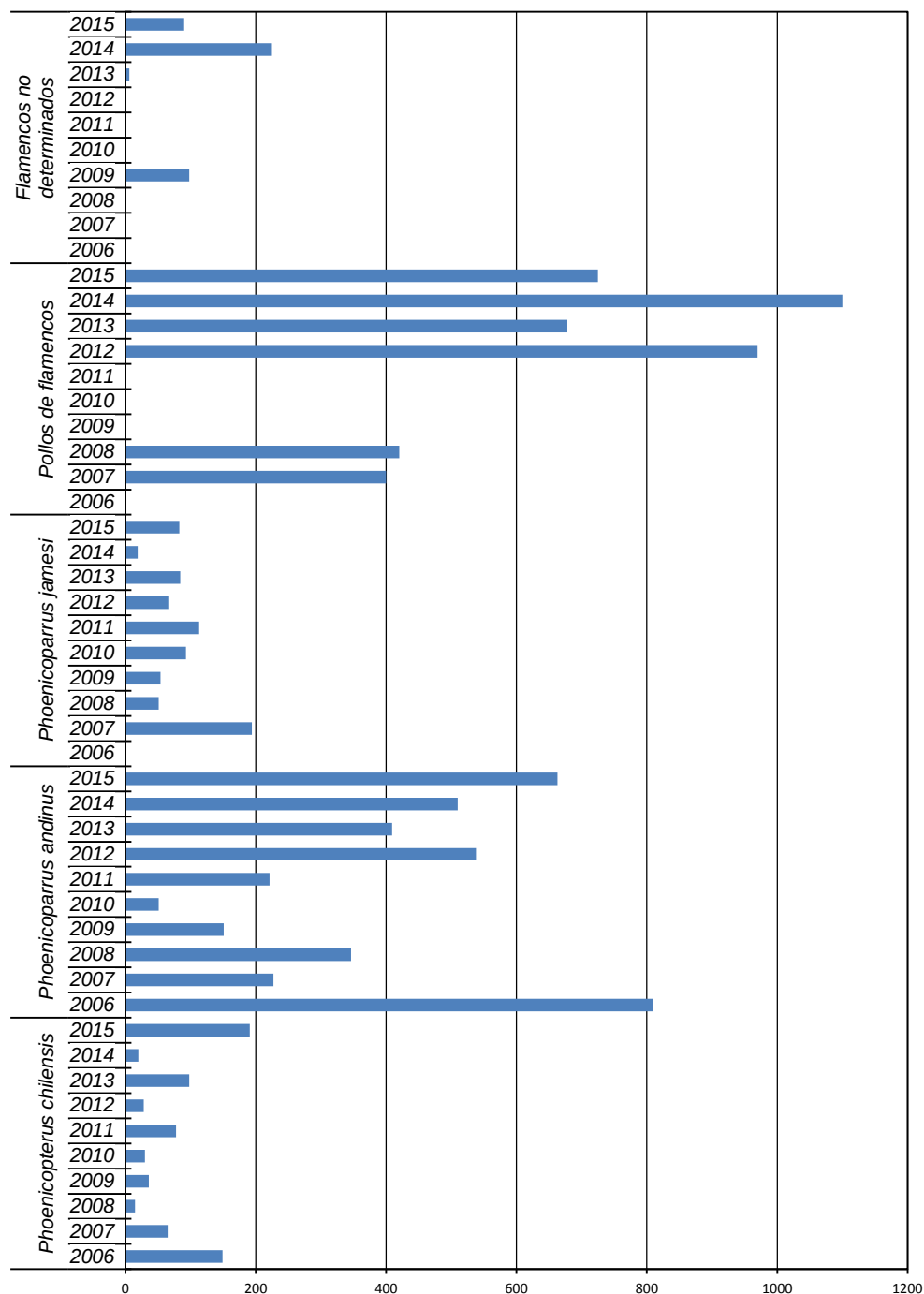
N° de ejemplares por especie							
Laguna	Año	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Pollos de flamencos	Flamencos no determinados	Total
	2014	7	22	295	-	-	324
	2015	151	172	-	-	25	348
Laguna Barros Negros	2006	191	377	-	-	-	568
	2007	-	-	-	-	5	5
	2008	-	-	-	-	-	-
	2009	-	-	-	-	58	58
	2010	93	7	-	-	-	100
	2011	23	14	-	-	-	37
	2012	7	-	1	111	-	119
	2013	-	1	5	-	-	6
	2014	55	37	19	-	-	111
	2015	208	103	49	511	52	923
Canal Burro Muerto	2006	54	124	-	-	-	178
	2007	91	57	41	-	-	189
	2008	37	46	28	-	-	111
	2009	35	52	60	-	25	172
	2010	101	28	57	-	-	186
	2011	75	33	5	-	-	113

Tabla 5-33. Abundancia de flamencos en las Lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2015

N° de ejemplares por especie							
Laguna	Año	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Pollos de flamencos	Flamencos no determinados	Total
	2012	35	21	11		10	77
	2013	51	62	66	2	-	181
	2014	74	100	8	-	-	182
	2015	14	83	6	10	-	113
Total Sistema Soncor	2006	519	1529	-	-	-	2048
	2007	315	399	414	400	5	1533
	2008	261	594	258	506	-	1619
	2009	71	300	193	1	181	746
	2010	359	184	298	-	-	841
	2011	389	321	145	-	60	915
	2012	196	628	244	1118	10	2196
	2013	293	568	909	680	6	2456
	2014	156	669	341	1100	225	2491
	2015	564	1021	138	1246	167	3136

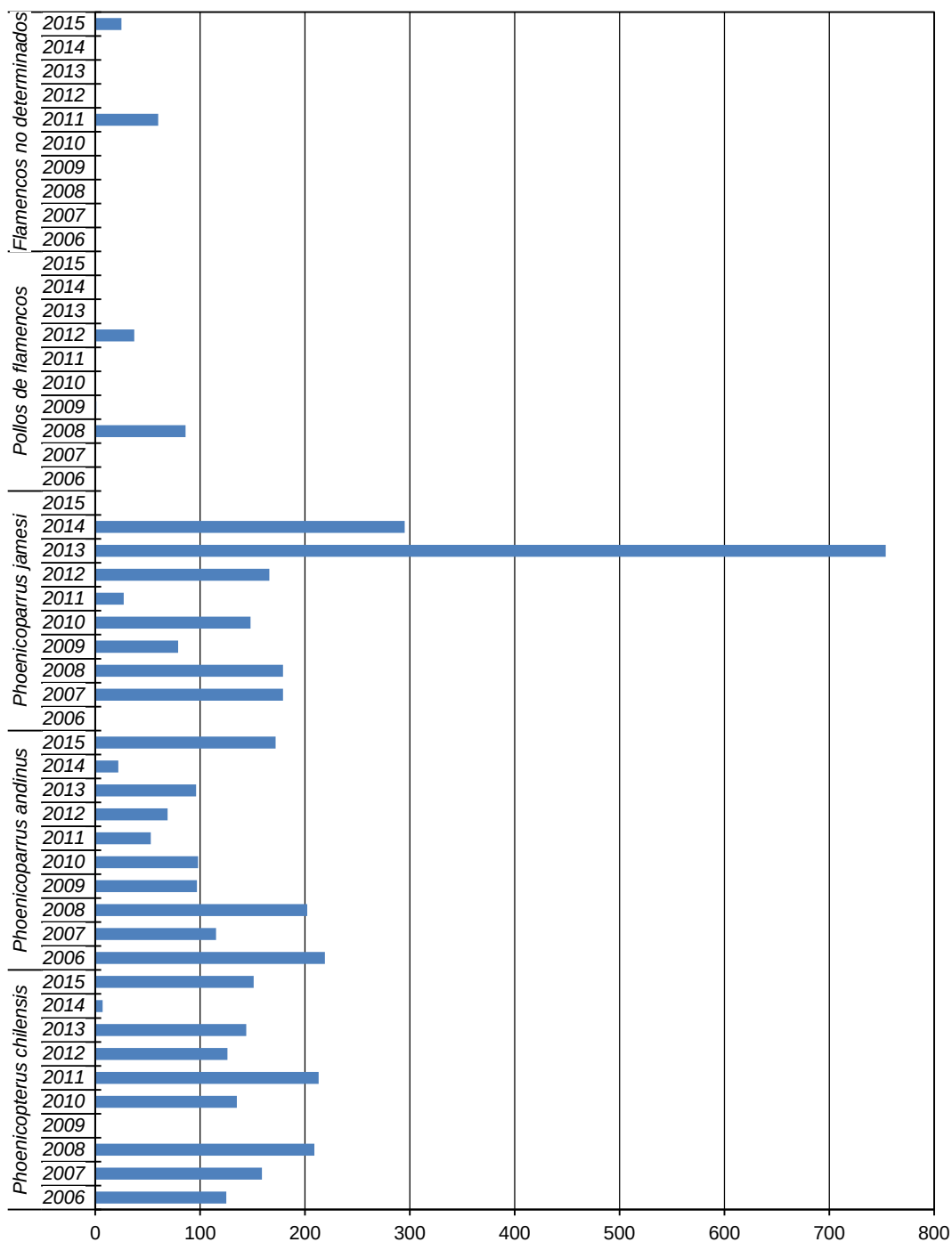
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-13. Abundancia de flamencos en Laguna Puilar



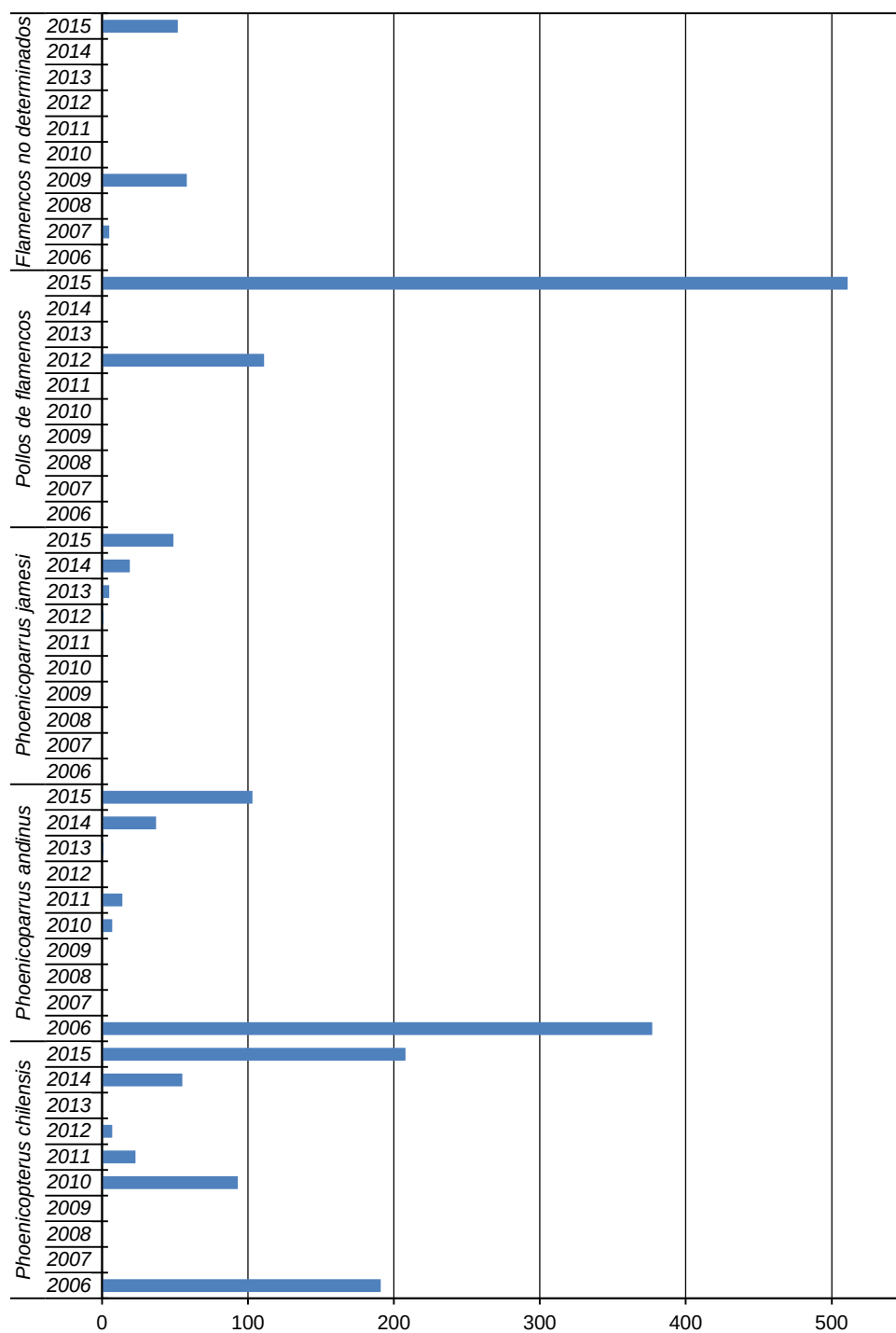
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-14. Abundancia de flamencos en Laguna Chaxa



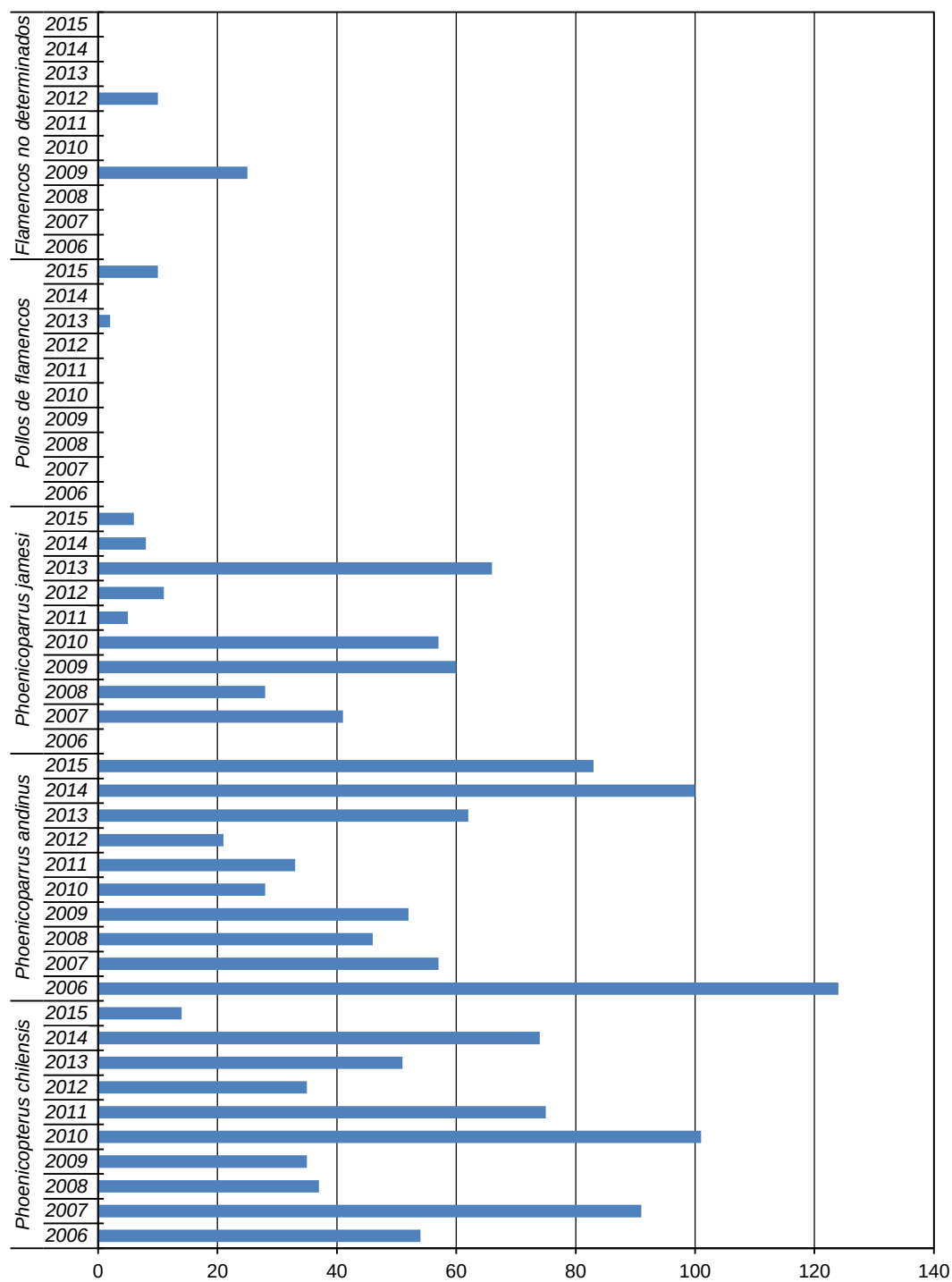
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-15. Abundancia de flamencos en Laguna Barros Negros



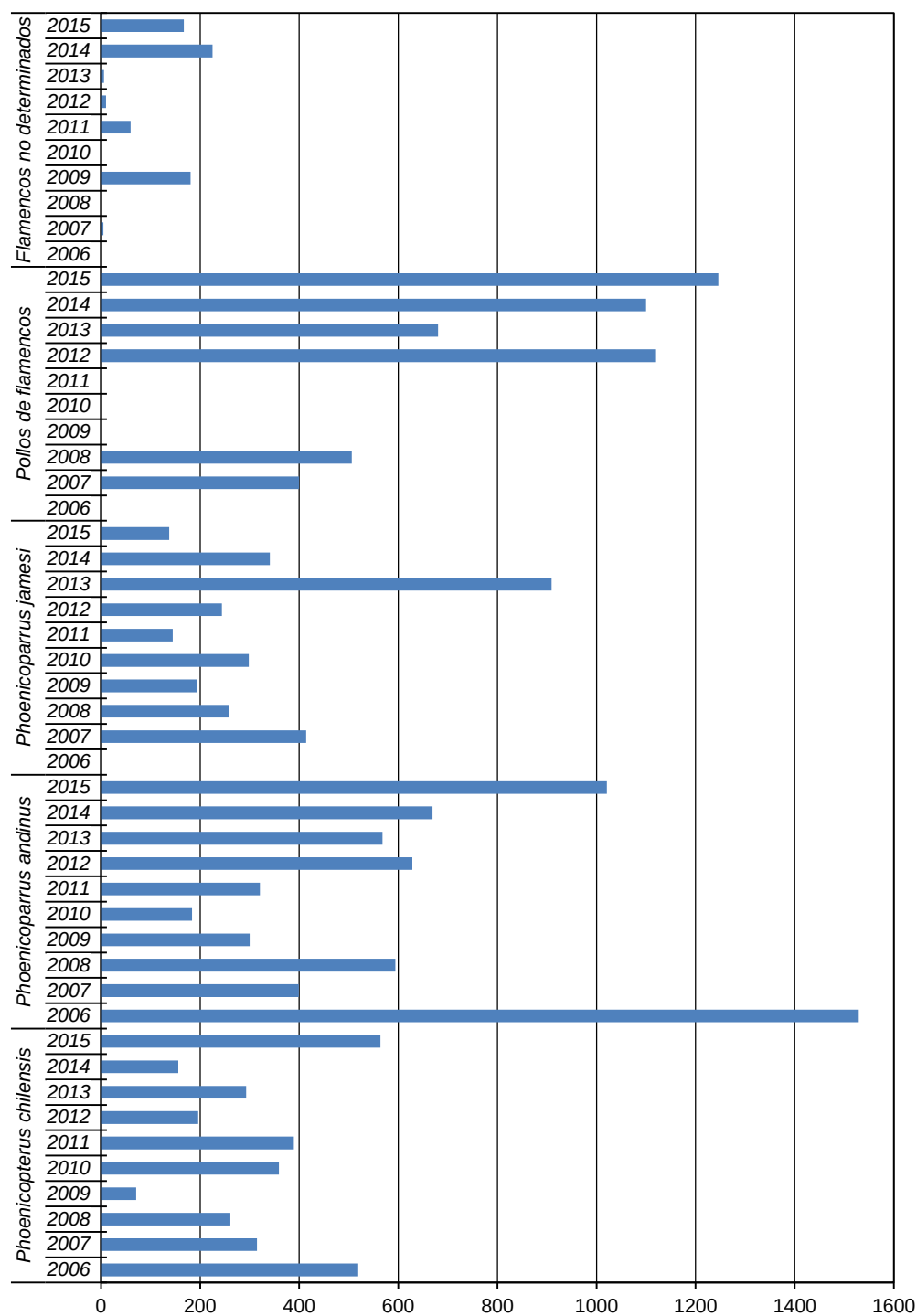
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-16. Abundancia de flamencos en Canal Burro Muerto



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-17. Abundancia de flamencos en Sistema Lacustre Soncor



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-34. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las Lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2015

		N° de ejemplares por especie										
Laguna	Año	<i>Lophonetta specularioides</i>	<i>Charadrius alticola</i>	<i>Recurvirostra andina</i>	<i>Tringa melanoleuca</i>	<i>Tringa flavipes</i>	<i>Calidris bairdii</i>	<i>Calidris melanotos</i>	<i>Phalaropus tricolor</i>	<i>Larus serranus</i> (<i>Chroicocephalus serranus</i>)	<i>Lessonia oreas</i>	Total
Laguna Puilar	2006	-	6	-	-	-	25	-	-	-	-	31
	2007	-	-	11	-	-	-	70	18	1	-	100
	2008	-	4	16	16	-	115	-	39	3	-	193
	2009	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	14
	2010	-	8	11	3	-	17	-	-	-	1	40
	2011	-	-	21	15	-	25	-	-	-	-	61
	2012	-	-	13	-	-	-	-	140	-	-	153
	2013	-	-	4	-	-	6	-	12	-	-	22
	2014	-	-	-	12	-	12	-	-	-	-	24
	2015	-	15	6	-	-	24	-	-	-	-	45
Laguna Chaxa	2006	-	-	36	-	-	57	18	170	-	-	281
	2007	-	9	2	-	-	18	-	241	1	-	271
	2008	-	11	14	-	-	21	9	54	-	-	109
	2009	-	4	40	120	-	27	-	128	-	-	319
	2010	5	8	24	-	-	12	-	121	2	-	172
	2011	2	6	30	12	-	19	-	239	6	-	314
	2012	-	4	45	2	-	13	-	39	-	-	103

Tabla 5-34. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las Lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2015

		N° de ejemplares por especie										
Laguna	Año	<i>Lophonetta specularioides</i>	<i>Charadrius alticola</i>	<i>Recurvirostra andina</i>	<i>Tringa melanoleuca</i>	<i>Tringa flavipes</i>	<i>Calidris bairdii</i>	<i>Calidris melanotos</i>	<i>Phalaropus tricolor</i>	<i>Larus serranus</i> (<i>Chroicocephalus serranus</i>)	<i>Lessonia oreas</i>	Total
	2013	2	6	41	6	-	3	-	244	-	-	302
	2014	3	8	7	5	-	28	-	433	-	-	484
	2015		8	46	6	11	52	6	73	1	-	203
Laguna Barros Negros	2006	-	3	31	-	7	8	-	-	2	-	51
	2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2010	2	9	7	-	-	18	-	-	-	-	36
	2011	-	23	7	-	-	38	-	-	-	-	68
	2012	-	4	11	-	1	2	1	-	-	-	19
	2013	-	9	8	-		4		-	-	-	21
	2014	-	4	7	1	-	15	-	201	-	-	228
	2015	-	14	8	6	10	90	6	229	-	-	363
Canal Burro Muerto	2006	-	47	117	-	-	42	3	-	-	-	209
	2007	-	29	30	-	-	87	-	-	-	-	146
	2008	-	17	13	-	-	53	-	-	4	-	87
	2009	-	7	25	-	-	79	-	3	-	-	114

Tabla 5-34. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las Lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2015

		N° de ejemplares por especie										Total
Laguna	Año	<i>Lophonetta specularioides</i>	<i>Charadrius alticola</i>	<i>Recurvirostra andina</i>	<i>Tringa melanoleuca</i>	<i>Tringa flavipes</i>	<i>Calidris bairdii</i>	<i>Calidris melanotos</i>	<i>Phalaropus tricolor</i>	<i>Larus serranus</i> (<i>Chroicocephalus serranus</i>)	<i>Lessonia oreas</i>	
	2010	2	10	34	-	-	82	-	-	-	-	128
	2011	-	4	55	-	-	96	-	24	-	-	179
	2012		28	51	-	-	38	-	-	-	-	117
	2013	-	23	21	7	-	102	-	-	2	-	155
	2014	-	68	17	-	-	145	-	-	-	-	230
	2015	-	16	56	-	-	113	-	-	-	-	185
Total Sistema Soncor	2006	-	56	184	-	7	132	21	170	2	-	572
	2007	-	38	43	-	-	105	70	259	2	-	517
	2008	-	32	43	16	-	189	9	93	7	-	389
	2009	-	11	79	120	-	106	-	131	-	-	447
	2010	9	35	76	3	-	129	-	121	2	1	376
	2011	-	33	113	27	-	178	-	263	6	-	620
	2012	-	36	120	2	1	53	1	179	-	-	392
	2013	2	38	74	13	-	115	-	12	2	-	256
	2014	3	80	31	18	-	200	-	634	-	-	966
	2015	-	53	116	12	21	279	12	302	1	-	796

Fuente: Elaboración propia

Abundancias de aves acuáticas en el Sistema Lacustre Aguas de Quelana

El Sistema Aguas de Quelana presentó la mayor riqueza entre los Sistemas Lacustres, con trece especies para las temporadas 2014 y 2015. Esta mayor riqueza está relacionada con las condiciones bióticas y abióticas que se aprecian en los cuerpos de agua y su entorno, permitiendo una diversidad de ambientes: lagunas salobres, afloramientos de agua menos salobre y presencia de vegetación entorno a las lagunas, lo que proporciona alimento y refugio a una mayor variedad de especies.

En cuanto a las abundancias de la temporada 2015, se registró un total de 321 aves. A nivel de especie, *Phoenicoparrus andinus* (parina grande) fue la más abundante, con 112 individuos, seguida por *Charadrius alticola* (chorlo puna) con 69 individuos, *Recurvirostra andina* (caití) con 34 y *Calidris bairdii* (playero de Baird), con 32 ejemplares registrados.

En la Tabla 5-35 y la Figura 5-18 se muestran los resultados para las tres especies de flamencos en los censos realizados en el mes abril de los años 2006 al 2015 para el Sistema de Quelana. Se aprecia una disminución durante la temporada 2015 para los tres flamencos en relación al año 2014, con 162 y 181 individuos en los respectivos años.

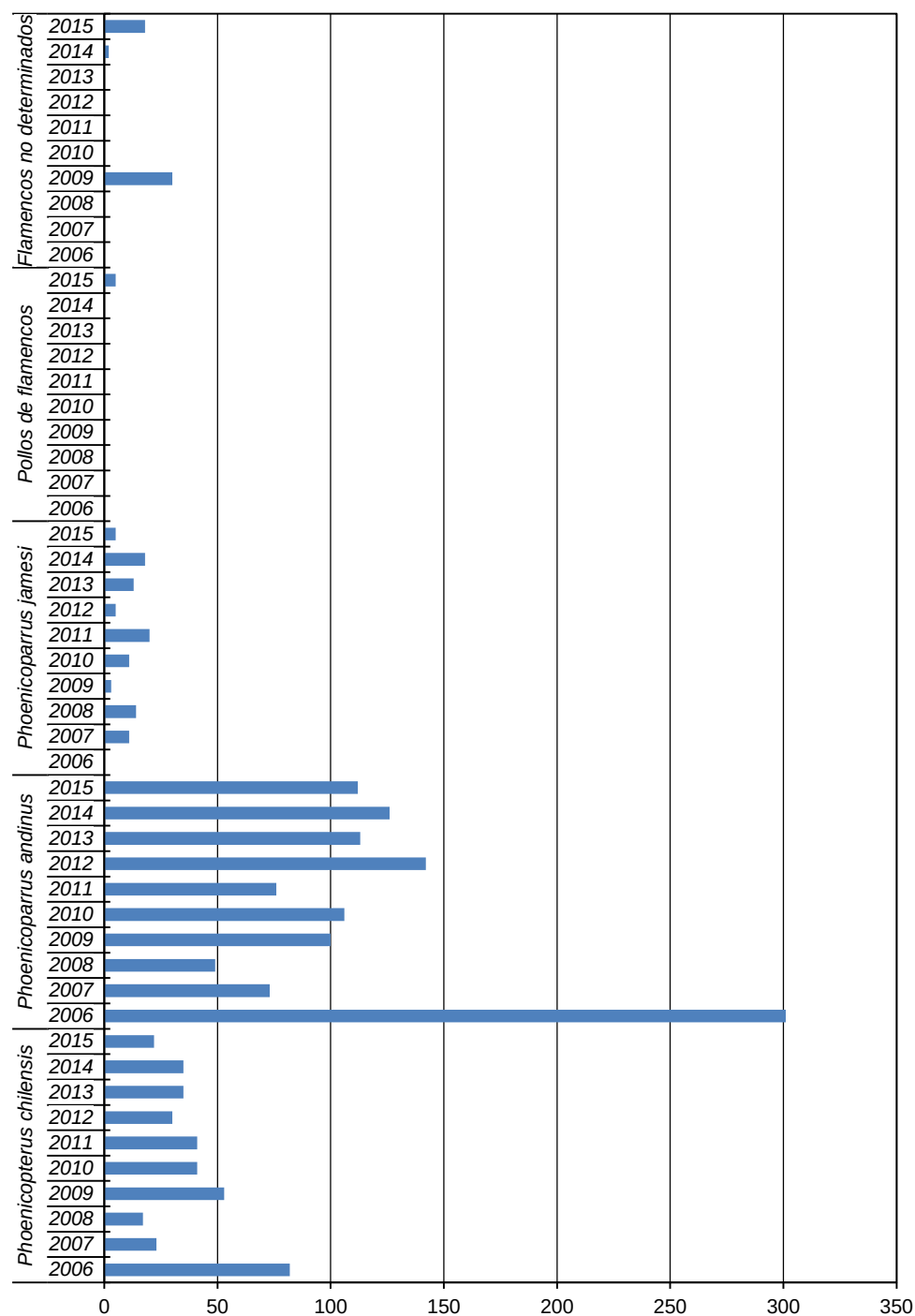
En cuanto a otras aves detectadas durante el censo, se registró solo a una especie de la familia Anatidae: *Lophonetta specularioides* (pato juarjual), con siete individuos, lo que contrasta con la observación de cuatro especies de esta familia en el año 2014. Por otra parte, se sumaron los registros de dos especies de Passeriformes: *Hirundo rustica* (golondrina bermeja) y *Pygochelidon cyanoleuca* (golondrina lomo negro), con tres ejemplares cada una. Ambas especies fueron detectadas sólo en los años 2006 y 2007, respectivamente. En la Tabla 5-36 se exponen los resultados para las especies de aves acuáticas registradas en este Sistema durante el censo 2015, las que alcanzaron una abundancia total de 159 aves, observándose una disminución en seis de las diez especies.

Tabla 5-35. Abundancia de flamencos en Sistema Lacustre Aguas de Quelana. Campañas 2006 a 2015

Especie	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	82	23	17	53	41	41	30	35	35	22
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	301	73	49	100	106	76	142	113	126	112
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	-	11	14	3	11	20	5	13	18	5
Pollos de flamencos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Flamencos no determinados	-	-	-	30	-	-	-	-	2	18
Total	383	107	80	186	158	137	177	161	181	162

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-18. Abundancia de flamencos en el Sistema Lacustre Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-36. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en Sistema Lacustre Aguas de Quelana. Campañas 2006 a 2015

Especie	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Lophonetta specularioides	9	7	4	14	7	6	6	6	13	7
Anas georgica	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Anas flavirostris oxyptera	-	1	8	2	4	-	-	-	5	-
Anas cyanoptera	-	-	-	2	5	-	-	-	2	-
Gallinula chloropus	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-
Pluvialis dominica	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Charadrius alticola	53	89	60	103	42	73	45	53	112	69
Recurvirostra andina	69	40	32	49	41	24	35	22	40	34
Tringa melanoleuca	-	7	4	9	1	1	3	15	-	1
Tringa flavipes	3	-	-	-	-	-	-	5	-	-
Calidris bairdii	53	54	50	98	56	40	57	48	33	32
Calidris melanotos	6	-	9	-	-	4	7	-	-	2
Larus serranus (Chroicocephalus serranus)	2	-	1	2	1	2	-	-	-	-
Lessonia oreas	24	8	6	11	11	18	4	1	9	7
Anthus correndera	10	41	14	30	31	33	30	11	12	1
Pygochelidon cyanoleuca	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3
Hirundo rustica	20	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Total	249	249	188	322	199	201	187	163	249	159

Fuente: Elaboración propia

Abundancias de aves acuáticas en el Sistema Lacustre Peine

En el Sistema Lacustre Peine se observaron ocho especies de aves, entre las que destaca el hallazgo de *Fulica cornuta* (tagüa cornuda), registrándose un ejemplar en laguna Interna.

Entre las distintas lagunas que conforman este sistema, Laguna Salada presentó la mayor riqueza y abundancia, con siete especies y 265 ejemplares avistados, siendo seguida por Laguna Interna, con cuatro especies y 65 aves. Por su parte, en Laguna Saladita sólo se observaron a las tres especies de flamencos, con un registro total de 38 individuos. Durante el año 2015 hubo una disminución en la abundancia total del Sistema, con 368 individuos censados, en comparación a la campaña de 2014, en la que se contabilizaron 477 aves.

A nivel de especie se observó una mayor abundancia de *Phoenicoparrus andinus* (parina grande), con 215 individuos, seguida por *Phoenicopterus chilensis* (flamenco chileno) con 64 ejemplares, *Charadrius alticola* (chorlo puna) con 27 individuos y *Recurvirostra andina* (caití) con 23 registros. Estos taxa presentaron un leve aumento en abundancia en relación a la temporada anterior (2014).

La Tabla 5-37 y la Figura 5-19 a la Figura 5-22, muestran los resultados para las tres especies de flamencos en los censos realizados en abril, desde el 2006 hasta el 2015 para las lagunas del Sistema Peine. Se aprecia una disminución general en el número de individuos durante el último censo, con 306 flamencos registrados. En relación al año anterior, se observó un aumento en la abundancia de las especies *P. chilensis* y *P. andinus*, y una disminución en la especie *Phoenicoparrus jamesi* (parina chica). En la Tabla 5-38 se exponen los resultados de las otras especies de aves acuáticas, para los censos de abril desde el 2006 a 2015. Comparativamente con el año anterior (2014), la riqueza se mantuvo con cinco especies y la abundancia aumento levemente, con un total de 62 aves registradas.

Tabla 5-37. Abundancia de flamencos en las Lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2015.

N° de ejemplares por especie							
Laguna	Año	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Pollos de flamencos	Flamencos no determinados	Total
Laguna Salada	2006	108	271	162	-	-	541
	2007	39	158	95	16	31	339
	2008	24	206	124	-	-	354
	2009	54	157	85	-	-	296
	2010	36	253	35	-	-	324

Tabla 5-37. Abundancia de flamencos en las Lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2015.

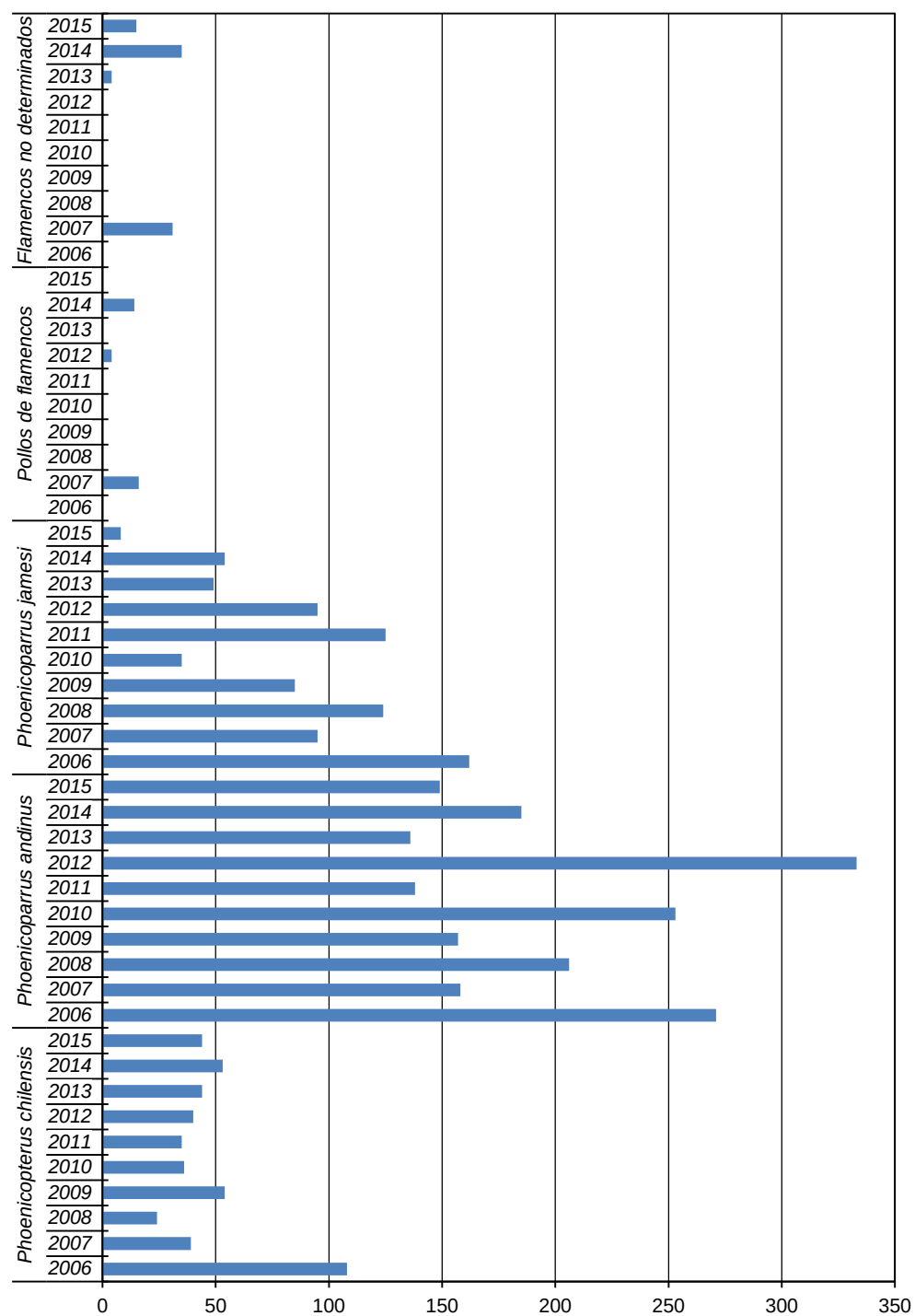
N° de ejemplares por especie							
Laguna	Año	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Pollos de flamencos	Flamencos no determinados	Total
	2011	35	138	125	-	-	298
	2012	40	333	95	4	-	472
	2013	44	136	49	-	4	233
	2014	53	185	54	14	35	341
	2015	44	149	8	-	15	216
Laguna Saladita	2006	23	-	22	-	-	45
	2007	12	71	64	75	-	222
	2008	4	12	21	57	-	94
	2009	25	29	43	-	-	97
	2010	16	55	79	-	-	150
	2011	17	9	44	-	-	70
	2012	3	10	45	-	-	58
	2013	7	43	47	19	-	116
	2014	4	6	46	-	-	56
	2015	15	19	4	-	-	38
Laguna Interna	2006	30	-	-	-	-	30
	2007	6	21	48	-	-	75
	2008	8	18	56	-	-	82

Tabla 5-37. Abundancia de flamencos en las Lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2015.

N° de ejemplares por especie							
Laguna	Año	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Pollos de flamencos	Flamencos no determinados	Total
	2009	8	32	17	-	-	57
	2010	7	12	34	-	-	53
	2011	9	-	32	-	-	41
	2012	-	-	-	-	-	-
	2013	7	27	8	-	-	42
	2014	-	3	18	-	-	21
	2015	5	47	-	-	-	52
Total Sistema Peine	2006	161	271	184	-	-	616
	2007	57	250	207	91	31	636
	2008	36	236	201	57	-	530
	2009	87	218	145	-	-	450
	2010	59	320	148	-	-	527
	2011	61	147	201	-	-	409
	2012	43	343	140	4	-	530
	2013	58	206	104	19	4	391
	2014	57	194	118	14	35	418
	2015	64	215	12	-	15	306

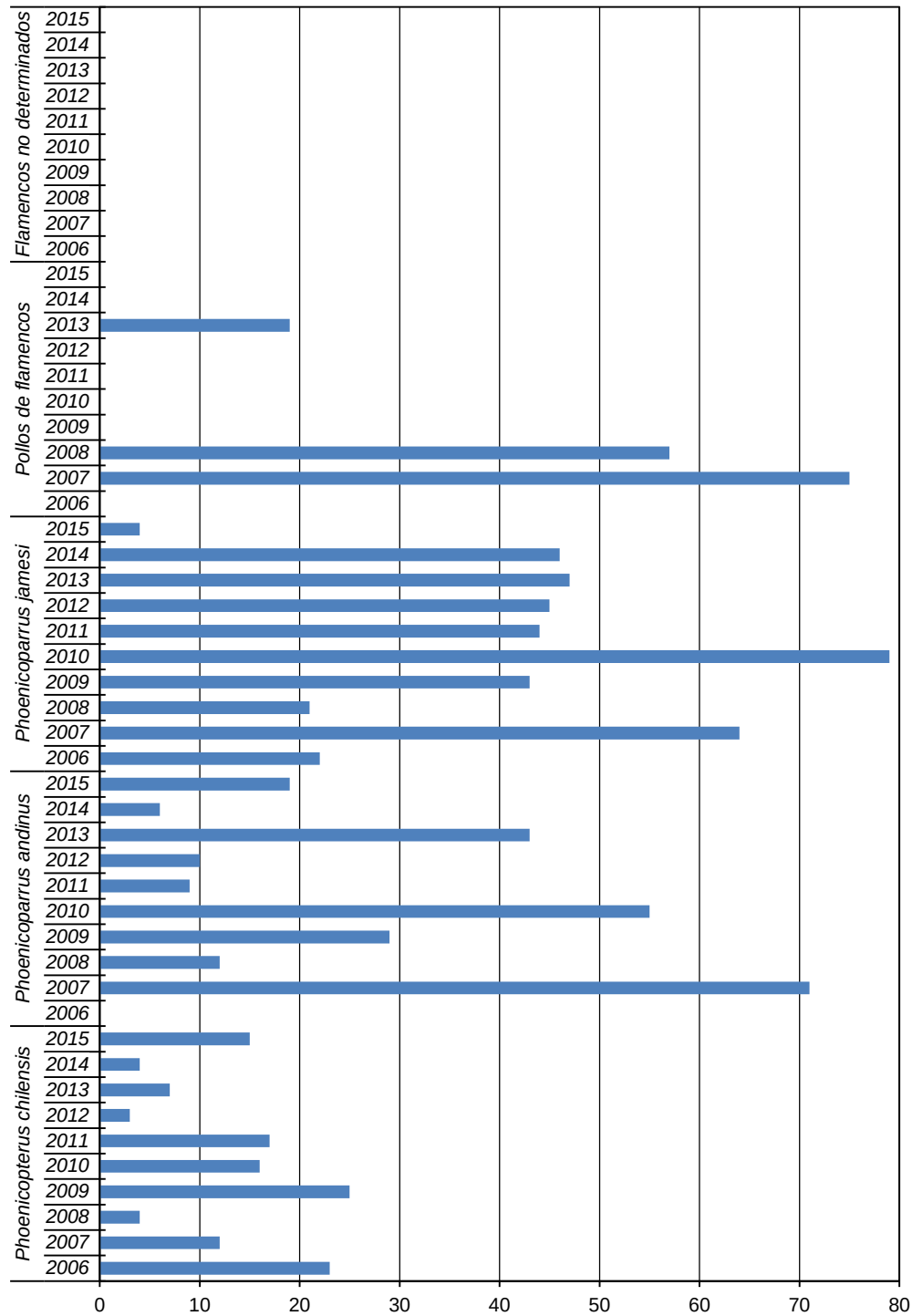
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-19. Abundancia de flamencos en Laguna Salada



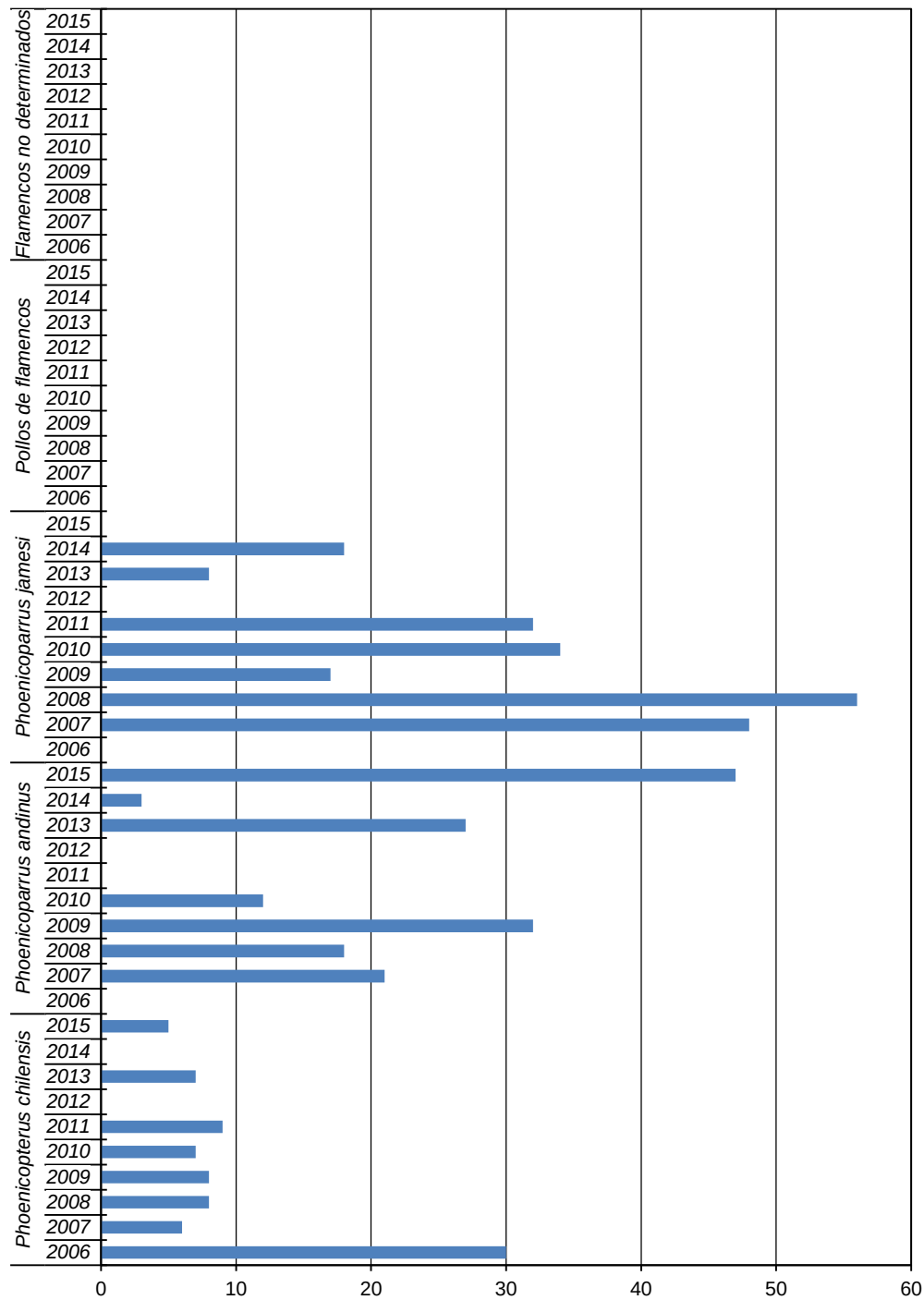
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-20. Abundancia de flamencos en Laguna Saladita



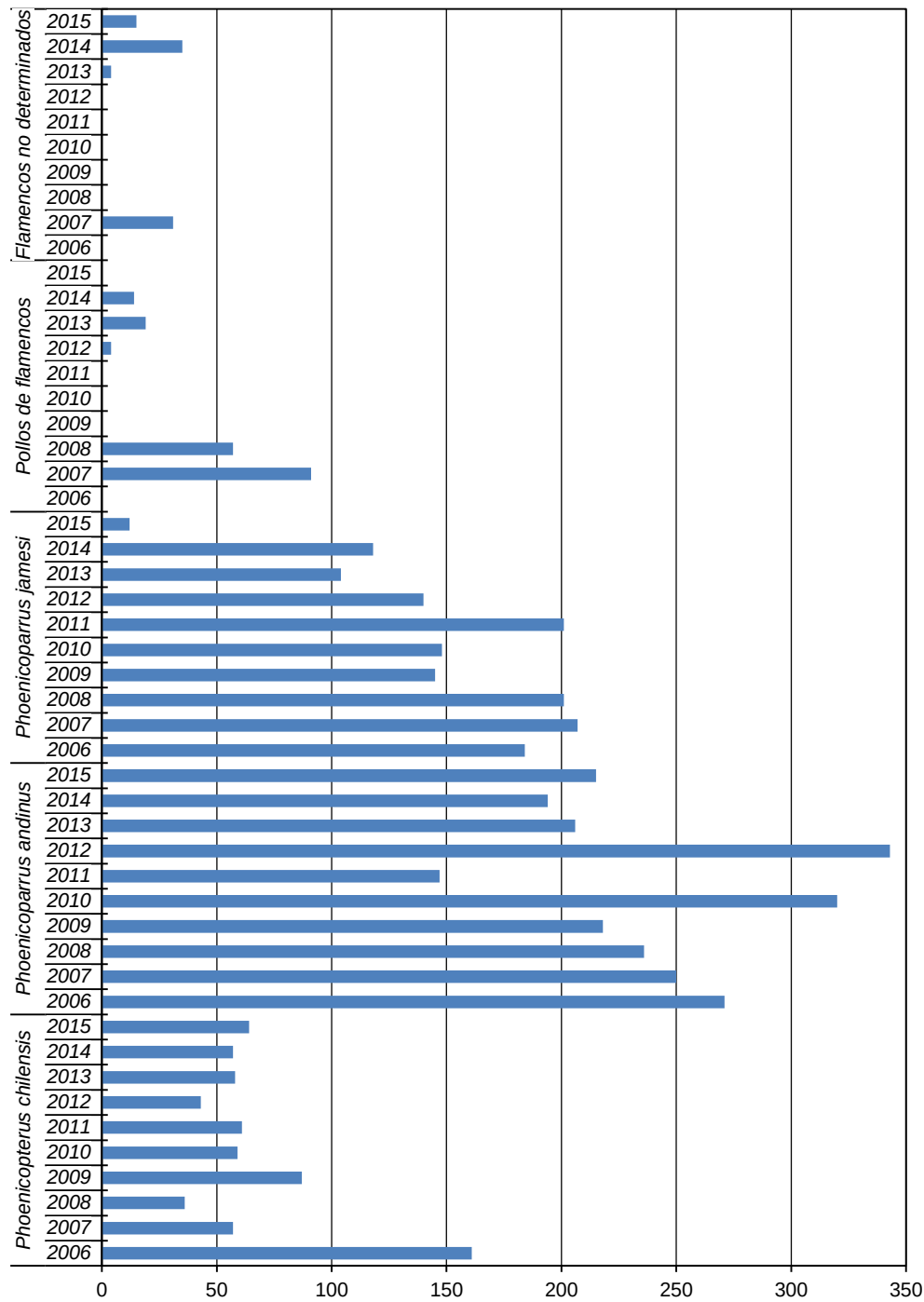
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-21. Abundancia de flamencos en Laguna Interna



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-22. Abundancia de flamencos en Sistema Lacustre Peine



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-38. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las Lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2015

		N° de ejemplares por especie												
Laguna	Año	<i>Bubulcus ibis</i>	<i>Lophonetta specularioides</i>	<i>Anas flavirostris oxyptera</i>	<i>Charadrius alticola</i>	<i>Recurvirostra andina</i>	<i>Tringa melanoleuca</i>	<i>Calidris bairdii</i>	<i>Calidris melanotos</i>	<i>Phalaropus tricolor</i>	<i>Larus serranus</i> (<i>Chroicocephalus serranus</i>)	<i>Hirundo rustica</i>	<i>Fulica cornuta</i>	Total
Laguna Salada	2006	-	-	-	2	17	-	10	-	-	5	2	-	36
	2007	-	3	-	-	13	-	-	27	18	1	-	-	62
	2008	-	-	1	-	20	-	2	-	2	-	-	-	25
	2009	-	-	-	3	14	-	-	-	54	-	-	-	71
	2010	-	2	-	-	12	-	2	-	-	3	-	-	19
	2011	-	-	-	2	6	-	-	-	-	1	-	-	9
	2012	-	7	-	2	13		2	-		-	-	-	24
	2013	1	3	-	4	21	1	4	-	24	2	-	-	60
	2014	-	5	-	5	16	-	-	-	17	-	-	-	43
	2015	1	-	-	15	23	-	10	-	-	-	-	-	49
Laguna Saladita	2006	-	4	-	-	7	-	-	-	8	2	4	-	25
	2007	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	7
	2008	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	3
	2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	2012	-	-		2	2	-	-	-	-	-	-	-	4

Tabla 5-38. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las Lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2015

		N° de ejemplares por especie												Total
Laguna	Año	<i>Bubulcus ibis</i>	<i>Lophonetta specularioides</i>	<i>Anas flavirostris oxyptera</i>	<i>Charadrius alticola</i>	<i>Recurvirostra andina</i>	<i>Tringa melanoleuca</i>	<i>Calidris bairdii</i>	<i>Calidris melanotos</i>	<i>Phalaropus tricolor</i>	<i>Larus serranus</i> (<i>Chroicocephalus serranus</i>)	<i>Hirundo rustica</i>	<i>Fulica cornuta</i>	
	2013	-	-	-	4	2	-	3	-	-	2	-	-	11
	2014	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Laguna Interna	2006	-	-	-	17	9	-	27	4	-	2	-	-	59
	2007	-	-	-	3	-	-	8	-	-	-	-	-	11
	2008	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	2
	2009	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	3
	2010	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	5
	2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	2012	-	-	-	3	-	-	5	-	-	2	-	-	10
	2013	-	-	-	2	1	4	6	-	-	-	-	-	13
	2014	-	-	-	2	-	-	2	-	5	-	-	-	9
	2015	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	1	13
Total Sistema Peine	2006	-	4	-	19	33	-	37	4	8	9	6	-	120
	2007	-	3	-	3	13	-	8	27	25	1	-	-	80
	2008	-	-	1	5	20	-	2	-	3	-	-	-	31
	2009	-	-	-	3	14	1	1	-	55	-	-	-	74

Tabla 5-38. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las Lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2015

		N° de ejemplares por especie												
Laguna	Año	<i>Bubulcus ibis</i>	<i>Lophonetta specularioides</i>	<i>Anas flavirostris oxyptera</i>	<i>Charadrius alticola</i>	<i>Recurvirostra andina</i>	<i>Tringa melanoleuca</i>	<i>Calidris bairdii</i>	<i>Calidris melanotos</i>	<i>Phalaropus tricolor</i>	<i>Larus serranus</i> (<i>Chroicocephalus serranus</i>)	<i>Hirundo rustica</i>	<i>Fulica cornuta</i>	Total
	2010	-	2	-	-	12	2	7	-	-	4	-	-	27
	2011	-	-	-	2	6	-	-	-	-	1	-	-	9
	2012	-	7	-	7	15	-	7	-	-	2	-	-	38
	2013	1	3	-	10	24	5	13	-	24	4	-	-	84
	2014	-	5	-	14	16	-	2	-	22	-	-	-	59
	2015	1	-	-	27	23	-	10	-	-	-	-	1	62

Fuente: Elaboración propia

Abundancia de mamíferos

Abundancia de micromamíferos

Los resultados para las capturas de micromamíferos se presentan en la Tabla 5-39 para las campañas de abril desde el año 2006 a 2015. En la temporada 2015 se capturaron micromamíferos no fosoriales sólo en el sector de Vega de Carvajal, en contraste a las campañas anteriores, donde también hubo capturas en el sector de Aguas de Quelana. Se registraron roedores en tres hábitat muestreados: Rica rica-Pingo pingo, Brea-Cachiyuyo y Pajonal, mientras que las especies detectadas corresponden a *Abrothrix andinus* (laucha andina), *Eligmodontia puerulus* (lauchita de pie sedoso y *Phyllotis xanthopygus* (lauchón orejudo).

En los hábitat de Rica rica-Pingo pingo se capturó sólo un ejemplar de *E. puerulus*, para el hábitat de Brea-Cachiyuyo se capturó un individuo de la especie *P. xanthopygus*, obteniéndose una abundancia promedio de 0,33 ind/hábitat. Por su parte, en el hábitat Pajonal se registraron siete ejemplares de *A. andinus*, lo que representa una abundancia promedio de 2,33 ind/hábitat.

En cuanto al roedor fosorial *Ctenomys fulvus* (chululo), se registró en forma directa mediante el avistamiento de un ejemplar vocalizando, así como por el hallazgo de restos de un ejemplar en el hábitat

Marginal de Salar (sector Vega de Carvajal). En las prospecciones de la campaña 2015 se detectó la presencia y actividad de esta especie a través de vocalizaciones y madrigueras activas en cuatro de los cinco sectores estudiados: Vega de Carvajal, Cruce Camar, Aguas de Quelana y Cruce SQM. En relación a la ocupación y preferencia de hábitat por parte de la especie, fue detectado en el 75% de hábitat de Brea-Cachiyuyo y Pajonal, y en el 50% de hábitat de Rica rica-Pingo pingo y Marginal de Salar. Esto permite corroborar su amplia distribución y la utilización de diversos ambientes por sus poblaciones en el Borde Este del Salar de Atacama.

Tabla 5-39. Abundancias de micromamíferos en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2015

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)									
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Vega de Carvajal	1	Rica rica-Pingo pingo	<i>Eligmodontia puerulus</i>	1	0,33	3,66	5,33	3,66	1,66	1,33	1	0,66	0,33
			<i>Phyllotis xanthopygus</i>	-	-	0,33	-	-	0,33	0,66	1,33	0,33	
	2	Brea-Cachiyuyo	<i>Abrothrix andinus</i>	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			<i>Eligmodontia puerulus</i>	-	-	4,66	-	-	-	-	-	-	-
			<i>Phyllotis xanthopygus</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,33	-	0,33
Aguas de Quelana	1	Rica rica-Pingo pingo	<i>Eligmodontia puerulus</i>	-	-	1,33	-	-	-	-	-	-	-
			<i>Abrothrix andinus</i>	0,33	0,66	0,66	2,66	-	0,33	1	-	0,33	2,33
	2	Brea-Cachiyuyo	<i>Thylamys pallidior</i>	-	0,66	0,33	0,33	-	-	-	-	-	-
			<i>Eligmodontia puerulus</i>	-	3,33	2,66	1,66	0,33	-	2	0,66	1	-
			<i>Phyllotis xanthopygus</i>	-	0,66	-	-	-	-	0,33	1,33	-	-
			<i>Thylamys pallidior</i>	-	0,66	-	0,33	-	0,33	-	-	-	-
			<i>Phyllotis xanthopygus</i>	-	-	-	0,66	-	0,33	1,66	1	-	-
			<i>Abrothrix andinus</i>	-	-	-	-	0,66	0,33	0,33	-	-	-
	3	Pajonal	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	-	2,33	-	-	-	1,66	1	-	0,33	-
			<i>Abrothrix andinus</i>	-	-	-	-	-	0,33	-	-	0,33	-

(*) Número promedio de ejemplares registrados en tres días de muestreo.

Fuente: Elaboración propia.

Abundancia de macromamíferos

El registro de macromamíferos obtenido mediante la identificación de improntas (huellas) en las estaciones de atracción olfativa, se presentan en la Tabla 5-40 para los monitoreos de abril desde el año 2007 a 2015. Durante la presente temporada, se obtuvieron registros en tres de las cuatro estaciones instaladas (una en sector Vega de Carvajal y dos en sector Aguas de Quelana), a diferencia de lo observado en el año 2014, con registros en las cuatro estaciones implementadas.

Las estaciones olfativas fueron visitadas principalmente por *Pseudalopex culpaeus* (zorro culpeo), además de visitas circunstanciales por parte de *Agriornis montana* (mero gaucho), reptiles (*Liolaemus sp.*) y roedores de la familia Cricetidae. Para el sector de Vega de Carvajal, los rastros de *P. culpaeus* solo se obtuvieron en el hábitat de Rica rica-Pingo pingo durante los tres días de monitoreo, no existiendo visitas en el hábitat de Brea-Cachiyuyo. Por su parte, en el sector de Aguas de Quelana, el hábitat de Rica rica-Pingo pingo registro visitas durante dos días, y el hábitat de Brea-Cachiyuyo presentó sólo un día de visita por parte de zorros.

En el hábitat Marginal de Salar del sector Vega de Carvajal, se observó un ejemplar de *P. culpaeus*, desplazándose desde el núcleo del Salar hacia el este. Durante las prospecciones y traslados en el área de estudio, se constató la presencia de ejemplares del género *Pseudalopex* a través de fecas y/o huellas en los cinco sectores estudiados en el Plan de Seguimiento (Vega de Carvajal, Cruce Camar, Aguas de Quelana, Cruce SQM y Peine). De los hábitat ocupados por esta taxa, se obtuvieron registros indirectos en el 100% de los hábitat de Rica rica-Pingo pingo, en el 75% de los hábitat de Pajonal y Marginal de Salar, en el 50% de los hábitat de Brea-Cachiyuyo y en el hábitat de Salar de Peine; estos numerosos registros indirectos sostienen lo planteado en años anteriores, respecto al amplio ámbito de hogar y uso del territorio que presenta este género, desplazándose en todo el Borde Este del Salar de Atacama.

Tabla 5-40. Índice de visitas de *Pseudalopex culpaeus* (zorro culpeo) y observaciones de improntas en estaciones de atracción olfativa. Campañas 2007 a 2015

Sector	Transecto	Hábitat	% Visitas (<i>Pseudalopex culpaeus</i>)									Observaciones de improntas (varias)								
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Vega de Carvajal	1	Rica rica-Pingo pingo	33	0	0	0	0	0	0	33	100	Visitada por zorro	Sin visitas	Sin visitas	Sin visitas	Sin visitas	Sin visitas	Sin visitas	Visitada por zorro	Visitada por zorro y <i>A. montana</i>
	2	Brea-Cachiyuyo	0	66	33	0	66	0	100	100	0	Visitada por <i>P. xanthopygus</i>	Visitada por zorro	Visitada por zorro	Sin visitas	Visitada por zorro	Sin visitas	Visitada por zorro y roedor	Visitada por zorro	Sin visitas
Aguas de Quelana	1	Rica rica-Pingo pingo	33	33	0	0	33	0	0	100	67	Visitada por <i>P. megalopterus</i> y <i>P. xanthopygus</i>	Visitada por zorro	Sin visitas	Sin visitas	Visitada por zorro	Visitada por insecto y roedor	Visitada por roedor Cricétido y <i>Ctenomys</i>	Visitada por zorro	Visitada por zorro
	2	Brea-Cachiyuyo	66	33	0	0	0	66	33	66	33	Visitada por zorro	Visitada por zorro	Sin visitas	Sin visitas	Sin visitas	Dos zorros en una visita	Visitada por zorro	Visitada por zorro	Visitada por zorro, reptil y roedor Cricétido

Fuente: Elaboración propia.

5.4 — Biota acuática

5.4.1 — Medio Abiótico y Medición de Clorofilas

Parámetros Físico-Químicos in situ

Sector Soncor: Puilar

La Tabla 5-41 presenta los resultados obtenidos durante el monitoreo correspondiente a Abril de 2015. En ella, se entregan los valores de Temperatura del agua (°C), pH, Oxígeno Disuelto (mg/l), Saturación de Oxígeno (%), Conductividad Eléctrica (ms/cm) y Salinidad (g/l).

Tabla 5-41. Parámetros de calidad de agua determinados in situ. Sector Soncor- Puilar. Campaña de abril 2015

Código Muestra Unidad	Hora (HR:MM)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Saturación de Oxígeno (%)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Salinidad (g/L)
PU-1	10:26	18,3	7,94	2,0	25	37,1	26,0
PU-2	9:40	12,4	7,11	1,7	19	34,3	17,8
PU-3	10:53	16,4	7,86	1,4	17	48,3	17,6
PU-4	11:15	20,1	7,94	1,4	16	100,2	52,0
PU-5	11:50	-	-	-	-	-	-

La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Temperatura (°C):

La Tabla 5-41, contiene los valores de la temperatura de la columna de agua en la campaña de Abril de 2015. Los valores registrados oscilaron entre los 12,4°C y 20,1°C (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas) en las estaciones PU-2 (Puilar canal 2) y PU-4 (Puilar canal 1), respectivamente. El valor promedio para esta variable fue de 16,80 °C +/- 3,30 °C (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas). En cuanto a la dispersión de los valores, éstos se distribuyeron de manera similar a lo registrado en la mayor parte de los años anteriores en ambos percentiles (25% y 75%) a excepción del año 2014. 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 IX: Tablas Comparación de Medianas).

pH (Unidades de pH):

La Tabla 5-41, muestra los valores de pH de la columna de agua de la laguna Puilar, en la campaña de Abril de 2015. Los valores de pH, variaron entre 7,11 y 7,94 unidades de pH, en las estaciones PU-2 (Puilar canal 2) y PU-4 (Puilar canal 1), respectivamente. En cuanto al valor promedio para la presente campaña, éste fue de 7,71 +/- 0,40 unidades de pH. (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana fue de 7,9 unidades de pH. En cuanto a la dispersión de los valores, éstos se acumularon en el percentil cercano a 70%, (Figura 5-23-B).

El análisis de comparación de medianas (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas), muestra que el pH varió significativamente entre las campañas de monitoreo 2006-2015. (Figura 5-23-B).

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de oxígeno disuelto en la columna de agua de la laguna Puilar, se presentan en la Tabla 5-41, en la cual se observa que este parámetro fluctuó entre 1,4 y 2,0 mg/L en las estaciones PU-3 (Puilar laguna 2) y PU-4 (Puilar canal 1), con un valor promedio de 1,50 +/- 0,17 mg/L (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas), entre todas las estaciones de monitoreo del sistema.

Respecto del comportamiento de los datos de la presente campaña, estos se acumularon cercano al percentil 25%. En cuanto al análisis de varianza, evaluada a través del estadístico Kruskal-Wallis, éste muestra que sí hubo diferencias interanuales significativas, (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

En relación a los valores de porcentaje de saturación de oxígeno, estos presentaron un valor promedio en torno al 19,3% (Tabla 5-41).

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de conductividad eléctrica de la columna de agua, para las estaciones de monitoreo de la laguna Puilar, se muestran en la Tabla 5-41. El rango de fluctuación de esta variable fue muy alto, entre 34,3 y 100,2 mS/cm en las estaciones PU-2 (Puilar canal 2) y PU-4 (Puilar canal 1), con un valor promedio de 55,00 +/- 30,54 mS/cm, (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana de la conductividad eléctrica del agua fue de 42,75 mS/cm. La dispersión de valores es amplia, acumulándose la mayoría de los valores, alrededor del percentil 75% (Figura 5-24-B). El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que no hubo una variación significativa en el período 2006 al 2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 5-23. Variación anual de los parámetros temperatura y ph en columna de agua sector Soncor- Puilar-Salar de Atacama. Período 2006-2015

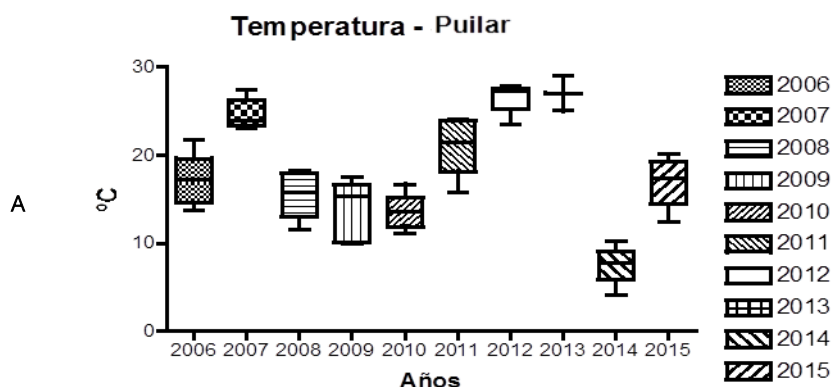
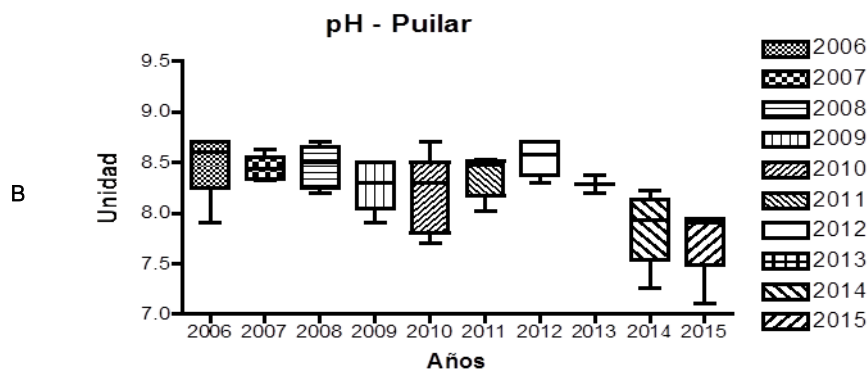


Figura 5-23. Variación anual de los parámetros temperatura y ph en columna de agua sector Soncor- Puilar-Salar de Atacama. Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-24. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector soncor- puilar-salar de atacama. Período 2006-2015

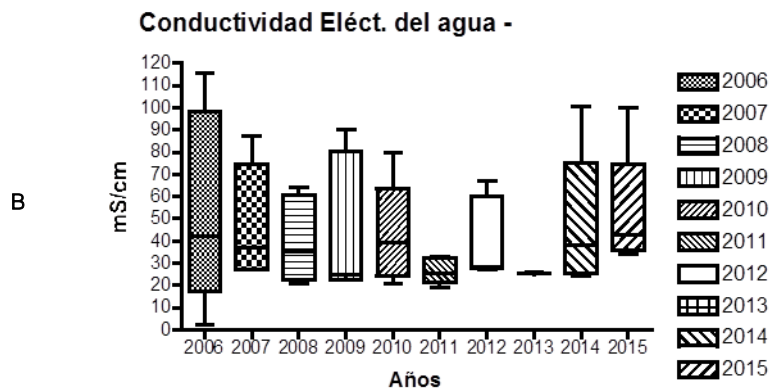
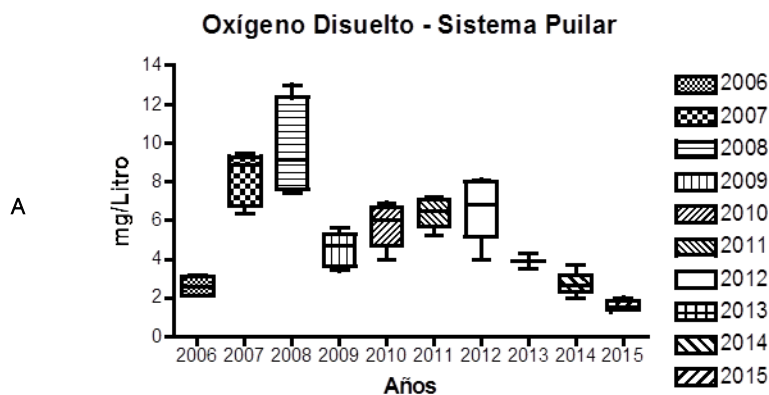
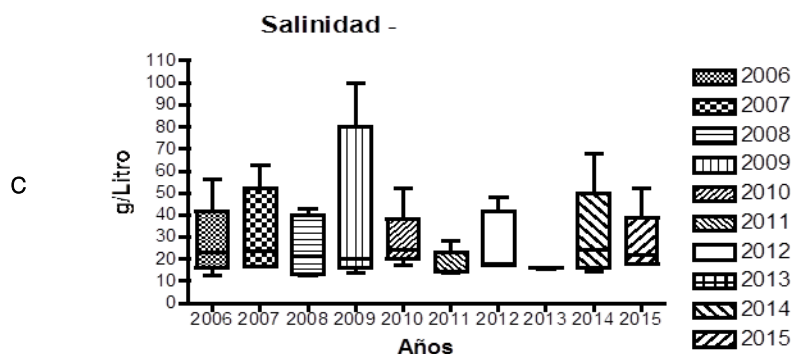


Figura 5-24. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector soncor- puilar-salar de atacama. Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

Salinidad (g/L):

Los valores de salinidad de las estaciones de la laguna Puilar, correspondientes a la campaña de Abril del 2015, se presentan en la Tabla 5-41. Para este parámetro, los valores fluctuaron entre 17,60 g/L y 52,00 g/L en las estaciones PU-3 (Puilar laguna 2) y PU-4 (Puilar canal 1), respectivamente, lo que indica un incremento en el eje entre PU-3 (Puilar laguna 2) y el canal 1 (PU-4). Además, el valor promedio de esta variable fue 28,35 +/- 16,25 g/L (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana del año 2015 fue de 21,90 g/L, asimismo, los valores registrados en el presente año se agruparon mayormente, en el percentil 75%.

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 IX: Tablas Comparación de Medianas).

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

La Tabla 5-42, contiene los datos de conductividad de los sedimentos y del agua intersticial de los sectores analizados en la laguna Puilar, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

Tabla 5-42. Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Soncor- Puilar. Campaña de Abril 2015

CÓDIGO MUESTRA Unidad	Cond. Eléct. Sedimentos (mS/cm)	Tª Sedimentos (°C)	Cond. Eléct. Agua Intersticial (mS/cm)	Tª Agua Intersticial (°C)
PU-1	32,0	18,4	34,1	18,7
PU-2	25,3	12,8	28,4	12,9
PU-3	41,2	16,8	50,2	17,1
PU-4	64,2	20,4	88,4	20,4
PU-5	-	-	-	-

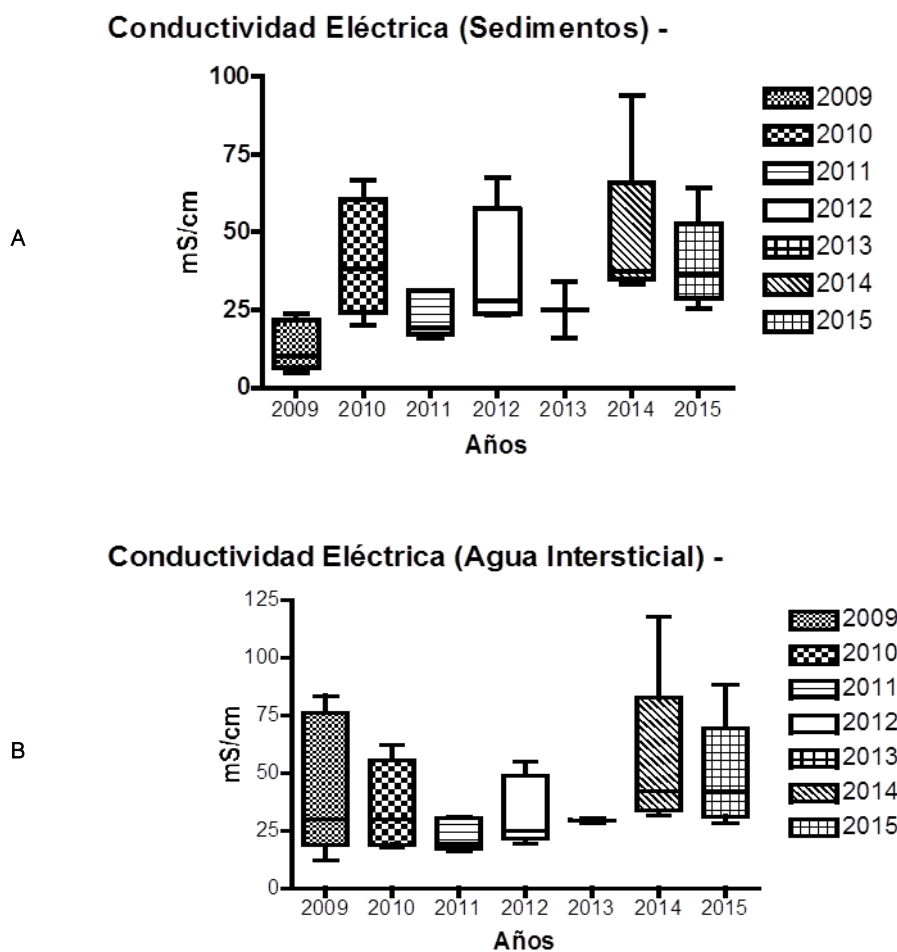
La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente:Elaboración propia

Los valores de conductividad en el sedimento estuvieron estrechamente asociados a los del agua intersticial. Los valores extremos de conductividad eléctrica del agua intersticial fueron, 28,4 mS/cm y 88,4 mS/cm, y se registraron en los puntos PU-2 (Puilar canal 2) y PU-4 (Puilar canal 1) respectivamente. Por otra parte, la conductividad eléctrica de los sedimentos osciló entre 25,3 mS/cm, en la estación PU-2 (Puilar canal 2) y 64,2 mS/cm, en la estación PU-4 (Puilar canal 1). Los valores de ambas matrices fueron comparativamente superiores a los registrados, para la misma variable, en la columna de agua en sus valores máximos (a excepción de PU-4 correspondiente al canal 1) y mínimos, (Figura 5-25).

El valor de la mediana de la conductividad eléctrica de los sedimentos fue de 36,60 mS/cm y el valor de la mediana de la conductividad eléctrica del agua intersticial fue de 42,15 mS/cm (Figura 5-25). El análisis de varianza interanual muestra que, hubo diferencias estadísticamente significativas entre los valores de conductividad eléctrica de los sedimentos de todo el período de estudio. Sin embargo, no se apreciaron dichas diferencias estadísticas significativas para esta misma variable medida en el agua intersticial (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 5-25. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y del agua intersticial. Sector Soncor- Puilar-Salar de Atacama. Período 2009-2015



Fuente: Elaboración propia

Clorofila "a" del Fitoplancton y del Perifiton ($\mu\text{g/L}$):

La Tabla 5-43, contiene los datos de Clorofila "a" del Fitoplancton y del Perifiton en los puntos analizados en la laguna Puilar, en la presente campaña (año 2015).

Tabla 5-43. Clorofila a del fitoplancton y perifiton Sector Soncor- Puilar. Campaña de Abril 2015

Variable	Punto de Monitoreo				
	PU-1	PU-2	PU-3	PU-4	PU-5
Clorofila "a" Fitoplancton (µg/L)	5,07	7,32	12,81	-	-
Clorofila "a" Perifiton (µg/L)	3,39	5,42	10,42	3,09	-

Fuente: Elaboración propia. La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua, al igual que PU-4 en la variable Clorofila "a" Fitoplancton.

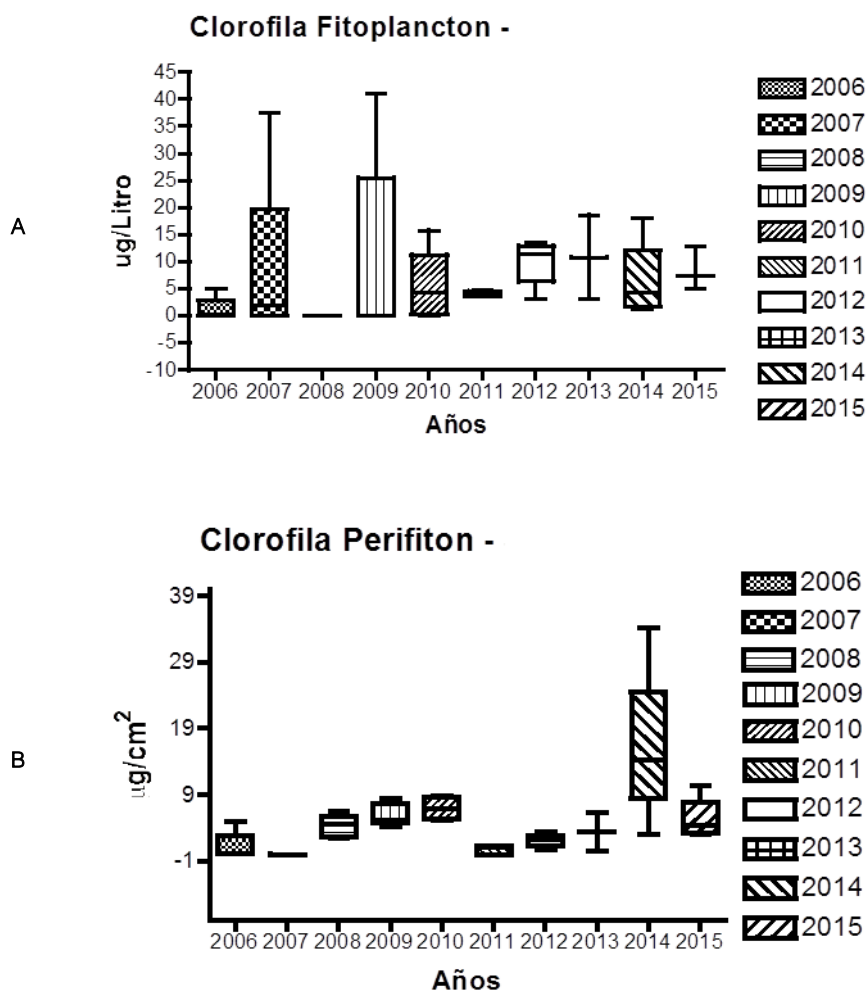
Como se aprecia en la Tabla 5-43, los valores de Clorofila "a" del perifiton (fitobentos), fluctuaron entre 3,09 µg/L, en la estación PU-4 (Puilar canal 1) y 10,42 µg/L en la estación PU-3 (Puilar laguna) (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Por otra parte, la clorofila "a" del fitoplancton (medida en la columna de agua), mostró valores levemente superiores a los del perifiton en todos los puntos muestreados (Tabla 5-43). Para esta última variable, los valores oscilaron entre 5,07 µg/L en la estación PU-1 (Puilar vertiente) y 12,81 µg/L en la estación PU-3 (Puilar laguna 2), (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En la presente campaña (2015), el valor de la mediana de la clorofila "a" del fitoplancton fue de 7,32 µg/L (Figura 5-26 A). Al aplicar el estadístico Kruskal-Wallis, se observa que hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Para el caso de la clorofila "a" en el perifiton, el valor de la mediana del presente año 2015, fue de 4,41 µg/L (Figura 5-26 B). El análisis de las medianas en el tiempo, muestra que sí existen diferencias estadísticamente significativas, entre los períodos 2006-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 5-26. Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. Sector soncor- puilar-salar de atacama. Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-27. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Soncor- Puilar-Salar de Atacama. Campaña 2015.

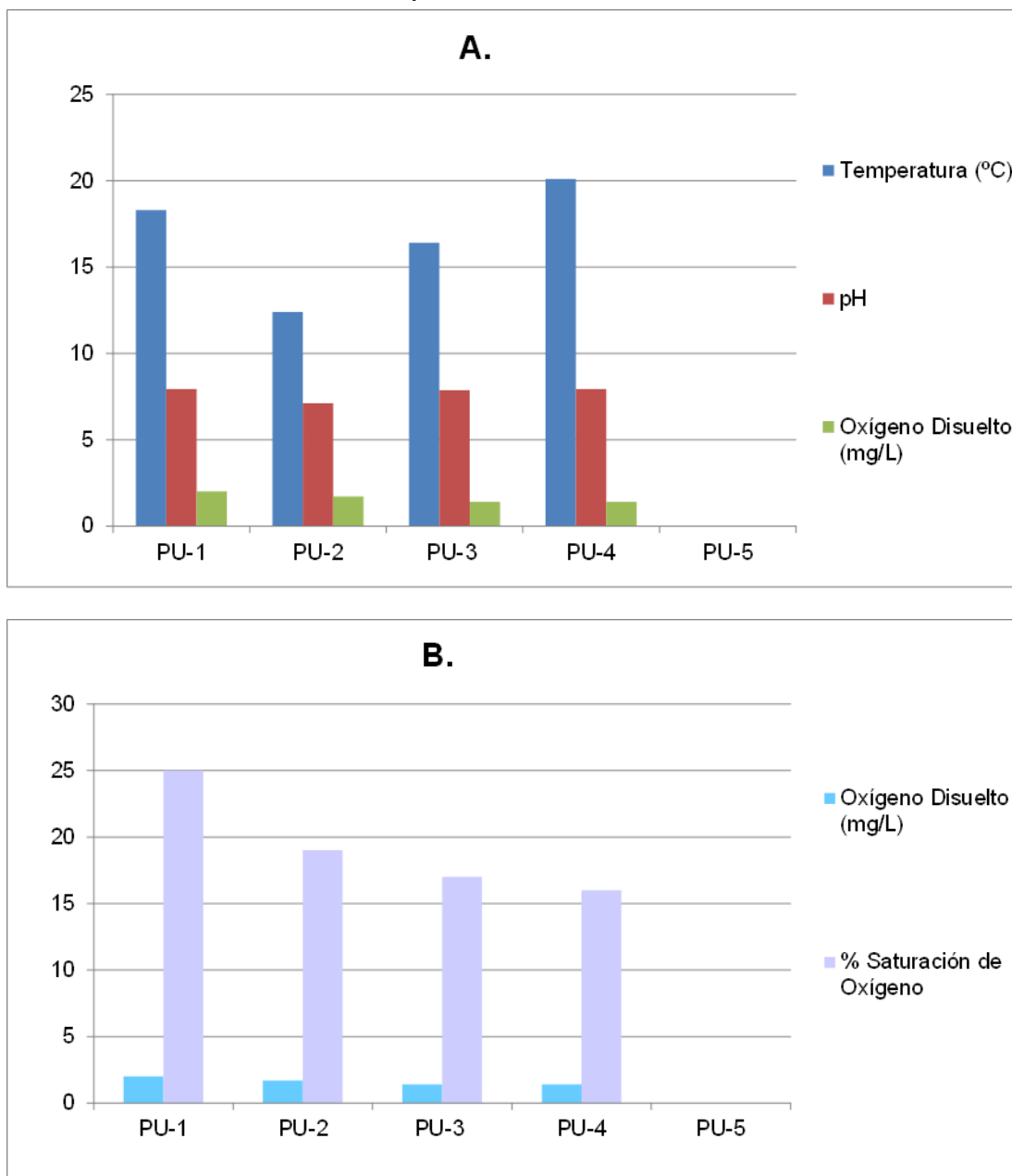
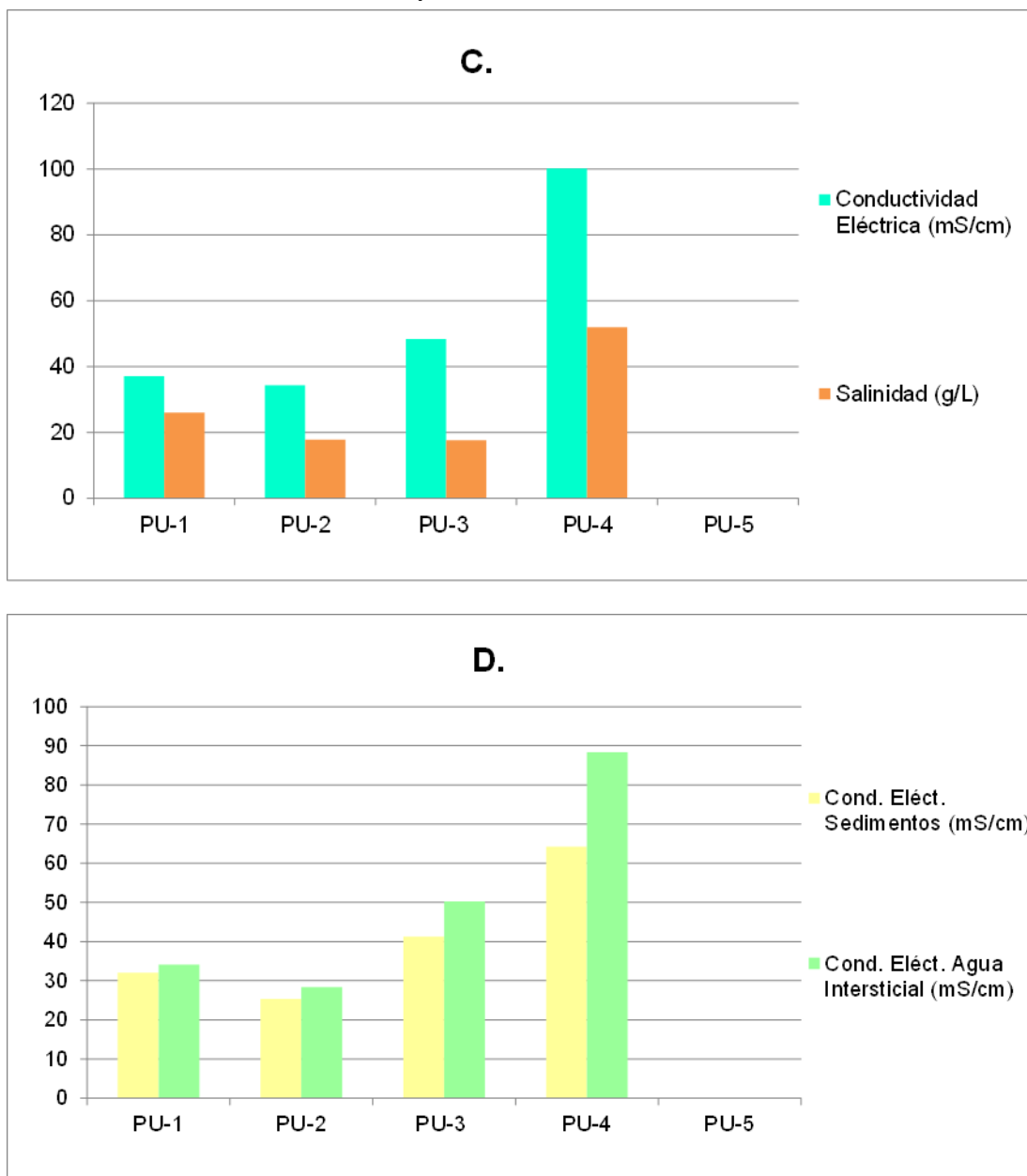


Figura 5-27. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Soncor- Puilar-Salar de Atacama. Campaña 2015.



La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Sector Soncor: Soncor

La Tabla 5-44 presenta los resultados obtenidos durante el monitoreo de Abril de 2015, para los sistemas lagunares pertenecientes al Sector Soncor: Barros Negros (BN-2 y BN-3) y Chaxas (CH-1) y los canales, Barros Negros (BN-1) y Burro Muerto (BM-1). En ella, se muestran los valores de temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y salinidad.

Tabla 5-44. Parámetros de calidad de agua determinados in situ sector Soncor- soncor. Campaña de Abril 2015

CÓDIGO MUESTRA Unidad	Hora (HR:MM)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Saturación de Oxígeno (%)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Salinidad (g/L)
BN-1	15:20	-	-	-	-	-	-
BN-2	14:57	24,3	7,44	0,6	7	115,1	101
BN-3	14:20	23,7	7,88	0,8	9	132,8	228
CH-1	16:18	27,4	7,88	1,2	13	107,9	84
BM-1	08:16	8,7	7,01	1,9	18	97,4	68

La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Temperatura (°C):

La Tabla 5-44, muestra los valores de temperatura de la columna de agua en la campaña de Abril de 2015, en Soncor. Los valores registrados oscilaron entre los 8,7°C y 27,4°C en las estaciones BM-1 (canal Burro Muerto) y CH-1 (laguna Chaxas), respectivamente (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas). El valor promedio para esta variable fue de 21,03 +/- 3,38°C (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

La mediana de temperatura de la presente campaña, fue de 24,00°C (Figura 5-28 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 2006-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

pH (Unidades de pH):

La Tabla 5-44, muestra los valores de pH de la columna de agua en la campaña de Abril de 2015. Se observan valores ligeramente alcalinos para la columna de agua, en un rango que osciló entre 7,01 y 7,88 unidades de pH, en las estaciones BM-1 (canal Burro Muerto) y BN-3 (Barros Negros laguna) y CH-1 (laguna Chaxas), respectivamente (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas). En cuanto al valor promedio para la presente campaña, éste fue de 7,55 +/- 0,42 unidades de pH.

La mediana de la campaña 2015 fue de 7,66 unidades de pH (Figura 5-28-B). El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que hubo una variación estadísticamente significativa en las medianas del período 2006-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de Oxígeno disuelto en la columna de agua en Soncor para la campaña 2015, se presentan en la Tabla 5-44, en la cual se observa que dicha variable fluctuó entre 0,6 mg/L en la estación BN-2 (Barros Negros entrada laguna) y 1,9 mg/L en la estación BM-1 (canal Burro Muerto), con un valor promedio de 1,13 +/- 4,86 mg/L (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En el presente monitoreo los valores estuvieron principalmente agrupados en el percentil 25%. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias interanuales estadísticamente significativas entre los distintos monitoreos realizados hasta la fecha (Anexo: Tablas Comparación de Medianas)..

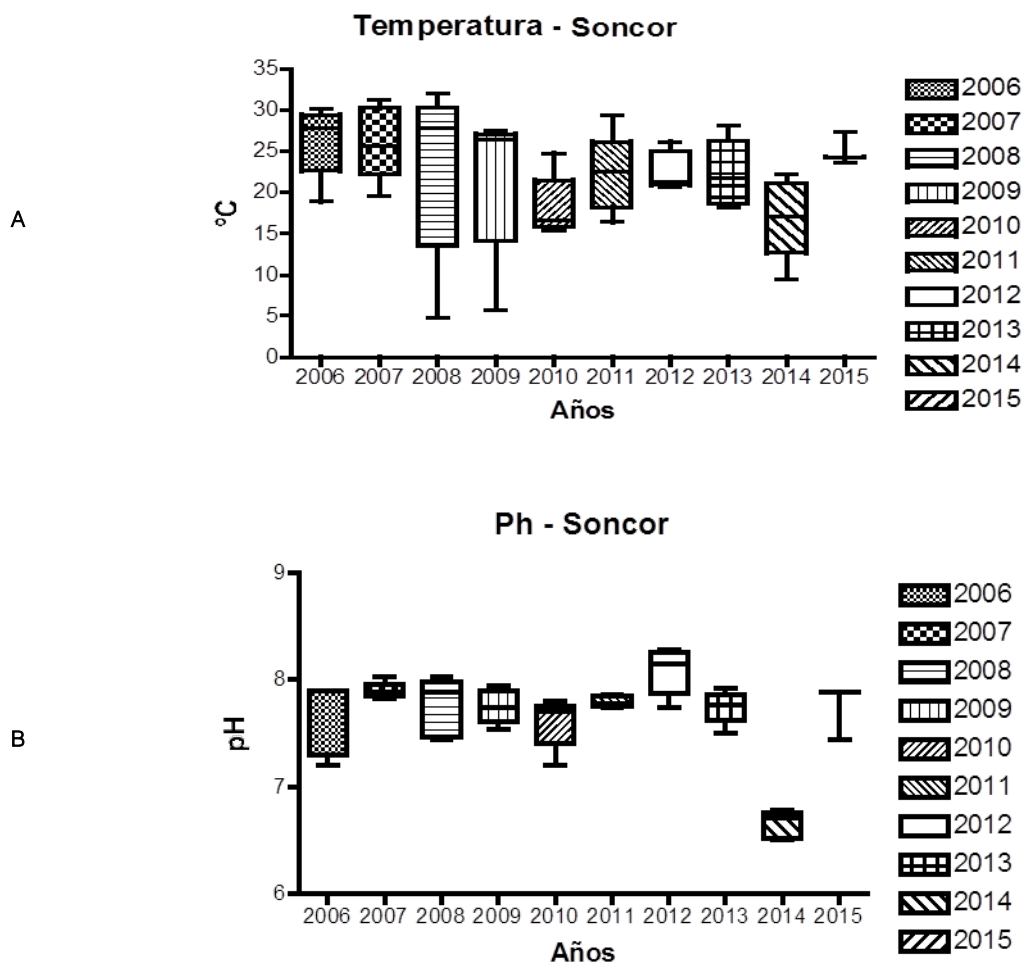
En cuanto a los valores de porcentaje de saturación de oxígeno (Tabla 5-44), éstos fueron cercanos al 12%, en promedio.

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de conductividad eléctrica de la columna de agua, para los puntos de monitoreo en Soncor, se muestran en la Tabla 5-44. El rango de fluctuación de esta variable fue de 97,4 mS/cm en la estación BM-1 (canal Burro Muerto) y 132,8 mS/cm en la estación BN-3 (Barros Negros laguna), con un valor promedio de 113,30 +/- 14,89 mS/cm (Anexo: Tablas Estadísticas Descriptivas). De todas las estaciones analizadas, Barros Negros mostró el valor más alto de conductividad (Tabla 5-44).

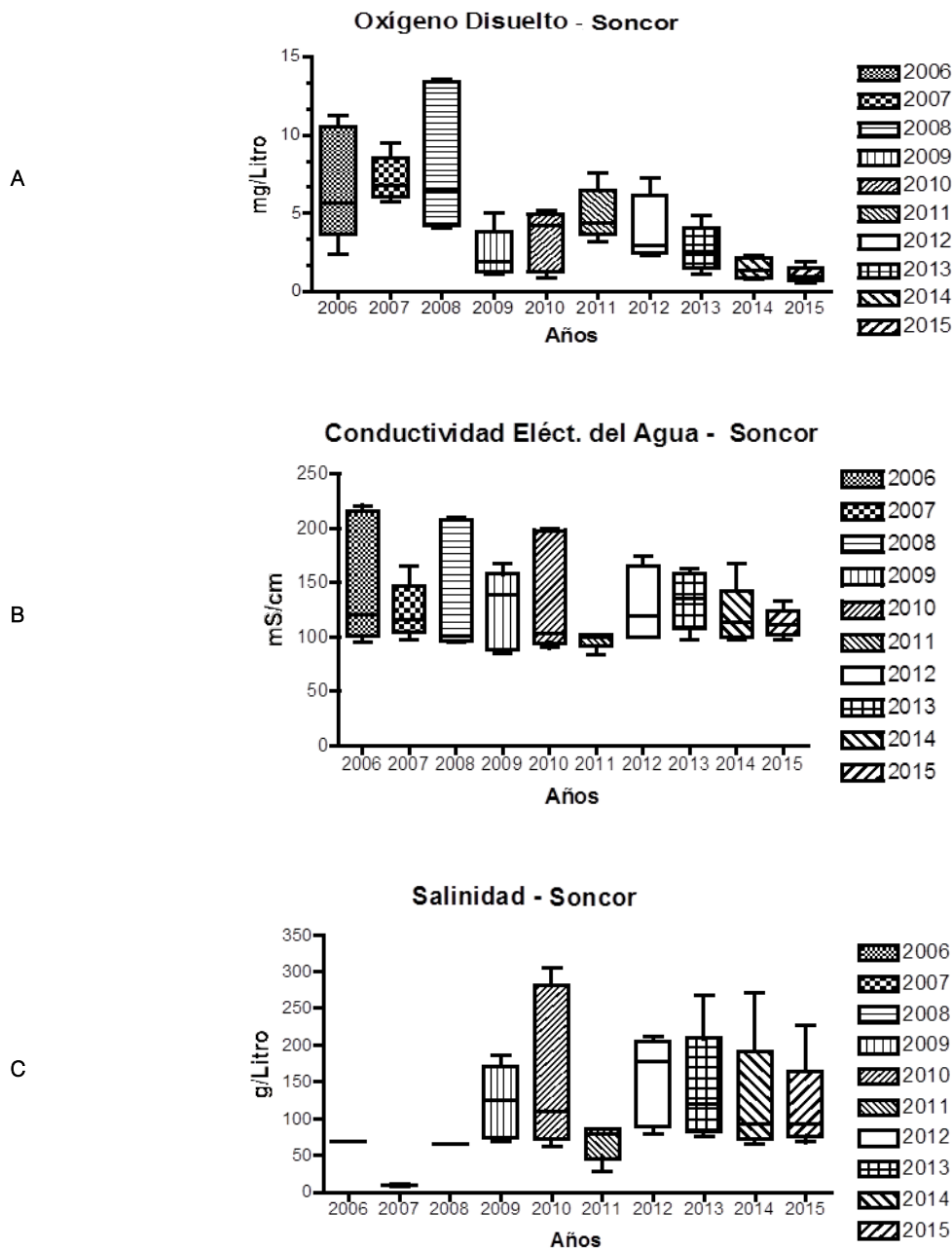
El valor de la mediana de la conductividad eléctrica del agua de la presente campaña, fue de 111,50 mS/cm (Figura 5-29-B). La mayor parte de los datos se agrupó en el percentil 75%. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de conductividad eléctrica del agua entre los períodos 2006 y 2015, no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 5-28. Variación anual de los parámetros temperatura y ph en columna de agua Sector Soncor- Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto), Salar de Atacama. Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-29. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y salinidad de la columna de agua. Sector Soncor- Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto)- Salar de Atacama. Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

2.1.1.1.b.5 Salinidad (g/L):

Los valores de salinidad de las estaciones del Sector Soncor, correspondientes a la presente campaña (2015), se presentan en la Tabla 5-44. Para esta variable, los valores fluctuaron entre 68 y 228 g/L en las estaciones BM-1 (canal Burro Muerto) y BN-3 (Barros Negros laguna), respectivamente. Por otra parte, el valor promedio de esta variable fue 113,30 +/- 14,89 g/L (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana del presente año fue de 92,5 g/L (Figura 5-29-C). 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 IX: Tablas Comparación de Medianas).

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

La Tabla 5-45, contiene los datos de conductividad de los sedimentos y del agua intersticial de los puntos analizados en Soncor, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

Tabla 5-45. Conductividad eléctrica de los sedimentos y del agua intersticial Sector Soncor- Soncor. Campaña de Abril 2015

CÓDIGO MUESTRA Unidad	Cond. Eléct. Sedimentos (mS/cm)	Tª Sedimentos (°C)	Cond. Eléct. Agua Intersticial (mS/cm)	Tª Agua Intersticial (°C)
BN-1	-	-	-	-
BN-2	101,3	24,4	104,8	24,7
BN-3	89,0	24,1	130,9	24,0
CH-1	71,9	26,4	77,9	27,0
BM-1	89,9	8,91	87,6	8,88

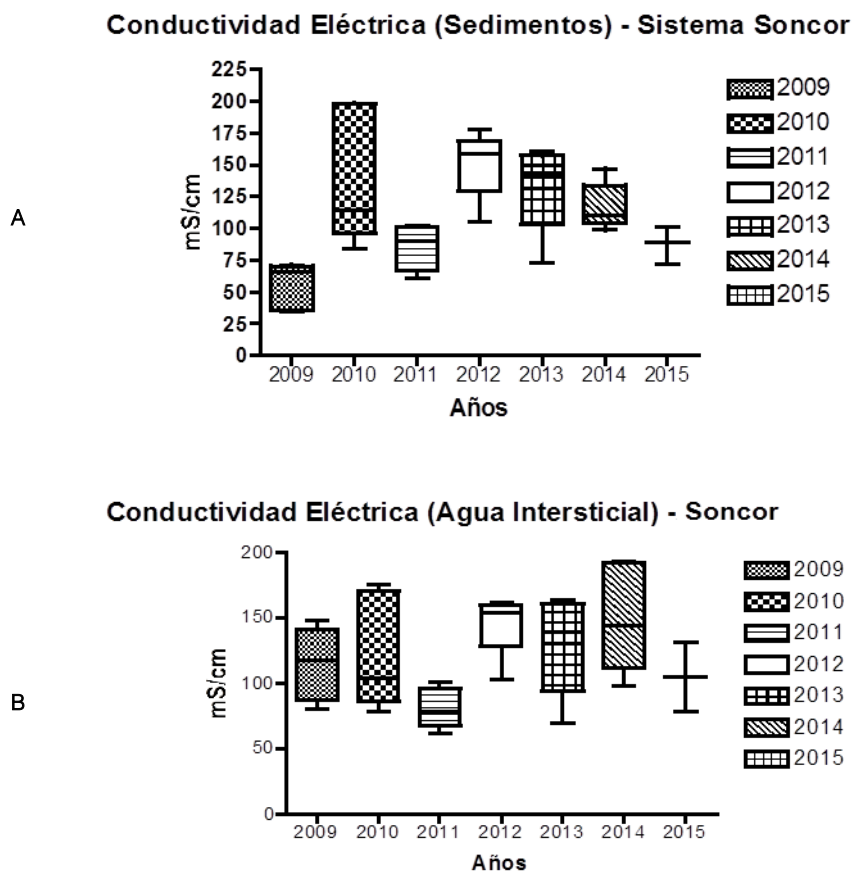
La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Durante la presente campaña, la fluctuación de los valores de conductividad eléctrica en el agua intersticial fue mayor a la de los sedimentos. Por otra parte, los valores de conductividad del agua intersticial, fueron superiores a los valores de conductividad eléctrica de los sedimentos en la mayoría de las estaciones del sector.

El valor de la mediana de conductividad eléctrica de los sedimentos fue de 89,45 mS/cm y el valor de la mediana de la conductividad eléctrica del agua intersticial fue de 96,20 mS/cm. El análisis de varianza de Kruskal-Wallis, mostró que hay diferencias estadísticamente significativas, entre los valores de las medianas de conductividad eléctrica de los sedimentos, sin embargo, no hay diferencias estadísticamente significativas para la conductividad eléctrica del agua intersticial, a lo largo del período 2006-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 5-30. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial. Sector soncor - soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto) - Salar de Atacama. Período 2009-2015



Fuente: Elaboración propia

Clorofila "a" del Fitoplancton y del Perifiton ($\mu\text{g/L}$):

La Tabla 5-46, contiene los datos de clorofila "a" del fitoplancton y del Perifiton en los puntos analizados en Soncor, en la presente campaña (2015).

Tabla 5-46. Clorofila a del fitoplancton y perifiton Sector Soncor- Soncor. Campaña de Abril 2015

Variable	Punto de Monitoreo				
	BN-1	BN-2	BN-3	CH-1	BM-1
Clorofila "a" Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$)	-	-	7,06	7,16	1,58
Clorofila "a" Perifiton ($\mu\text{g/L}$)	-	2,85	6,48	5,93	20,39

La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua, al igual que BN-2 en la variable Clorofila "a" Fitoplancton.

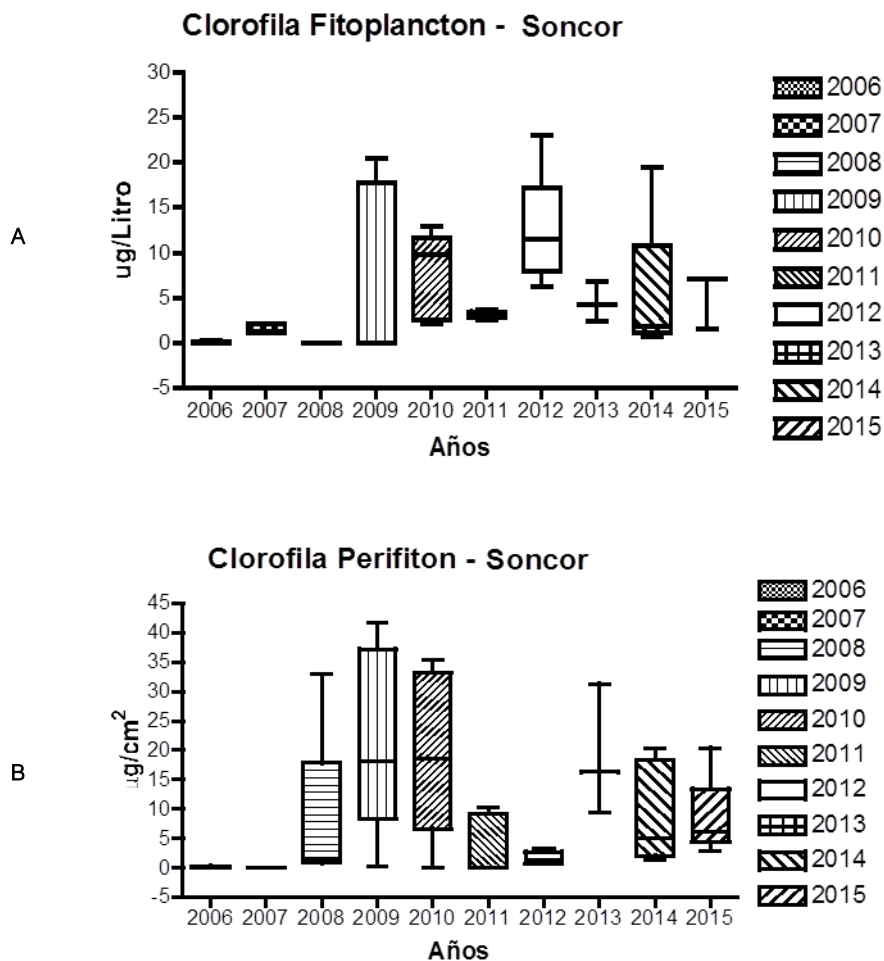
Fuente: Elaboración propia

Los valores de clorofila "a" en la columna de agua (fitoplancton) fluctuaron entre 1,58 $\mu\text{g/L}$ (BM-1 canal Burro Muerto) y 7,16 $\mu\text{g/L}$ CH-1 (laguna Chaxas) con un valor promedio de 5,27 $\pm$ 3,19 $\mu\text{g/L}$ (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Por su parte, la clorofila "a" medida en el perifiton mostró un amplio rango de valores que fluctuó entre 2,85 $\mu\text{g/L}$ y 20,39 $\mu\text{g/L}$, en las estaciones BN-2 (Barros Negros entrada laguna) y BM-1 (canal Burro Muerto), respectivamente (Tabla 5-46). El valor promedio para esta variable fue de 8,91 $\pm$ 7,81 $\mu\text{g/L}$ (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana de la clorofila "a" en la columna de agua fue de 7,06 $\mu\text{g/L}$. Para el caso de la clorofila "a" en el perifiton, el valor de la mediana de la presente campaña fue de 6,21 $\mu\text{g/L}$ (Figura 5-31-B). El análisis de la varianza, llevado a cabo a través del estadístico Kruskal-Wallis, demuestra que hubo diferencias estadísticamente significativas, entre las campañas de monitoreo analizadas, para ambas matrices (Anexo IX Tablas Comparación de Medianas).

Figura 5-31. Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. Sector Soncor- Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto) Salar De Atacama. PERÍODO 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-32. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto) Salar De Atacama. Campaña 2015.

A

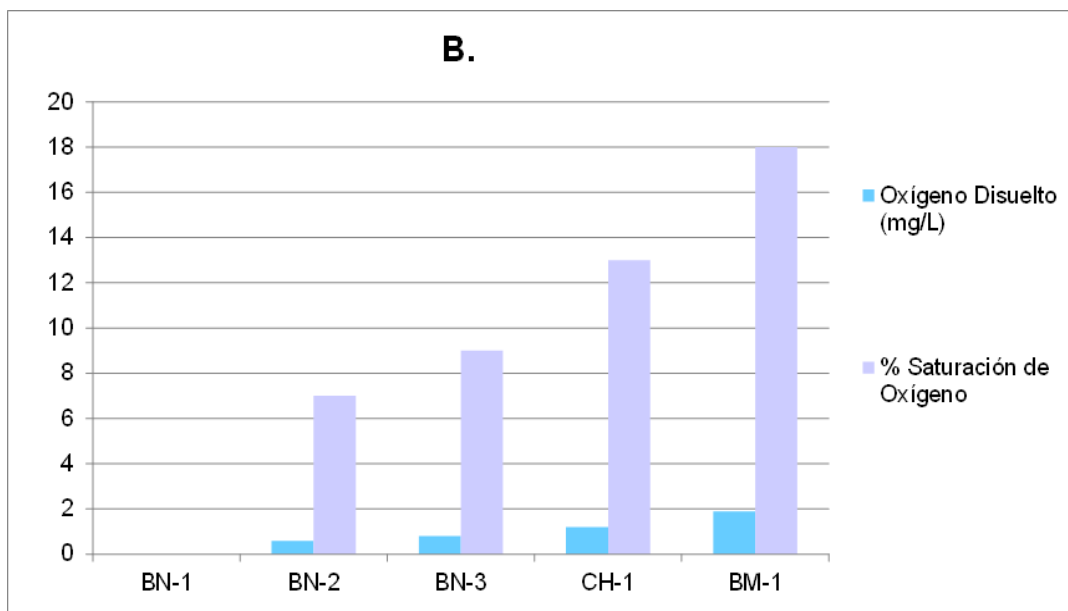
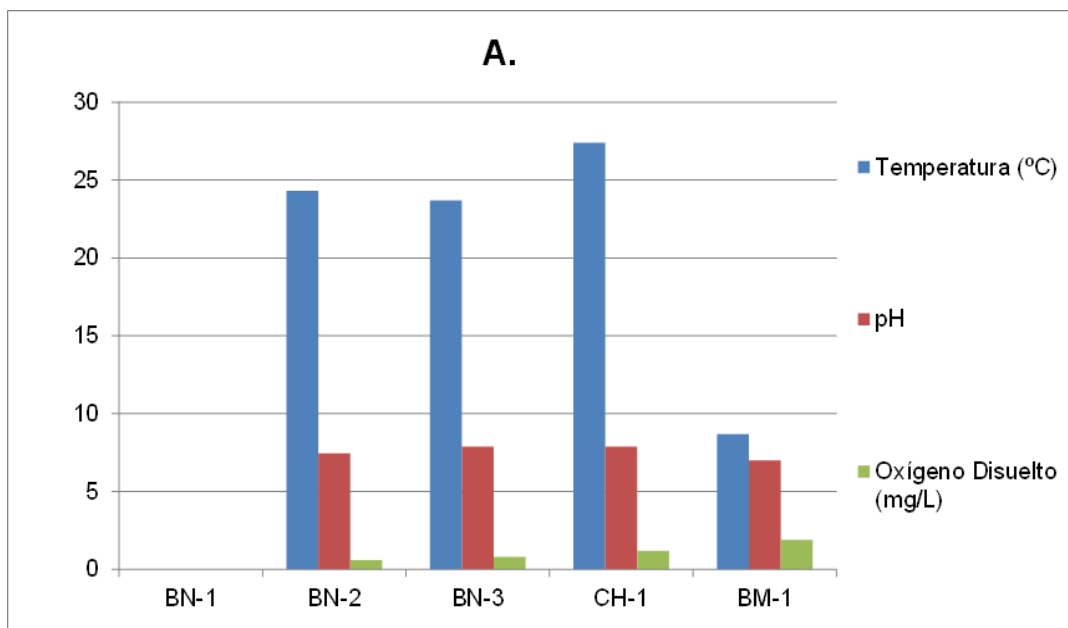
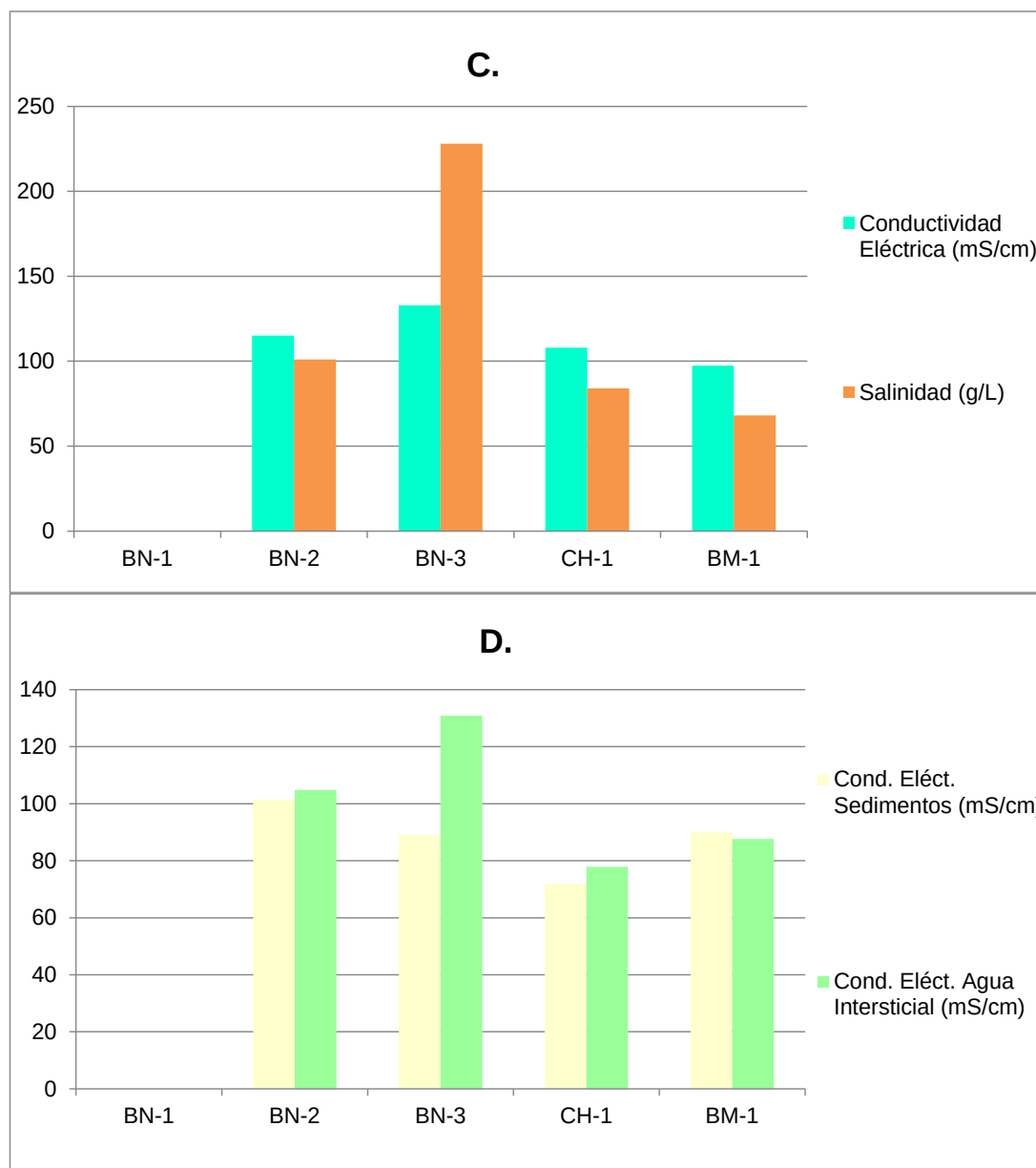


Figura 5-32. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto) Salar De Atacama. Campaña 2015.



La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Sector: Aguas de Quelana

La Tabla 5-47 presenta los resultados obtenidos durante el monitoreo correspondiente Abril de 2015, en las estaciones de monitoreo del Sector 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, que corresponden a afloramientos dinámicos de agua, los cuales se encontraban sin lámina de agua superficial, por lo que el análisis de dichos puntos no podrá ser incluido en el presente informe.

Tabla 5-47. Parámetros de calidad de agua determinados in situ Sector Aguas de Quelana. Campaña de Abril 2015

CÓDIGO MUESTRA Unidad	Hora (HR:MM)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Saturación de Oxígeno (%)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Salinidad (g/L)
Q-0	10:30	16,7	7,37	1,4	16	52,3	276,0
Q-1	12:12	21,5	7,99	2,4	28	100,2	78,0
Q-2	13:36	-	-	-	-	-	-
Q-3	13:10	-	-	-	-	-	-
Q-4	12:40	24,7	7,92	1,8	19	38,5	24,0
Q-5	12:27	-	-	-	-	-	-
Q-6	13:00	-	-	-	-	-	-
Q-7	8:20	-	-	-	-	-	-
Q-8	8:50	-	-	-	-	-	-
Q-9	9:10	-	-	-	-	-	-

Las estaciones Q-2, Q-3, Q-5, Q-6, Q-7, Q-8, Q-9 correspondientes a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia.

Temperatura (°C):

Los valores de la temperatura de la columna de agua del Sector Aguas de Quelana, en la campaña de Abril de 2015, se presentan en la Tabla 5-47. Los valores registrados para esta variable oscilaron entre los 16,7 °C y 24,7 °C en las estaciones Q-0 y Q-4 respectivamente. El valor promedio para esta variable fue de 30,97°C +/- 4,03 °C (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana de la temperatura del agua del año 2015 tuvo un valor de 21,5°C. En cuanto al rango de variación de los valores, éstos se agruparon principalmente en el percentil 75% (Figura 5-33-A). Respecto a la comparación de las medianas de la temperatura del agua, durante todas las campañas (2006-2015), éstas no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos monitoreos (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

pH (Unidades de pH):

La Tabla 5-47 contiene los valores de pH de la columna de agua en la campaña de Abril de 2015, en el Sector Aguas de Quelana. En términos generales, los valores fluctuaron entre 7,37 y 7,99 para la columna de agua, en las

estaciones Q-0 y Q-1 respectivamente (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas). En cuanto al valor promedio para la presente campaña, éste fue de 7,76 +/- 0,34 unidades de pH (Tabla Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana del pH fue de 7,92. El análisis de varianza realizado con el test no-paramétrico Kruskal-Wallis, muestra que los valores de las medianas del pH, tuvieron variaciones estadísticamente significativamente en el período 2006-2015. (Anexo IX: 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 5-47. Se observa que dicho parámetro, mostró un rango de valores entre 1,4 mg/L en la estación Q-0 y 2,4 mg/L en la estación Q-1. El valor promedio de la presente campaña de 1,87 +/- 0,50 mg/L de Oxígeno (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En relación con el comportamiento de este parámetro la Figura 5-34 A, muestra que para la presente campaña la mediana fue de 1,8 mg/L. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, mostró que hubo diferencias estadísticamente significativas, entre los distintos monitoreos en el período 2006-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

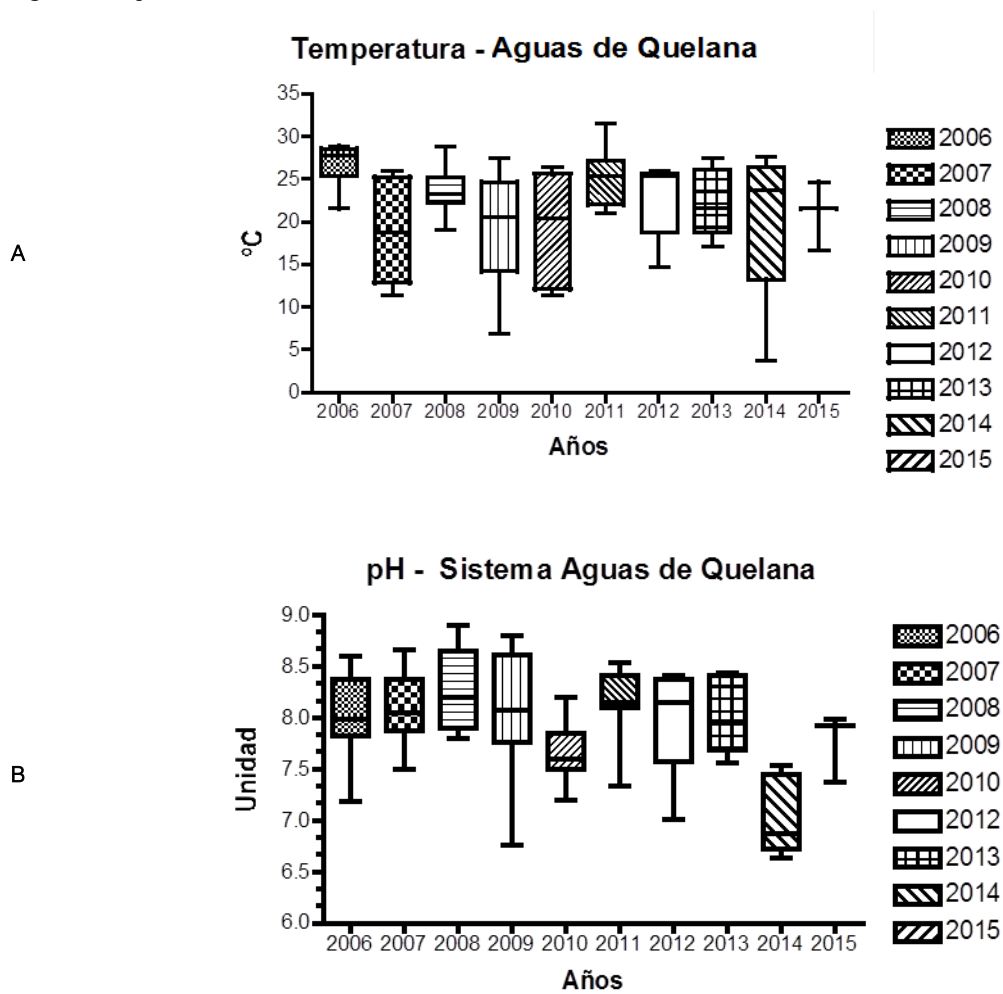
Respecto de los valores de porcentaje de saturación de oxígeno (Tabla 5-47), éstos estuvieron estadísticamente correlacionados con los valores de oxígeno disuelto en columna de agua ($p < 0,01$). El rango de valores para esta variable fluctuó entre 16% (Q-0) y 28% (Q-1).

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de conductividad eléctrica de la columna de agua, de la presente campaña (2015) para los puntos de monitoreo del Sector Aguas de Quelana, se muestran en la Tabla 5-47. En la presente campaña se observó un estrecho rango de valores, el que fluctuó entre 38,5 mS/cm (Q-4) y 100,2 mS/cm (Q-1). El valor promedio para este parámetro fue de 63,67 +/- 32,38 mS/cm (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

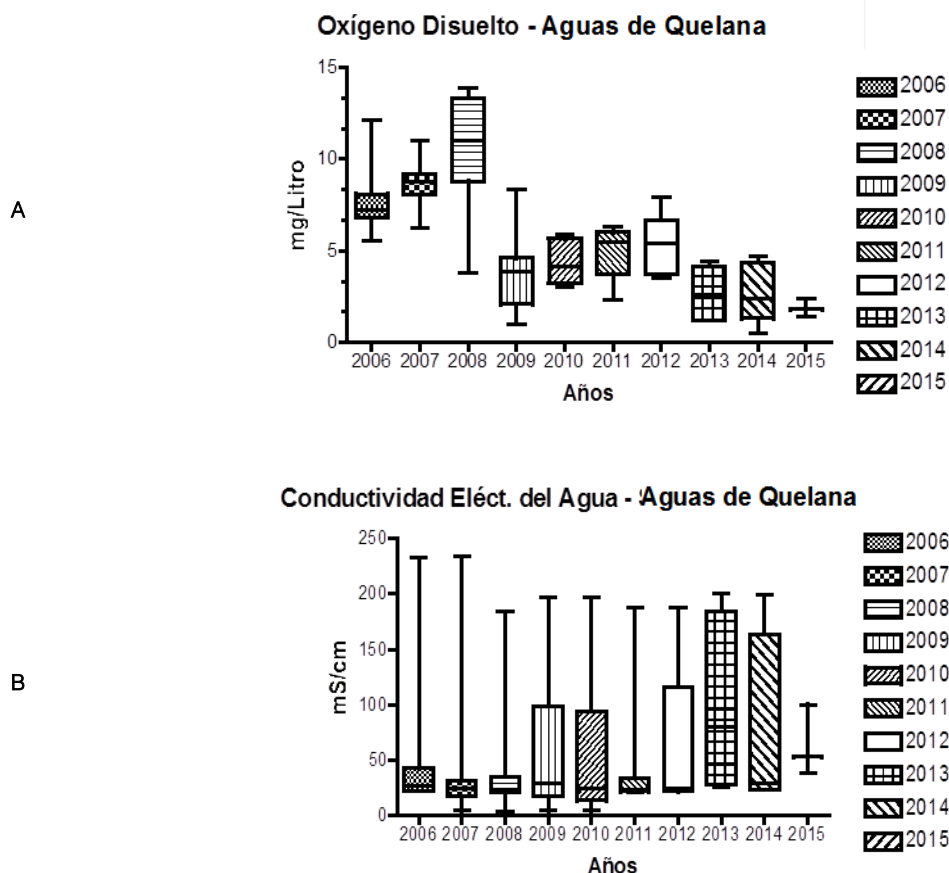
El valor de la mediana de la conductividad del agua de la presente campaña fue de 52,3 mS/cm (Figura 5-34-B). El análisis de varianza, estimado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de conductividad del agua, entre los períodos 2006 y 2015, no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 5-33. Variación anual de los parámetros temperatura y ph en columna de agua Sector Aguas de Quelana-Salar de Atacama. Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-34. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua Sector Aguas de Quelana-Salar de Atacama. Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

Salinidad (g/L):

Los valores de salinidad de las estaciones del Sector Aguas de Quelana, correspondientes a la campaña de Abril del 2015, se presentan en la Tabla 5-47. Los valores de salinidad del agua, fluctuaron entre 24,0 g/L y 276,0 g/L, en las estaciones Q-4 y Q-0, respectivamente. Además, el valor promedio de esta variable fue 126,00 +/- 132,68 g/L (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana de la campaña 2015 fue de 78,00 g/L (Figura 5-34-C). Respecto de la variación interanual, el análisis de variación de las medianas, arroja que hubo diferencias significativas para esta variable entre las campañas realizadas entre 2006 y 2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

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

La Tabla 5-48, contiene los datos de conductividad de los sedimentos y del agua intersticial de los puntos analizados en el Sector Aguas de Quelana, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

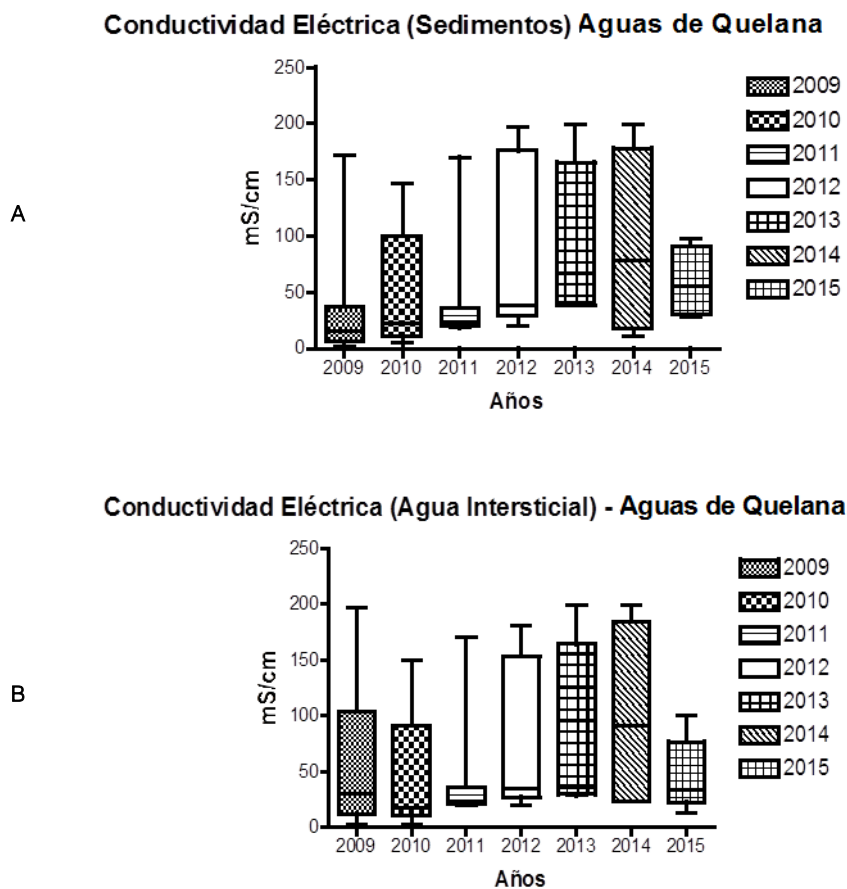
Tabla 5-48. Conductividad del agua intersticial y de los sedimentos Sector Aguas de Quelana. Campaña de Abril 2015

CÓDIGO MUESTRA Unidad	Cond. Eléct. Sedimentos (mS/cm)	Tª Sedimentos (°C)	Cond. Eléct. Agua Intersticial (mS/cm)	Tª Agua Intersticial (°C)
Q-0	84,5	16,4	12,3	21,3
Q-1	97,2	20,7	100,2	21,5
Q-2	55,3	24,7	53,3	24,3
Q-3	32	22,8	33,2	22,8
Q-4	27,8	24,6	33,0	24,3
Q-5	-	-	-	-
Q-6	-	-	-	-
Q-7	-	-	-	-
Q-8	-	-	-	-
Q-9	-	-	-	-

Las estaciones Q-2, Q-3, Q-5, Q-6, Q-7, Q-8, Q-9 correspondientes a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

El análisis de esta misma variable en ambas matrices, sedimentos y agua intersticial, arrojó valores similares, excepto en la estación Q-0 donde el valor de la conductividad del agua intersticial tuvo un valor notablemente más bajo que la misma variable en los sedimentos. Así, el valor máximo para ambas variables se midió estación Q-1, mientras que el mínimo para la conductividad de los sedimentos se midió en la estación Q-4, a diferencia del mínimo para la variable del agua intersticial que se midió en la estación Q-0. Respecto de los valores promedio, estos fueron de 59,36 +/- 30,92 mS/cm y 46,40 +/- 33,39 mS/cm, en los sedimentos y el agua intersticial, respectivamente. En relación al valor de la mediana de la presente campaña éste fue de 55,30 mS/cm para la conductividad de los sedimentos y 33,20 mS/cm para la conductividad del agua intersticial (Figura 5-35). En cuanto a las diferencias interanuales, de acuerdo con el Test de Kruskal-Wallis, no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de la conductividad de los sedimentos, ni entre los valores de esta misma variable en el agua intersticial (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 5-35. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial. Sector Aguas de Quelana-Salar de Atacama. Período 2009-2015

Fuente: Elaboración propia

Clorofila "a" del Fitoplancton y del Perifiton ($\mu\text{g/L}$):

La Tabla 5-49, contiene los datos de clorofila "a" del fitoplancton y del perifiton en los puntos analizados en el Sector Aguas de Quelana, en la presente campaña (año 2015).

Tabla 5-49: Clorofila a del fitoplancton y perifiton Sector Aguas de Quelana. Campaña de Abril 2015

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 ($\mu\text{g/L}$)	12,77	2,16	-	-	1,08	-	-	-	-	-
Clorofila "a" Perifiton ($\mu\text{g/L}$)	3,74	10,82	3,12	22,33	13,63	-	-	-	-	-

Las estaciones Q-5, Q-6, Q-7, Q-8, Q-9 correspondientes a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua, al igual que Q-2, Q-3 en la variable Clorofila "a" Fitoplancton

Fuente: Elaboración propia

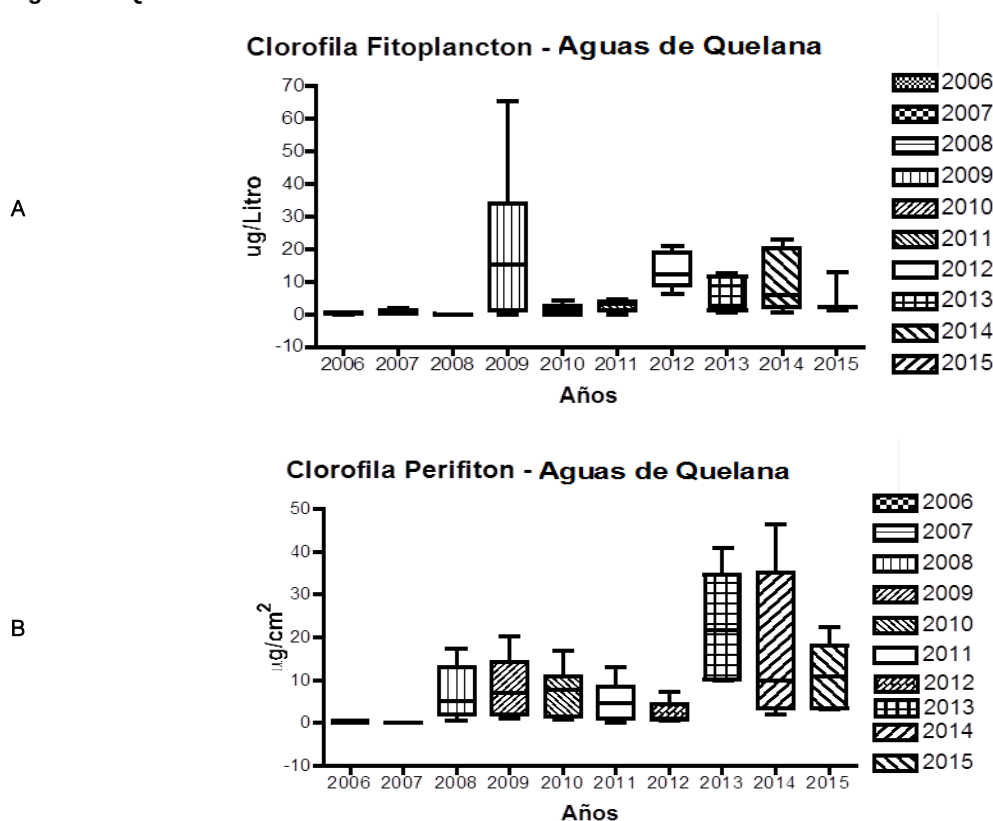
Como se aprecia en la Tabla 5-49, los valores de clorofila “a” en la columna de agua (fitoplancton) fluctuaron entre 1,08 $\mu\text{g/L}$ y 12,77 $\mu\text{g/L}$, en las estaciones Q-4 y Q-0, respectivamente. El valor promedio para esta variable fue de 5,34 $\pm$ 6,46 $\mu\text{g/L}$ (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Por su parte, los valores de clorofila “a” analizada en el Perifiton fluctuaron entre 3,12 $\mu\text{g/L}$ y 22,33 $\mu\text{g/L}$, en las estaciones Q-2 y Q-3, respectivamente. Para esta variable, El valor promedio fue de 10,73 $\pm$ 7,90 $\mu\text{g/L}$ (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto al valor de la mediana de clorofila “a” del fitoplancton en la presente campaña, ésta fue de 2,16 $\mu\text{g/L}$ (Figura 5-36-A). En relación con el comportamiento en el tiempo para esta variable, el análisis de comparación de medianas, mostró que hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medianas del período 2006 al 2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

En el caso de la clorofila “a” en el Perifiton (Figura 5-36-B), el valor de la mediana en la presente campaña (2015), fue de 10,82 $\mu\text{g/L}$. Por otra parte, el análisis de varianza Kruskal-Wallis realizado, arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las campañas analizadas desde 2006 al 2015, sin considerar el año 2007 que no está incluido en este análisis, (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 5-36. Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. Sector Aguas de Quelana-Salar De Atacama. Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-37. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Aguas De Quelana-Salar de Atacama. Campaña 2015.

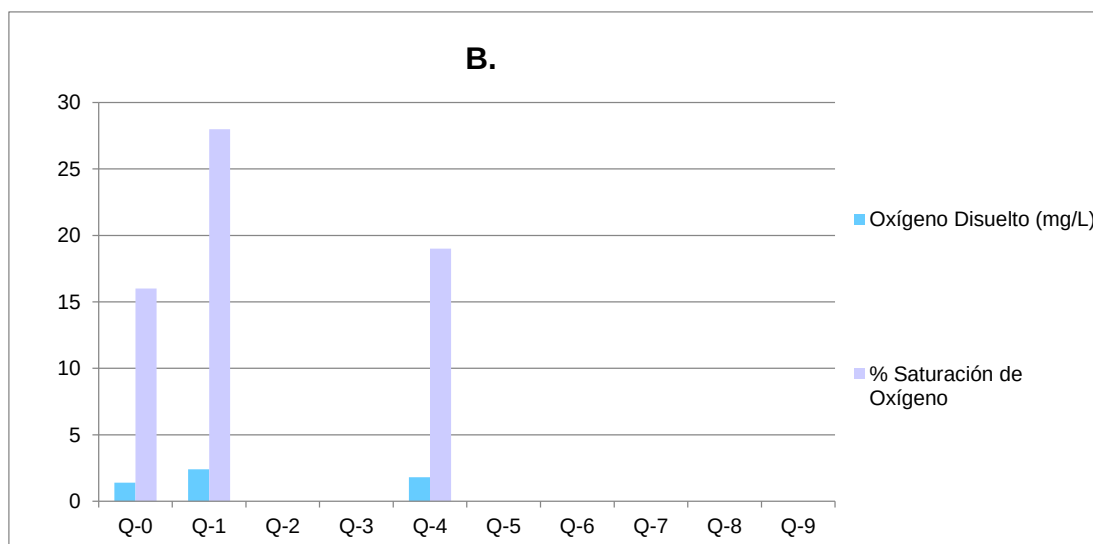
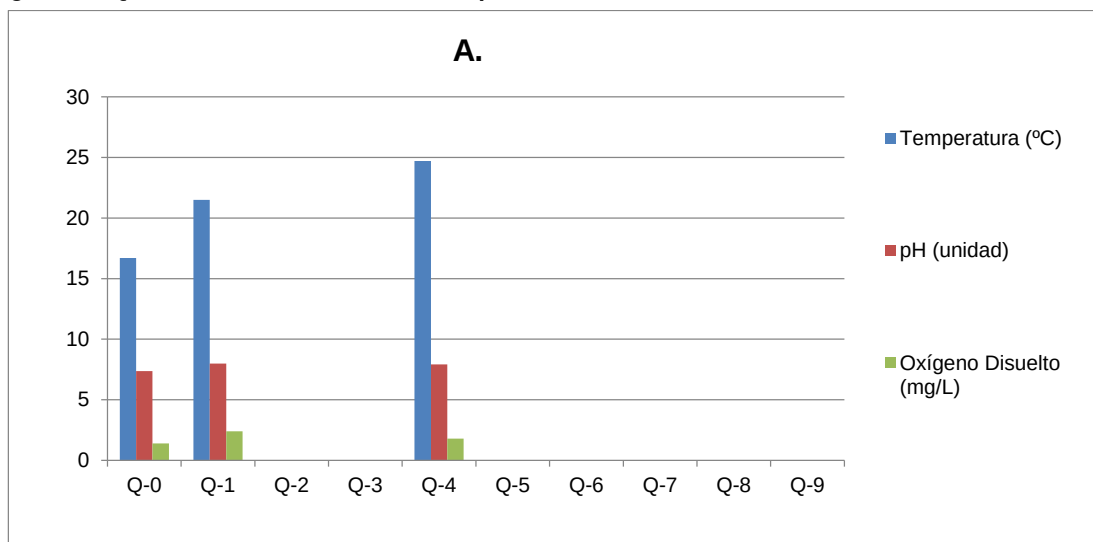
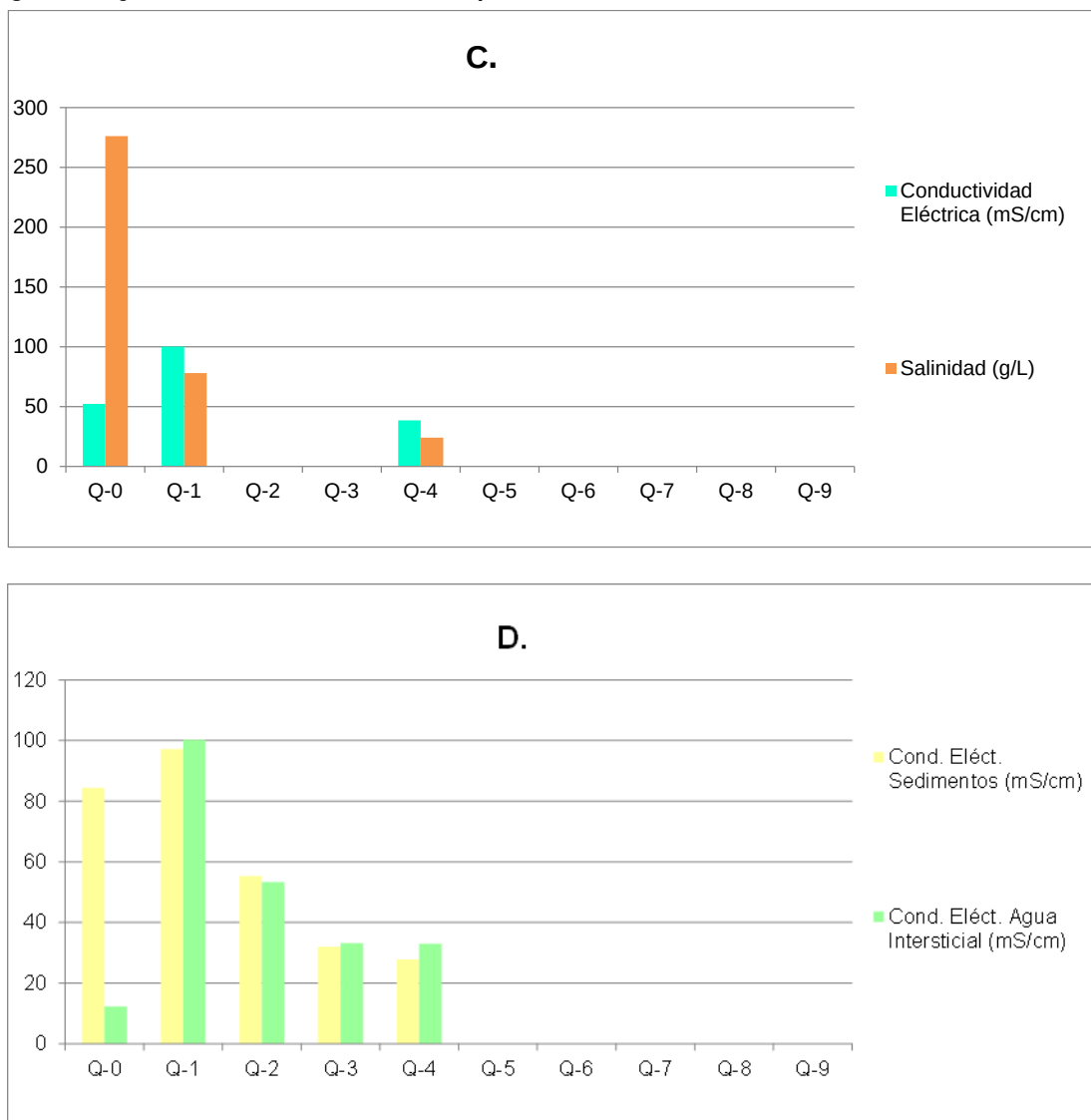


Figura 5-37. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. Sector Aguas De Quelana-Salar de Atacama. Campaña 2015.



Las estaciones Q-2, Q-3, Q-5, Q-6, Q-7, Q-8, Q-9 correspondientes a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Sector: Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

La Figura 5-32 presenta los resultados obtenidos durante la campaña de monitoreo de Abril del 2015, en las estaciones del Sector Peine. En ella, se entregan los valores de temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y salinidad.

Tabla 5-50. Parámetros de calidad de agua determinados in situ Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita). Campaña de Abril 2015

CÓDIGO MUESTRA Unidad	Hora (HR:MM)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Saturación de Oxígeno (%)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Salinidad (g/L)
PE-1	10:00	10,40	7,94	1,2	13	87,90	43
PE-2	9:28	8,90	6,79	0,9	10	81,70	44
PE-3	10:25	12,30	7,88	2,4	22	76,10	50
SA-1	11:05	14,70	7,89	0,9	10	76,20	42
SA-2	11:52	16,30	7,94	0,8	9	64,50	39

Fuente: Elaboración propia

Temperatura (°C):

Los valores de la temperatura de la columna de agua del Sector Peine, en la presente campaña, se muestran en la Tabla 5-50. Los valores registrados para esta variable oscilaron entre los 8,90 °C y 16,30 °C, en las estaciones PE-2 (laguna interna) y SA-2 (laguna saladita), respectivamente. Por otra parte, el valor promedio para esta variable fue de 12,52 °C +/- 3,03 °C (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

La mediana de temperatura del agua del año 2015 fue de 12,30 °C (Figura 5-38-A). El resultado del análisis de varianza, estimado a través del estadístico Kruskal-Wallis, arroja diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas de los distintos años (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

pH (Unidades de pH):

Los valores de pH de la columna de agua de la campaña Abril del 2015, en las estaciones de monitoreo del Sector Peine, se presentan en la Tabla 5-50. Los valores para esta variable fluctuaron entre 6,79 PE-2 (laguna Interna) y 7,94 PE-1 (laguna Interna) y SA-2 (laguna Saladita) unidades de pH respectivamente, (Tabla 5-50). Por otra parte, el valor promedio para la presente campaña, fue de 7,69 +/- 0,50 unidades de pH (Anexo IX: Tabla Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana del pH de la campaña 2015, fue de 7,89 (Figura 5-38-B). 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 IX: Tablas Comparación de Medianas).

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de oxígeno disuelto en la columna de agua del Sector Peine para la campaña 2015, se presentan en la Tabla 5-50. En ésta se observa, que dicho parámetro fluctuó entre un mínimo de 0,8 mg/L, en la estación SA-2 (laguna Salada) y un máximo de 2,4 mg/L en la estación PE-3 (laguna Interna). El valor promedio para esta variable fue de 1,24 +/- 0,67 mg/L de oxígeno disuelto (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana del oxígeno disuelto de la presente campaña, fue de 0,90 mg/L (Figura 5-39-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 hasta la fecha (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

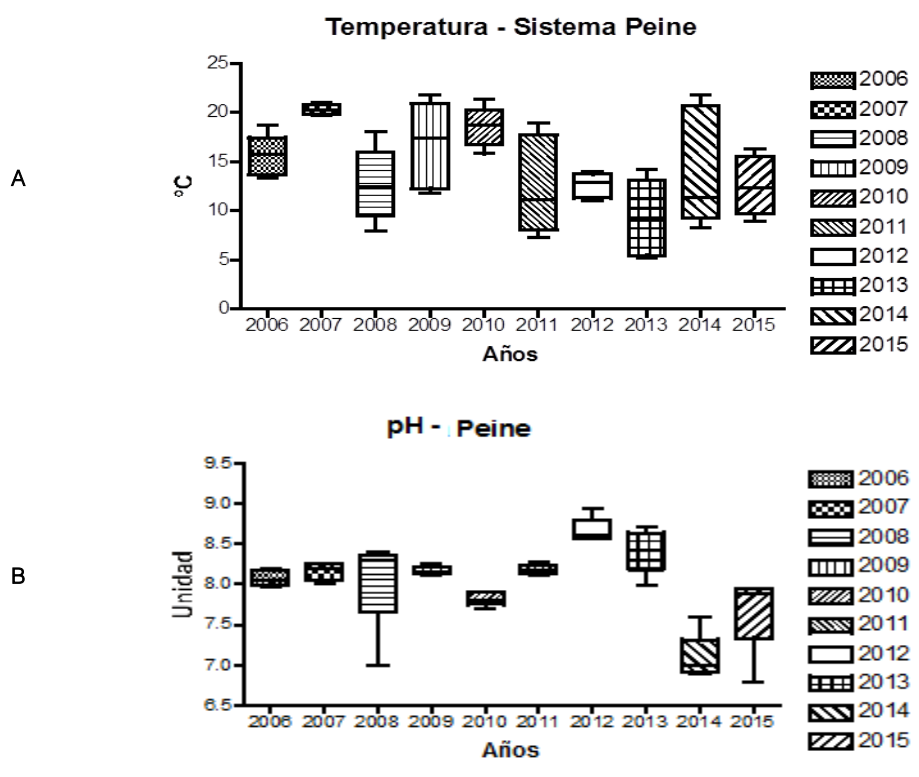
Respecto de los valores de Porcentaje de Saturación de Oxígeno (Tabla 5-50) para la presente campaña (2015), éstos fluctuaron entre 9% y un máximo de 22%.

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de conductividad eléctrica de la columna de agua en la campaña 2015, para las estaciones de monitoreo del Sector Peine, se muestran en la Tabla 5-50. Para esta variable los valores fluctuaron entre 64,50 mS/cm en la estación SA-2 (laguna Salada) y 87,90 mS/cm en la estación PE-1 (laguna Interna). Por otra parte, el valor promedio para este parámetro fue de 77,28 +/- 8,63 mS/cm (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

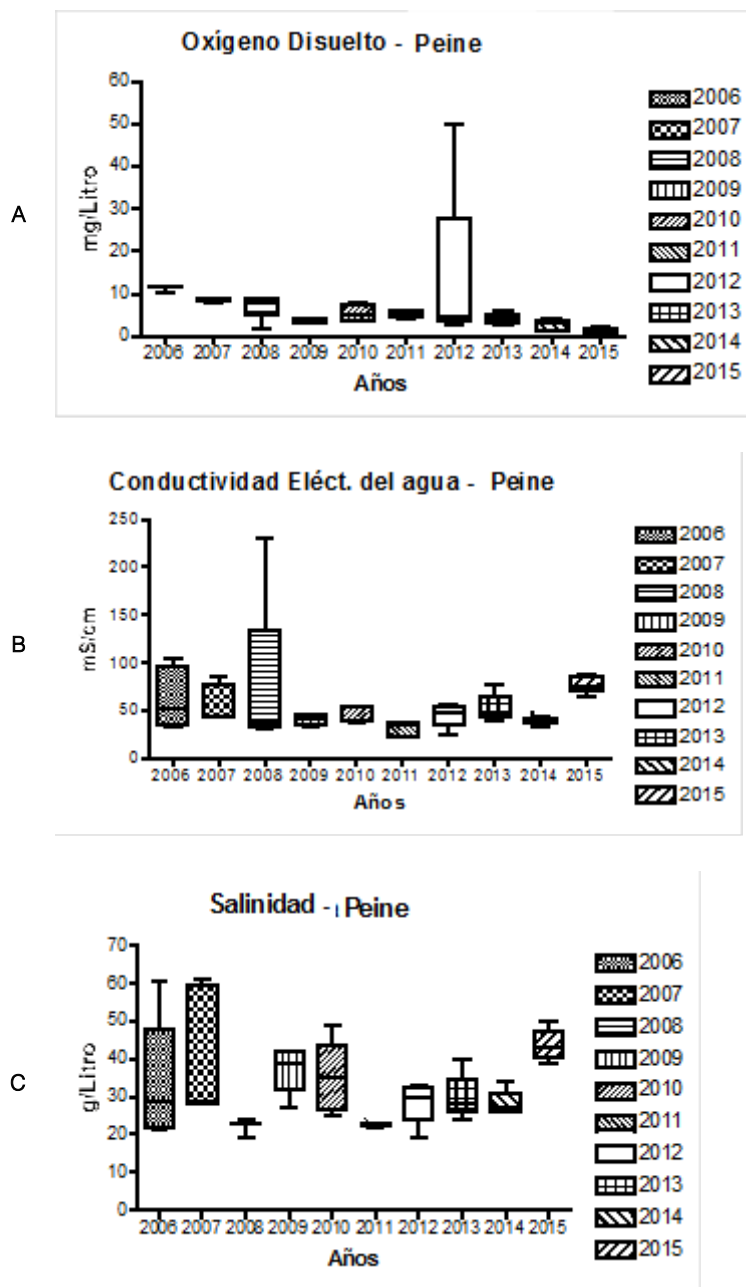
En la presente campaña, el valor de la mediana de conductividad del agua fue de 76,20 mS/cm (Figura 5-39-B). El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de conductividad eléctrica del agua, entre los períodos 2006 y 2015, presentan diferencias estadísticamente significativas (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 5-38. Variación anual de los parámetros temperatura y ph en columna de agua Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)-Salar de Atacama. Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-39. 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. Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

Salinidad (g/L):

Los valores de salinidad de las estaciones del Sector Peine, correspondientes a la campaña de Abril del 2015, se presentan en la Tabla 5-50. Para todo el sistema, los valores fluctuaron estrechamente, entre 39,0 g/L en la estación SA-2 (laguna Salada) y 50 g/L en la estación PE-3 (laguna Interna), respectivamente. En cuanto al valor promedio de esta variable, éste fue 43,60 +/- 4,04 g/L (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana de salinidad del agua de la actual campaña (2015) fue de 43,00 g/L (Figura 5-39-C). El análisis de varianza mostró que hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medianas (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

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

La Tabla 5-51, contiene los datos de conductividad eléctrica de los sedimentos y del agua intersticial de los puntos analizados en el Sector Peine, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

Tabla 5-51. Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita). Campaña de Abril 2015

CÓDIGO MUESTRA Unidad	Cond. Eléct. Sedimentos (mS/cm)	Tª Sedimentos (°C)	Cond. Eléct. Agua Intersticial (mS/cm)	Tª Agua Intersticial (°C)
PE-1	66,3	11,4	55,3	10,9
PE-2	30,3	8,9	58,4	8,8
PE-3	59,4	1,5	54,3	12,6
SA-1	53,3	14,9	47,3	14,5
SA-2	56,9	16,8	55,1	16,2

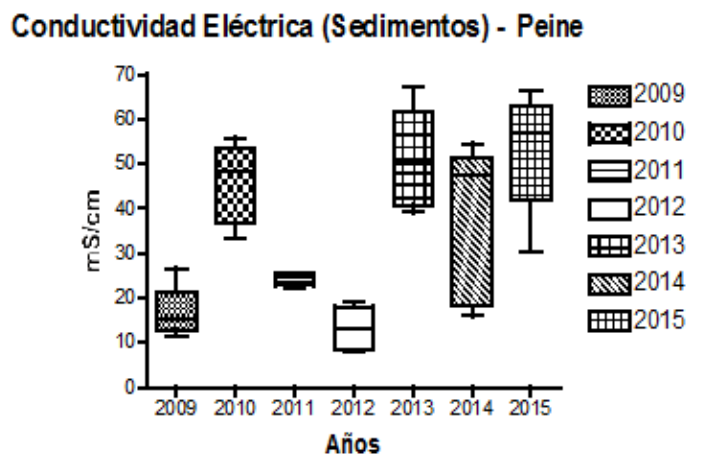
Fuente: Elaboración propia

El valor de la mediana de la conductividad de los sedimentos y del agua intersticial fueron de 56,9 mS/cm y 55,10 mS/cm respectivamente (Figura 5-40-A y B). Por otra parte, para ambas matrices (agua intersticial y sedimentos), la comparación de medianas arrojó diferencias estadísticamente significativas en el período 2009-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

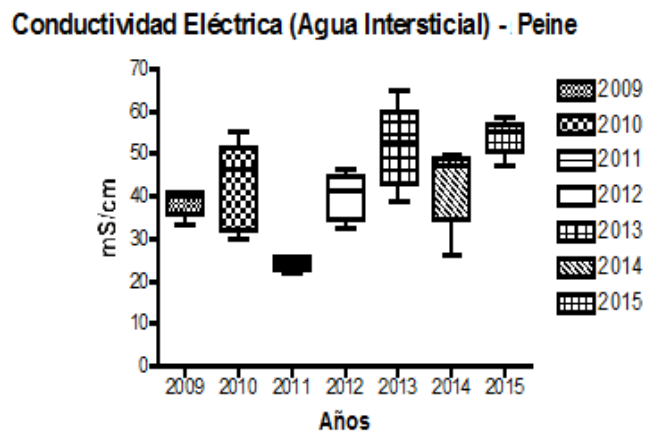
Respecto del rango de valores, el valor mínimo para la conductividad eléctrica en los sedimentos, se midió en la estación PE-2 (laguna Interna) 30,3 mS/cm y para la conductividad eléctrica del agua intersticial se midió en la estación SA-1 (laguna Saladita) 47,3 mS/cm. Los valores máximos correspondieron a 66,3 mS/cm en los sedimentos en la estación PE-1 (laguna Interna) y 58,4 mS/cm en el agua intersticial en PE-2 (laguna Interna) como se observa en la Tabla 5-51.

Figura 5-40. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial. Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) - Salar de Atacama. Período 2009-2015

A



B



Fuente: Elaboración propia

Clorofila "a" del Fitoplancton y del Perifiton ($\mu\text{g/L}$):

La Tabla 5-52, contiene los datos de clorofila "a" del fitoplancton y del perifiton en los puntos analizados en el Sector Peine, en la presente campaña (año 2015).

Tabla 5-52. Clorofila a del fitoplancton y perifiton Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita). Campaña de Abril 2015

Variable	Punto de Monitoreo				
	PE-1	PE-2	PE-3	SA-1	SA-2
Clorofila "a" Fitoplancton (µg/L)	2,58	7,48	2,58	3,11	2,74
Clorofila "a" Perifiton (µg/L)	4,53	10,04	5,64	13,58	1,98

Fuente: Elaboración propia

El rango de fluctuación de la clorofila "a" del fitoplancton en la presente campaña, fluctuó entre 2,58 µg/L en la estación PE-1 y PE-3 (laguna Interna) y 7,48 µg/L en la estación PE-2 (Tabla 5-52). Por otra parte, el valor promedio de esta variable fue de 3,70 +/- 2,13 µg/L (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

La fluctuación de los valores la clorofila "a" en el perifiton en la presente campaña, fue de 1,98 µg/L en la estación SA-2 (laguna Salada) y 13,58 µg/L en la estación SA-1 (laguna Saladita) como se observa en la Tabla 5-52. El valor promedio para esta variable alcanzó los 7,15 +/- 4,63 µg/L (Anexo IX: Tablas Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana de la clorofila "a" del fitoplancton de la presente campaña fue de 2,74 µg/L, (Figura 5-41-A). El análisis de varianza realizado a través del test Kruskal-Wallis mostró diferencias estadísticamente significativas en el período 2006 a 2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Por otra parte, el valor de la clorofila "a" en el perifiton fue de 5,64 µg/L, para la presente campaña, (Figura 5-41-B). El análisis de varianza realizado para los valores entre 2006 y 2015, arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de las distintas campañas (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 5-41. Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. SECTOR PEINE (Lagunas Interna, Salada y Saladita) - Salar de Atacama. Período 2006-2015

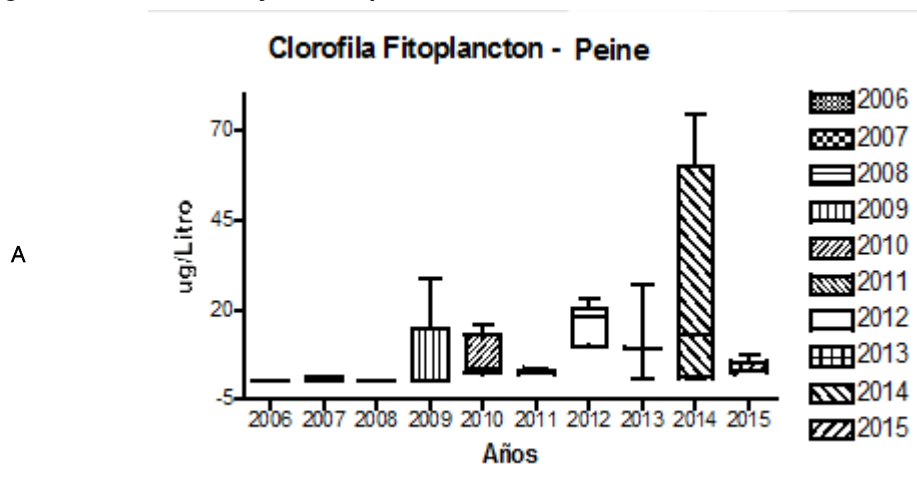
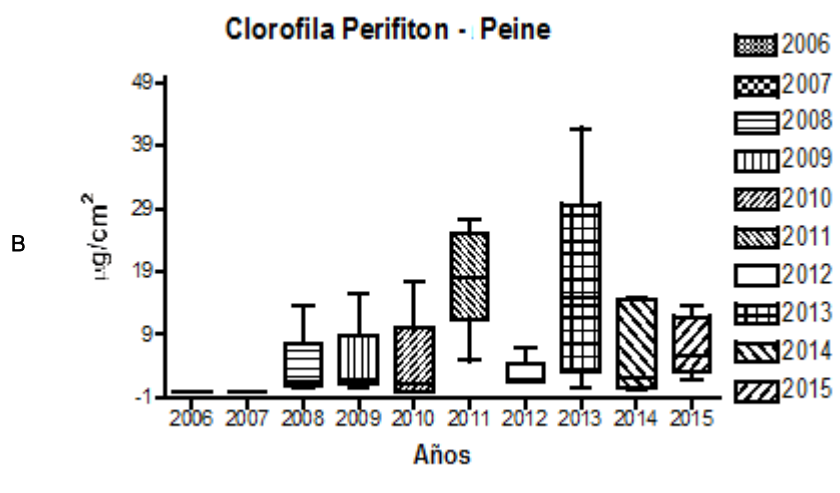


Figura 5-41. Variación anual de los parámetros clorofila a del fitoplancton y del perifiton. SECTOR PEINE (Lagunas Interna, Salada y Saladita) - Salar de Atacama. Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-42. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. SECTOR PEINE (Lagunas Interna, Salada y Saladita)-Salar de Atacama. Campaña 2015.

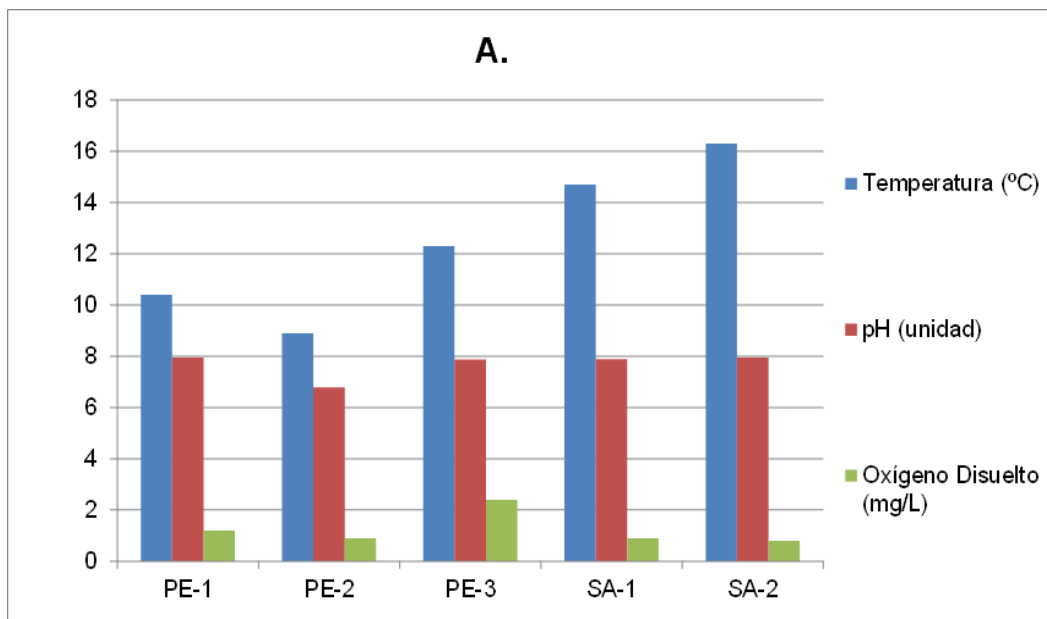


Figura 5-42. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. SECTOR PEINE (Lagunas Interna, Salada y Saladita)-Salar de Atacama. Campaña 2015.

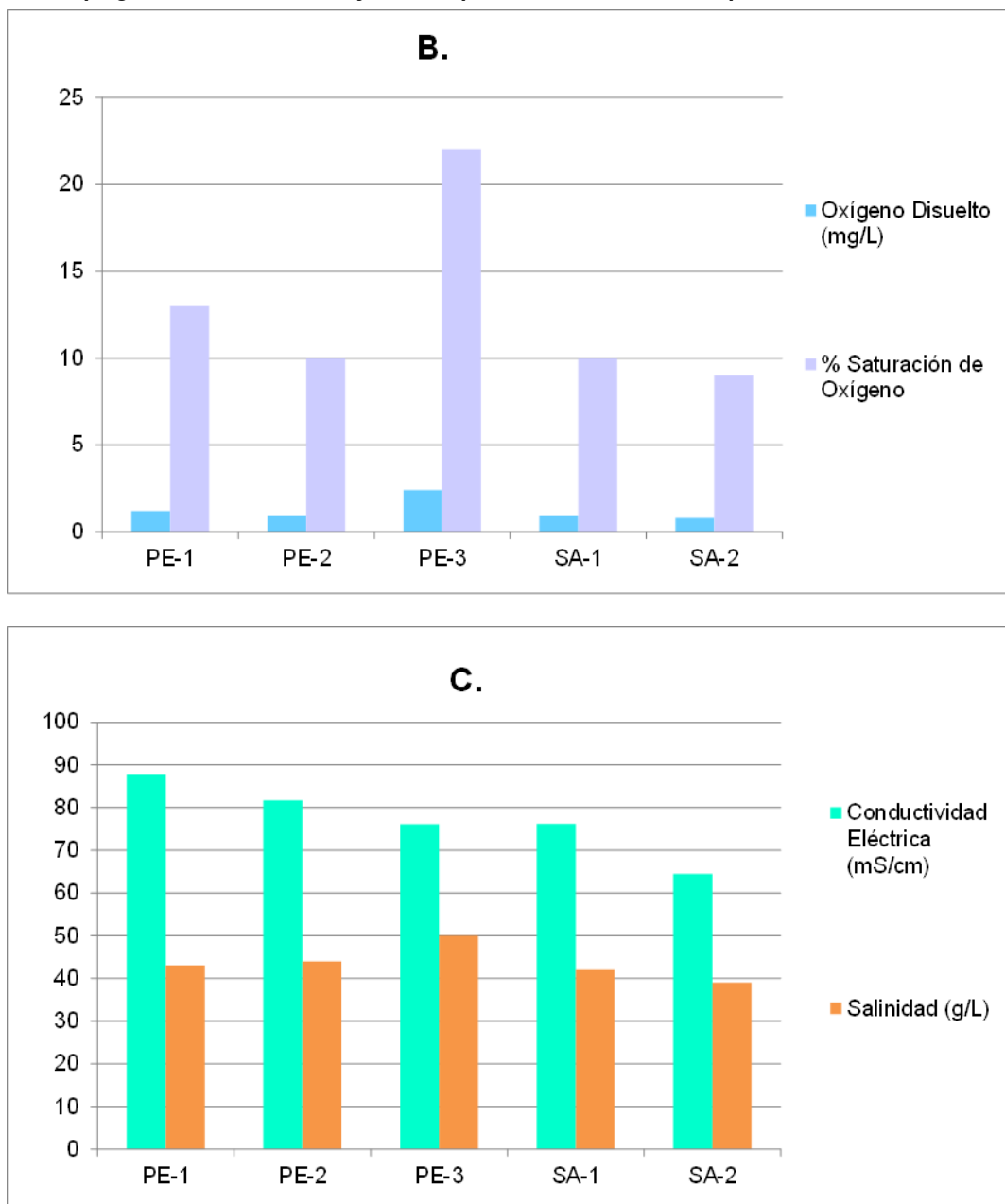
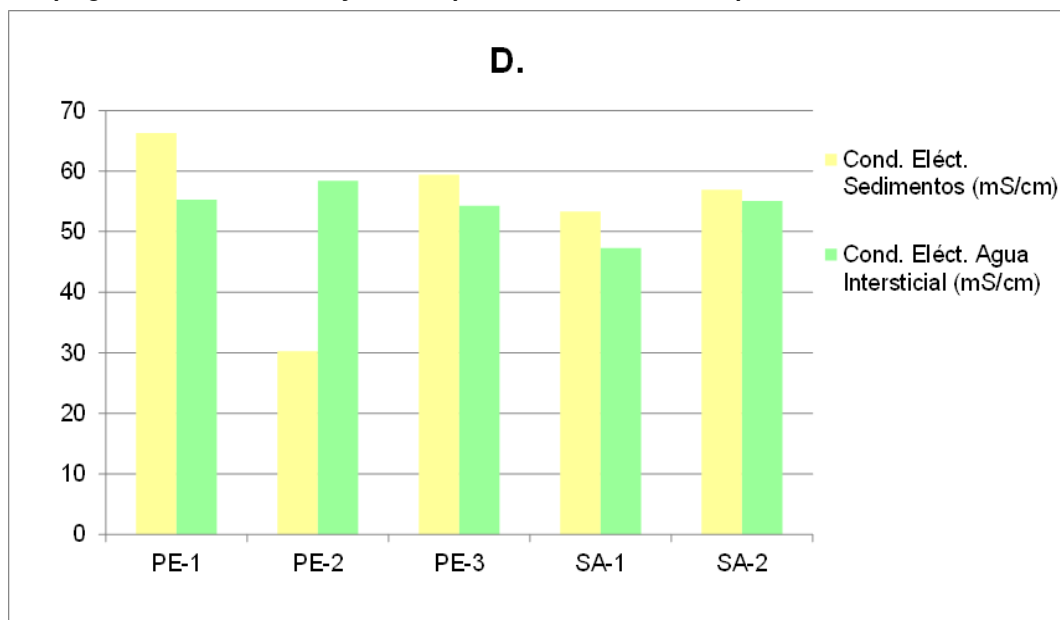


Figura 5-42. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos, determinados in situ. SECTOR PEINE (Lagunas Interna, Salada y Saladita)-Salar de Atacama. Campaña 2015.



Fuente: Elaboración propia

5.4.2 — Medio Biótico

Fitobentos

Sector Soncor: Puilar

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 5-53, se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes a la laguna Puilar. Además, la Figura 5-43, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxas del fitobentos en todo el sector monitoreado, en la presente campaña (2015). Respecto del rango de valores para este parámetro, éstos fluctuaron entre 5 y 13 taxa, observándose poca variación entre las 4 estaciones monitoreadas. En cuanto a la riqueza total, es decir considerando todos los taxas presentes en el sector, ésta alcanzó a los 25 taxa (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/ml)

En la Tabla 5-53, se muestran los valores de abundancia total de diatomeas bentónicas de las estaciones pertenecientes a la laguna Puilar. Además, la Figura 5-43, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del fitobentos en todo el sector monitoreado. En cuanto al rango de valores para esta variable, éste fue de 1.600 Cél/ml y 4.600 Cél/ml en las estaciones PU-3 (Puilar laguna 2) y PU-1 (Puilar vertiente), respectivamente. En tanto, el valor promedio para todo el sector fue de 2.775 +/-1.541 Cél/ml (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

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

Respecto de la diversidad de las poblaciones fitobentónicas de la laguna Puilar (H), la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo X), muestra que este parámetro fluctuó entre 1,43 y 2,10 (estaciones PU-3 y PU-2 respectivamente), correspondiente a un sector del canal de la laguna Puilar. Por otra parte, el Índice de Equidad (Evenness), fluctuó entre 0,20 (estaciones PU-1 y PU-3) y 0,26 (en la estación PU-2).

Tabla 5-53. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor-Laguna Puilar. ABRIL 2015

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	(Céls/ ml)	%	(Céls/ ml)	%	(Céls/ ml)	%	(Céls/ ml)	%	(Céls/ ml)	%
<i>Achnathes submarina</i>			200	5,71						
<i>Amphora acutiuscula</i>			700	20,00			400	25,00		
<i>Amphora carvajaliana</i>	400	8,70	1.100	31,43	400	28,57				
<i>Amphora ehrenberg sp</i>					500	35,71				
<i>Amphora veneta</i>			100	2,86						
<i>Coconeis placentula</i> var <i>euglypta</i>	100	2,17					300	18,75		
<i>Craticula grunowii sp</i>	400	8,70								
<i>Cyclotella ocellata</i>			100	2,86						
<i>Cyclotella elliptica</i>	2.200	47,83					200	12,50		
<i>Cymtella pusilla</i>			100	2,86						
<i>Denticula elegans</i>			100	2,86						
<i>Denticula kuetzingii</i>					300	21,43				
<i>Denticula thermalis</i>			100	2,86						
<i>Denticula valida</i>	100	2,17					100	6,25		
<i>Diploneis minuta</i>			500	14,29			300	18,75		
<i>Diploneis var rhombica</i>	800	17,39								
<i>Fallacia pygmaea</i>					100	7,14				
<i>Fragilaria brevistriata</i>	200	4,35								
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>subsalina</i>	300	6,52								

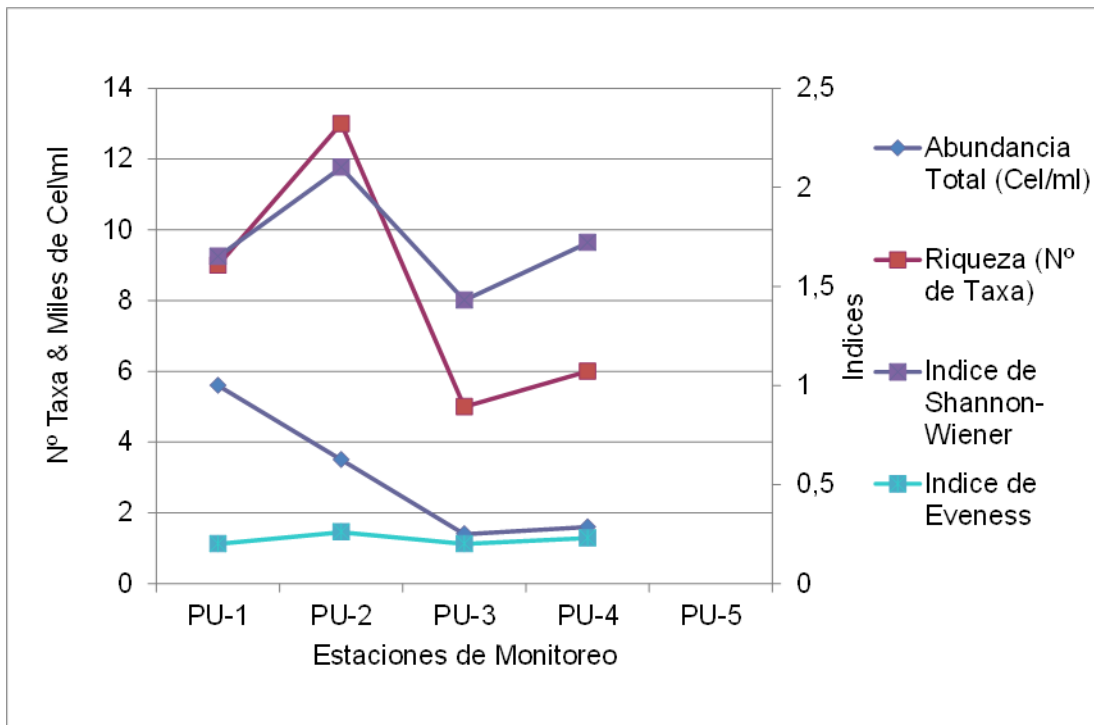
Tabla 5-53. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor-Laguna Puilar. ABRIL 2015

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	(Céls/ ml)	%	(Céls/ ml)	%	(Céls/ ml)	%	(Céls/ ml)	%	(Céls/ ml)	%
<i>Mastogloia smithii</i>			200	5,71						
<i>Navicula carvajalana</i> v <i>carvajalana</i>			100	2,86						
<i>Navicula tripunctata</i>	100	2,17	100	2,86						
<i>Nitzschia valdestriata</i>					100	7,14				
<i>Rhopalodia constricta</i>							300	18,75		
<i>Stauroneis leigleri</i>			100	2,86						
Abundancia Total (cél/ml)	4.600	100	3.500	100	1.400	100	1.600	100		
Riqueza (Nº) de Taxa	9	9	13	13	5	5	6	6		

La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-43. Parámetros comunitarios evaluados en el Sector Puilar. Abril 2015



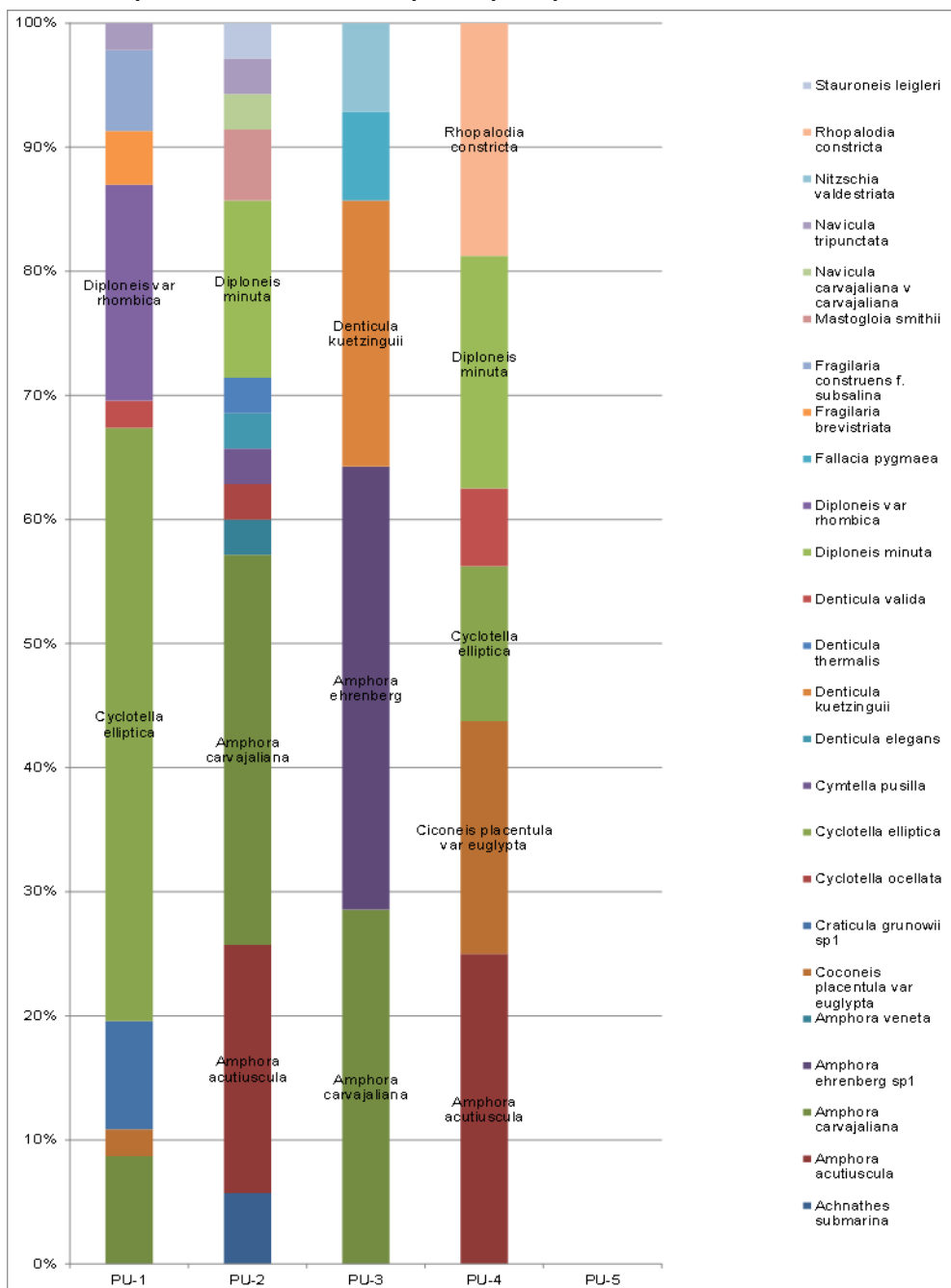
La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-44, muestra la distribución de las Abundancias Relativas de las diatomeas bentónicas en las estaciones de la laguna 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 acutiuscula*, *Amphora carvajalana*, *Amphora ehrenberg sp*, *Coconeis placentula var euglypta*, *Cyclotella elliptica*, *Denticula kuetzinguii*, *Diploneis minuta*, *Diploneis var rhombica* y *Rhopalodia constricta*, aportaron, con su abundancia a la abundancia total (Figura 5-44).

Figura 5-44. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%



La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Sector Soncor: Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto)

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxas)

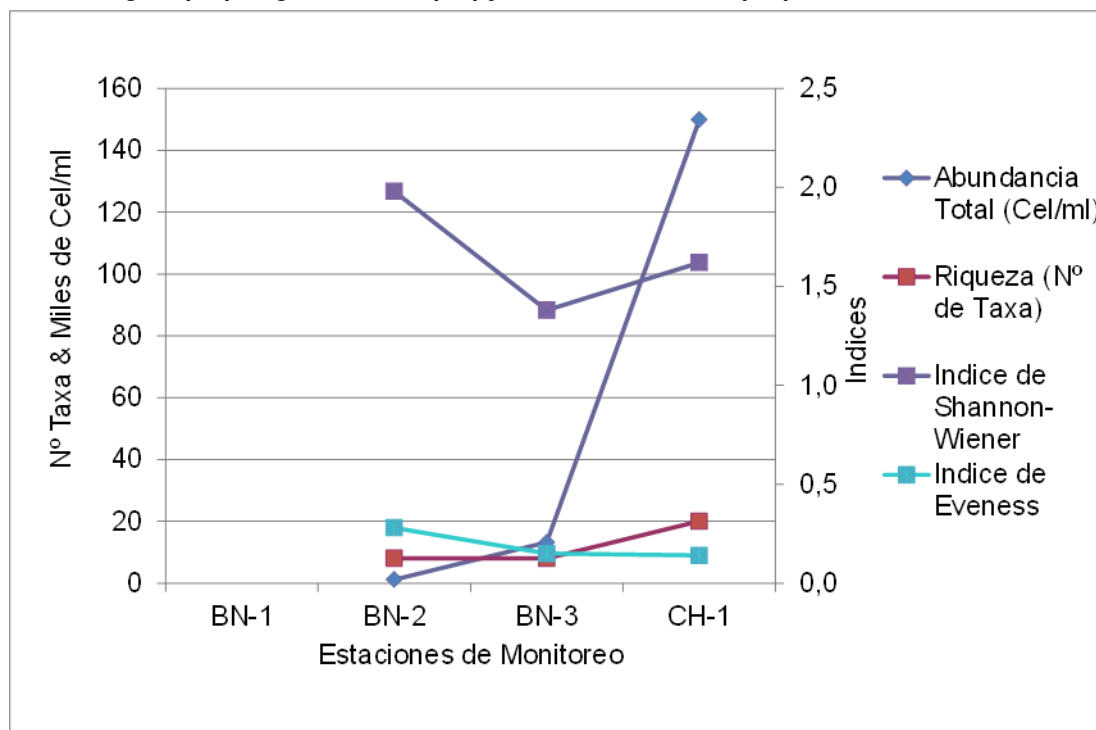
En la Tabla 5-54, Tabla 5-55 y Tabla 5-56, se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al sector Soncor, representado por las lagunas Barros Negros y Chaxas y canales Barros Negros y Burro Muerto. Además, la Figura 5-45, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitobentos en todo el sector monitoreado. Los valores para esta variable, determinados fueron: laguna Barros Negros con 11 taxa; laguna Chaxas con 20 taxa y canal Burro Muerto con 13 taxa, El valor máximo de riqueza, se obtuvo en la estación CH-1 (laguna Chaxas) con 20 taxa, mientras que el valor más bajo se presentó en las estaciones BN-2 y BN-3 (entrada de la laguna y laguna Barros Negros), con 8 taxa.

Abundancia Total (Cél/ml)

En la Tabla 5-54, Tabla 5-55 y Tabla 5-56, se presentan los valores de abundancia total de diatomeas bentónicas de las estaciones pertenecientes a Soncor, para sus diferentes lagunas y canales (laguna Barros Negros; laguna Chaxas y canal Barros Negros y Burro Muerto). Por otra parte, la Figura 5-45, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del fitobentos en todo el sector monitoreado. El rango de fluctuación de esta variable para las estaciones de monitoreo señaladas fue de 1.200 Cél/ml y 149.900 Cél/ml, en las estaciones y BN-2 (Barros Negros entrada laguna) y CH-1 (laguna Chaxas) respectivamente. Respecto del valor promedio, éste fue de 42.850 +/- 75.534 Cél/ml.

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

Respecto de la diversidad de las poblaciones de diatomeas bentónicas de las distintas estaciones que conforman el Sector Soncor (Figura 5-45) y la Tabla de Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo X), muestran que las estaciones presentaron una baja diversidad, con valores de Índices de Shannon-Wiener (H) que fluctuaron entre 1,38 en BN-3 (Barros Negros laguna) y 1,98 en BN-2 (Barros Negros entrada laguna). Por otra parte, los índices de equidad consecuentemente bajos, fluctuaron entre 0,14 en CH-1 (laguna Chaxas) y 0,28 en BN-2 (Barros Negros entrada laguna). Así, los resultados muestran que en las estaciones del sector Soncor hubo baja diversidad y los taxa presentes no estuvieron equitativamente representados en este sector.

Figura 5-45. Parámetros comunitarios evaluados en el Sector Soncor- Soncor: Laguna y Canal Barros Negros (BN), Laguna Chaxas (CH) y Canal Burro Muerto (BM). ABRIL 2015

La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-46, Figura 5-47 y Figura 5-48, muestran los porcentajes de abundancias relativas de las diatomeas bentónicas en las estaciones del sector Soncor y sus lagunas Barros Negros y Chaxas y canales Barros Negros y Burro Muerto. En estas estaciones, se destacan aquellos taxa que alcanzaron un valor igual o superior al 10% de abundancia relativa. Así, se observa que en todas las estaciones analizadas (Barros Negros, Burro Muerto y Chaxas) las especies: *Amphora acutiuscula*, *Amphora boliviana*, *Amphora carvajalana*, *Cyclotella ocellata* y *Nitzschia halloyii*, fueron las especies de diatomeas con mayor distribución y abundancia en todas las estaciones de Soncor.

Tabla 5-54. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor- Soncor Laguna y Canal Barros Negros. ABRIL 2015

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
<i>Amphora acutiuscula</i>			300	25,00	6.500	49,24
<i>Amphora carvajalana</i>			100	8,33	3.900	29,55
<i>Craticula buderi</i>			100	8,33	300	2,27

Tabla 5-54. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor- Soncor Laguna y Canal Barros Negros. ABRIL 2015

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
<i>Cyclotella ocellata</i>			200	16,67	600	4,55
<i>Fragilaria brevistriata</i>					200	1,52
<i>Nitzschia halloyii</i>			200	16,67		
<i>Nitzschia inconspicua</i>			100	8,33	800	6,06
<i>Nitzschia lacunarum</i>			100	8,33		
<i>Nitzschia liebertruthii</i>			100	8,33		
<i>Nitzschia ovalis</i>					100	0,76
<i>Proschkinia bulnheimii</i>					800	6,06
Abundancia Total (cél/ml)	0	0	1.200	100,0	13.200	100,00
Riqueza (Nº) de Taxa	0	0	8	8	8	8

La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-55. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor- Soncor Laguna Chaxas. ABRIL 2015

CH-1			
TAXA	(Céls/ml)	%	
<i>Amphora acutiuscula</i>	35.200	23,48	
<i>Amphora atacamae</i>	1000	0,67	
<i>Amphora carvajalana</i>	80.600	53,77	
<i>Amphora coffeaeformis</i>	800	0,53	
<i>Amphora veneta</i>	4.000	2,67	
<i>Anomoeoneis sphaerophora var angusta</i>	800	0,53	
<i>Cyclotyella stelligera</i>	4.000	2,67	
<i>Denticula subtilis</i>	800	0,53	
<i>Denticula thermalis</i>	1.200	0,80	

Tabla 5-55. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor- Soncor Laguna Chaxas. ABRIL 2015

CH-1		
TAXA	(Céls/ml)	%
<i>Diploneis smithii</i> var <i>rhombica</i>	1.600	1,07
<i>Diplonei minuta</i>	800	0,53
<i>Entomoneis paludosa</i>	1.600	1,07
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>susalina</i> Hustedt	1.100	0,73
<i>Mastogloia smithii</i>	800	0,53
<i>Navicula carvajaliana</i> v <i>carvajaliana</i>	1.200	0,80
<i>Navicula cryptotenella</i>	2.400	1,60
<i>Navicula salinicola</i> var <i>boliviana</i>	1.600	1,07
<i>Nitzschia halloyii</i>	4.800	3,20
<i>Nitzschia liebertruthii</i>	3.200	2,13
<i>Proschkinia bulnheimii</i>	2.400	1,6
Abundancia Total (cél/ml)	149.900	100,00
Riqueza (Nº) de Taxa	20	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-56. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor- Soncor Canal Burro Muerto. ABRIL 2015

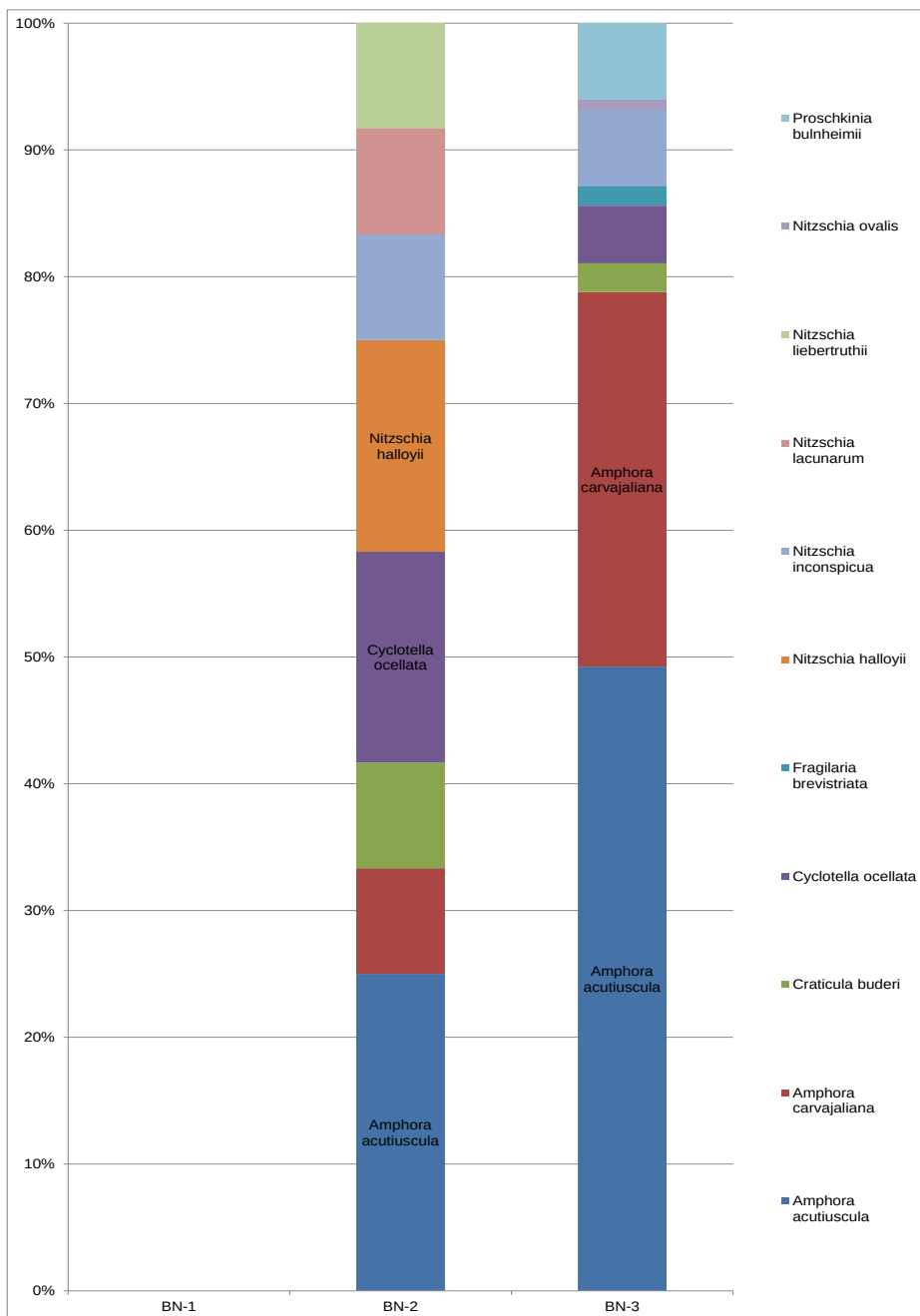
BM-1		
TAXA	(Céls/ml)	%
<i>Achnanthes atacamae</i>	100	1,41
<i>Amphora Ehrenberg</i> sp	100	1,41
<i>Amphora boliviana</i>	1.800	25,35
<i>Amphora carvajaliana</i>	3.200	45,07
<i>Cyclotella ocellata</i>	100	1,41
<i>Cyclotella stelligera</i>	100	1,41
<i>Cymbella pusilla</i>	400	5,63
<i>Mastogloia elliptica</i>	300	4,23
<i>Nitzschia halloyii</i>	400	5,63
<i>Nitzschia inconspicua</i>	100	1,41

Tabla 5-56. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Soncor- Soncor Canal Burro Muerto. ABRIL 2015

BM-1		
TAXA	(Céls/ml)	%
Planothidium chilensis	300	4,23
Proschkinia bulnheimii	100	1,41
Stauroneis aff. Atacamae	100	1,41
Abundancia Total (cél/ml)	7.100	100
Riqueza (Nº) de Taxa	13	

Fuente: Elaboración propia

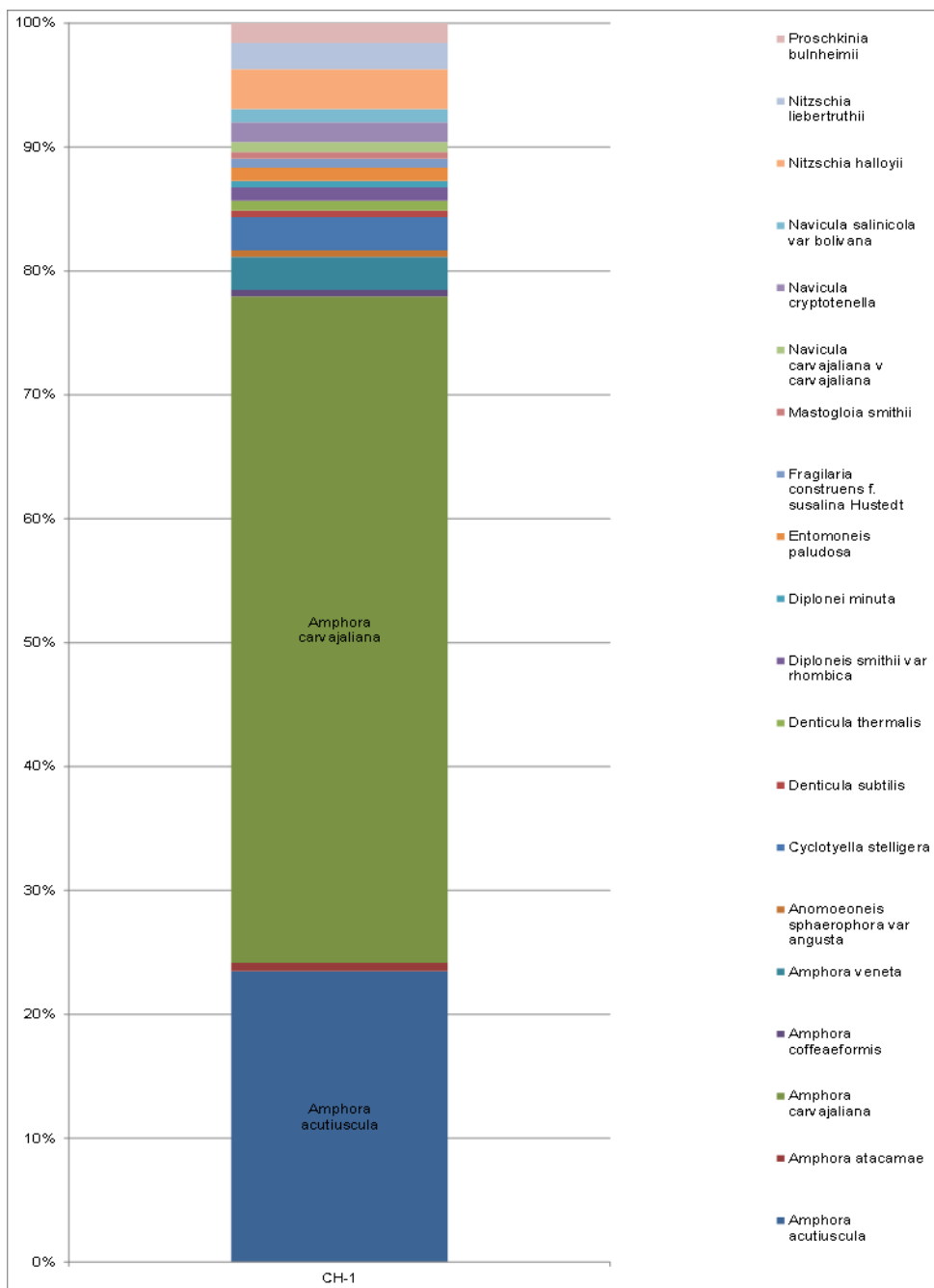
Figura 5-46. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Soncor- Soncor, Laguna y Canal Barros Negros. ABRIL 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%



La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

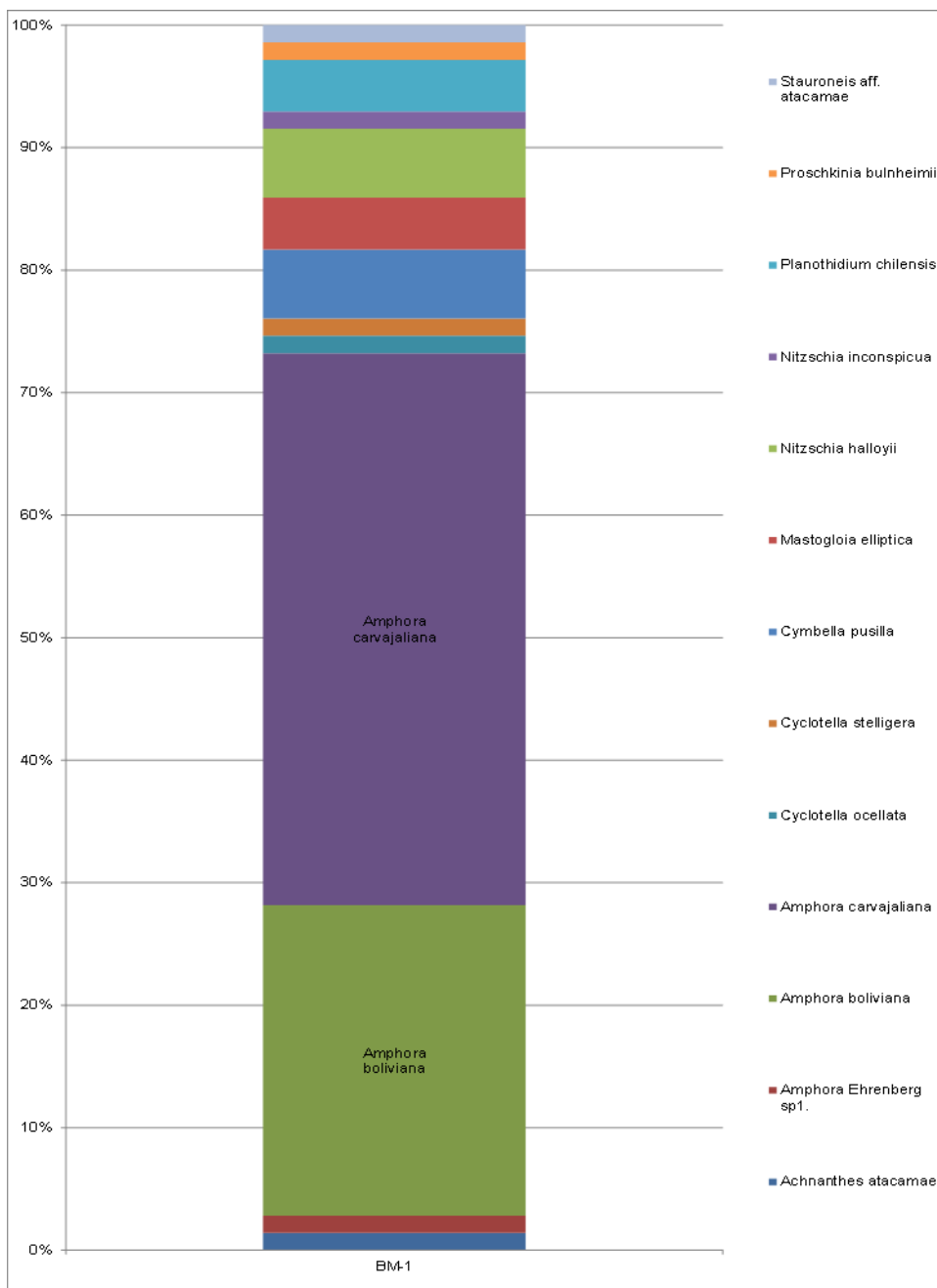
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-47. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Soncor- Soncor, Laguna Chaxas. ABRIL 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-48. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Soncor- Soncor, Canal Burro Muerto. ABRIL 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%



Fuente: Elaboración propia

Sector Aguas de Quelana

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

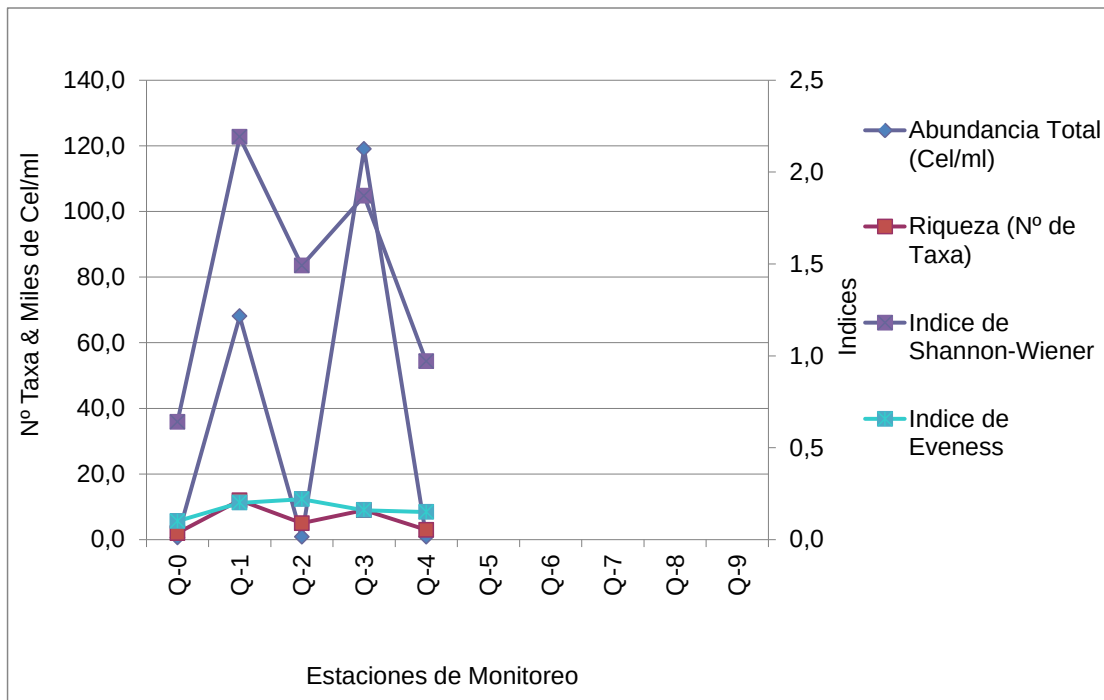
En la Tabla 5-57, se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana, en la presente campaña (2015). Además, la Figura 5-49 muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitobentos, en todo el sector monitoreado. Respecto del rango en que fluctuaron los valores de riqueza de taxa, en la estación Q-0 se observó el valor mínimo de riqueza con 2 taxa y el valor máximo se presentó en la estación Q-1 con 12 taxa distintos. En cuanto al valor promedio de distribución de la riqueza, considerando las estaciones monitoreadas, éste fue de 6 +/- 4 taxa. El valor de la riqueza total de taxa en el Sector Aguas de Quelana, fue de 23 taxa. (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/cm³)

La Tabla 5-57, contiene los valores de abundancia total de diatomeas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana, determinados en la presente campaña (2015). Por otra parte, la Figura 5-49 muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del 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-3 el máximo, con 600 Cél/ml y 119.000 Cél/ml, respectivamente. En tanto que el valor promedio para todo el sector fue de 47.100 +/- 57.481 Cél/ml (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

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

Respecto de la Biodiversidad presente en las estaciones del Sector Aguas de Quelana, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo X), muestra que los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 0,64 (Q-0) y 2,19 (Q-1) como se observa en la Figura 5-37 A-D. En cuanto al índice de equidad de Evenness, éste presentó valores bajos en la mayoría de las estaciones monitoreadas, entre 0,10 (Q-0) y 0,22 (Q-2). En general, el sector presentó una distribución muy poco equitativa en la abundancia entre los taxa presentes.

Figura 5-49. Parámetros comunitarios evaluados en el Sector Aguas De Quelana. ABRIL 2015

Las estaciones Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 que corresponden a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por ausencia de lámina superficial de agua.

Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-50, muestra la distribución de las abundancias relativas de las diatomeas pertenecientes al fitobentos, en las estaciones del Sector Aguas de Quelana en la campaña 2015. En ésta, se destacan aquellos taxa que alcanzaron un valor igual o superior al 10% de abundancia relativa.

En el Sector Aguas de Quelana, los taxa más destacados fueron: *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Amphora coffeaeformis*, *Brachysira aponina*, *Cyclotella stelligera*, *Cyclotella ocellata*, *Denticula valida*, *Diploneis smithii var rhombica*, *Mastogloia smithii*, *Navicula kuripanensis* y *Proschkinia bulnheimii*.

Tabla 5-57. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Aguas de Quelana. Abril 2015

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
<i>Achnanthes atacamae</i>			2.000	2,94																
<i>Achnanthes subrobusta</i>							4.000	3,36												
<i>Achnanthes submarina</i>							5.000	4,2												
<i>Amphora acutiuscula</i>			12.000	17,65	300	37,5	31.000	26,05	400	50										
<i>Amphora atacamana</i>							6.000	5,04												
<i>Amphora boliviana</i>			6.000	8,82																
<i>Amphora carvajaliana</i>			8.000	11,76			32.000	26,89	300	37,5										
<i>Amphora coffeaeformis</i>					100	12,5														
<i>Brachysira aponina</i>					100	12,5														
<i>Cyclotella stelligera</i>									100	12,5										
<i>Cyclotella ocellata</i>	400	66,67																		
<i>Denticula elegans</i>							6.000	5,04												
<i>Denticula kuetzinguii</i>			2.000	2,94																
<i>Denticula valida</i>	200	33,33	1.000	1,47																
<i>Diploneis smithii</i> var <i>rhombica</i> x							17.000	14,29												
<i>Fragilaria brevistriata</i>			2.000	2,94																
<i>Mastogloia elliptica</i>			4.000	5,88																
<i>Mastogloia smithii</i>					100	12,5	16.000	13,45												

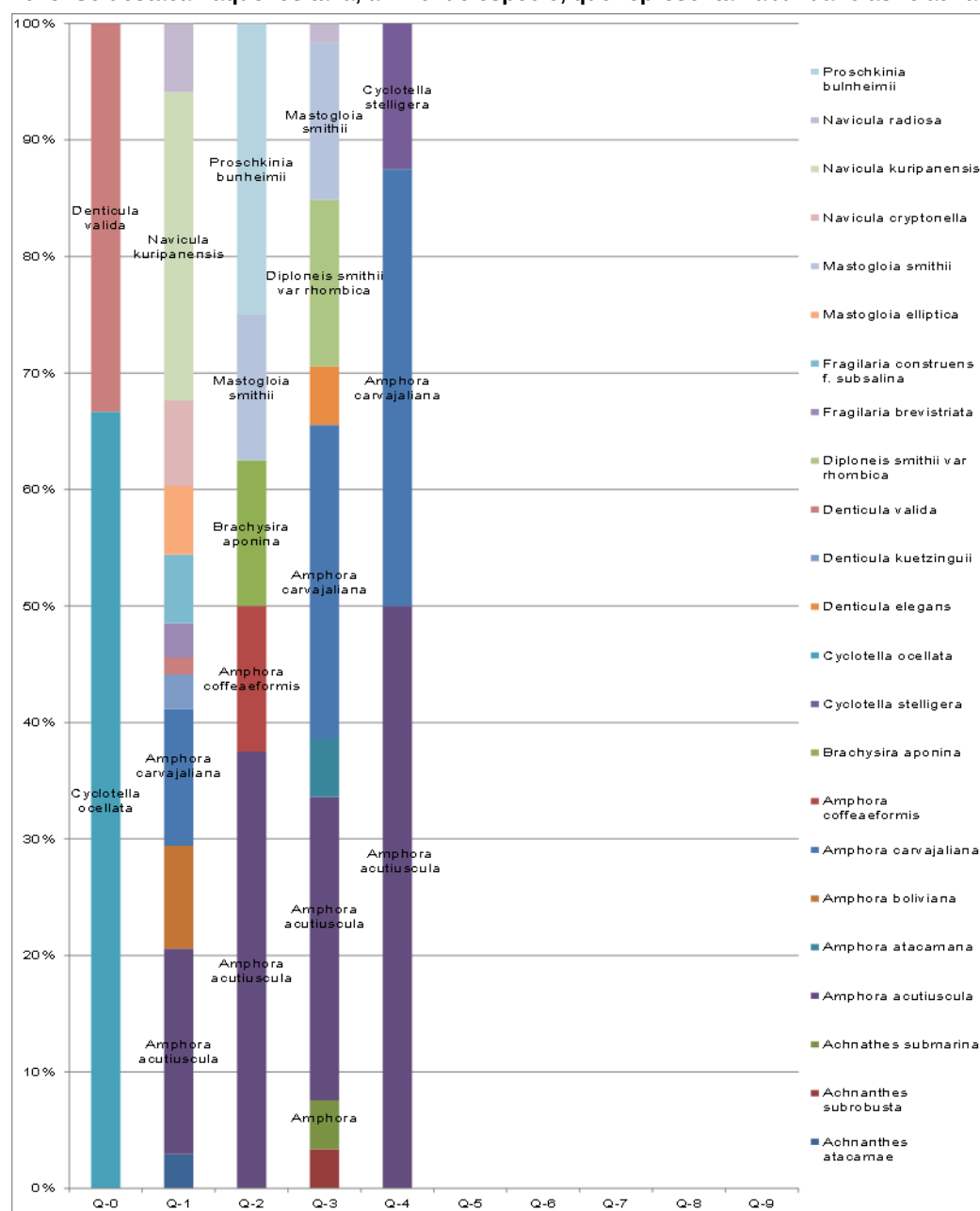
Tabla 5-57. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Aguas de Quelana. Abril 2015

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
<i>Navicula cryptonella</i>			5.000	7,35																
<i>Navicula kuripanensis</i>			18.000	26,47																
<i>Navicula radiosa</i>			4.000	5,88			2000	1,68												
<i>Proschkinia bulnheimii</i>					200	25														
Abundancia Total (Cél/ml)	600	100	68.000	100	800	100	119.000	100	800	100										
Riqueza (Nº) de Taxa	2	2	12	12	5	5	9	9	3	3										

Las estaciones Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 que corresponden a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por ausencia de lámina superficial de agua.

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-50. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Aguas de Quelana, Abril 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%



Las estaciones Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 que corresponden a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por ausencia de lámina superficial de agua.

Fuente: Elaboración propia

Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

Los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Peine, durante la campaña 2015, se presentan en la Tabla 5-58. Además, la Figura 5-51, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitobentos en todo el sector monitoreado. Los valores extremos de esta variable en las distintas estaciones de monitoreo, fluctuaron entre 10 taxa, en la estación PE-2 (laguna Interna) y 24 taxa en SA-2. (laguna Salada). En relación con valor máximo de riqueza para todo el sector, éste alcanzó los 43 taxa (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas de la Biota).

Abundancia Total (Cél/cm³)

La Tabla 5-58, contiene los valores de abundancia total de diatomeas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Peine en la campaña 2015; mientras que, la Figura 5-51, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del fitobentos en todo el sector monitoreado para esta misma campaña. El valor más alto para esta variable, se presentó en la estación SA-2 (laguna Salada) con 114.800 Cél/ml. Respecto al valor mínimo, se observó en la estación PE-3 (laguna Interna) con 3.700 Cél/ml. El valor promedio de todo el sector fue 40.560 +/- 43.305 Cél/ml (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas de la Biota).

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

Respecto de la biodiversidad presente en las estaciones del Sector Peine en la actual campaña 2015, los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fueron bajos en general y fluctuaron entre 0,93 en PE-2 (laguna Interna) y 2,27 en PE-3 (laguna Interna), como se observa en la Figura 5-51. Estos resultados indicarían que se presentaron especies dominantes y por ende una baja diversidad de las mismas. Respecto del índice de equidad (Evenness), éstos fluctuaron entre 0,09 en PE-2 y 0,28 en PE-3, lo que indicaría que en el presente monitoreo no hubo una distribución equitativa de las abundancias entre los taxa representados en el sector.

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-52 y Figura 5-53, muestran la distribución de las abundancias relativas de las diatomeas pertenecientes al fitobentos, en las estaciones del Sector Peine y sus lagunas Interna, Salada y Saladita. En estas figuras, se destacan aquellos taxa que alcanzaron un valor igual o superior al 10% de abundancia relativa en la presente campaña (2015).

En el Sector Peine los taxa más destacados fueron: *Achnathes submarina*, *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Cyclotella ocellata*, *Navicula carvajaliana v carvajaliana*, *Navicula salinicola var boliviana* y *Nitzschia ovalis*.

Tabla 5-58. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita). Abril 2015.

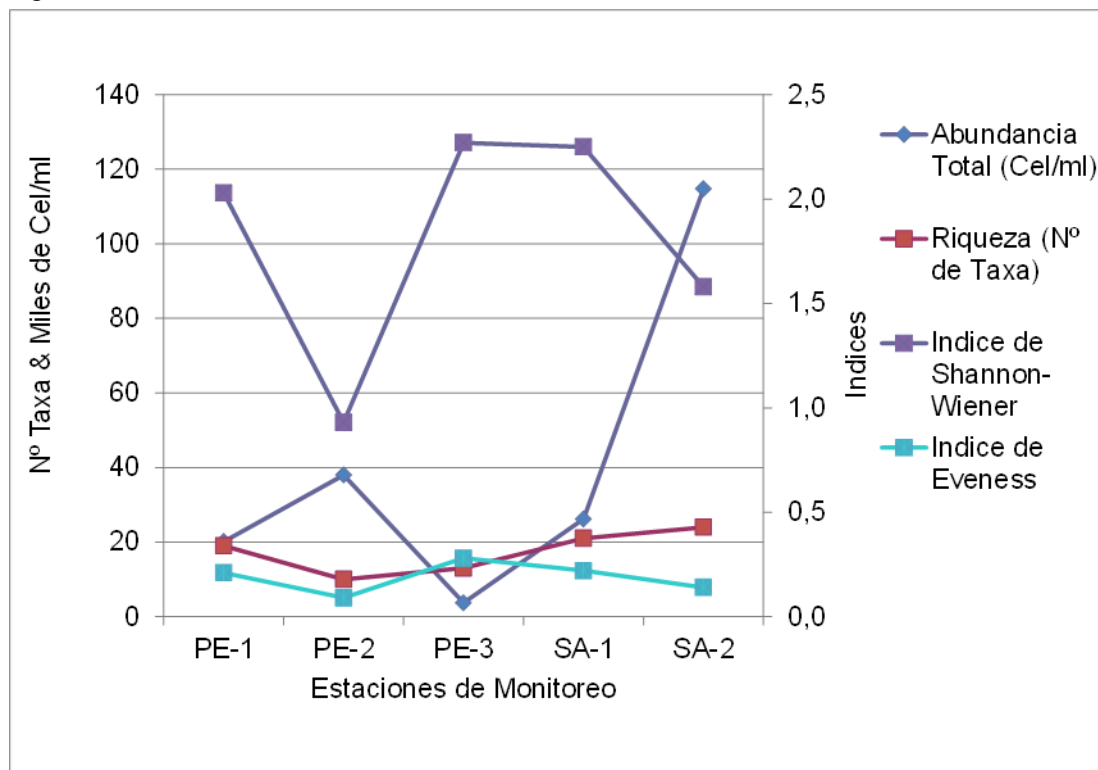
TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Achnanthes speciosa	1.200	5,97			200	6,45	600	2,29	400	0,35
Achnanthes submarina	5.700	28,36					1900	7,25	7.400	6,45
Achnanthes thermalis	200	1,00	400	1,05	100	3,23				
Amphora acutiuscula	3.200	15,92	1.700	4,47	500	16,13	3100	11,83	26.600	23,17
Amphora atacamae							600	2,29		
Amphora boliviana					100	3,23			800	0,70
Amphora carvajaliana	4.300	21,39	29.900	78,68	200	6,45	10100	38,55	55.000	47,91
Amphora coffeaeformis							900	3,44	200	0,17
Amphora ehrenberg sp			1.100	2,89						
Anomoeoneis sphaerophora var angusta	100	0,50								
Brachysira aponina	100	0,50	2.300	6,05	100	3,23			600	0,52
Coconeis placentula var euglypta			100	0,26			200	0,76		
Craticula buderi	100	0,50								
Cyclotella ocellata			200	0,53	800	25,81	300	1,15	200	0,17
Cymbella pusilla	100	0,50							200	0,17
Denticula elegans	100	0,50	500	1,32						
Denticula kuetzinguii					100	3,23	200	0,76	200	0,17
Denticula thermalis	400	1,99			100	3,23	1600	6,11		
Denticula valida	100	0,50			300	9,68	300	1,15	200	0,17
Diploneis minuta									400	0,35
Diploneis smithii var rhombica	100	0,50								
Diploneis var bombiformis	300	1,49	800	2,11	600	2,29	600	2,29		
Entomoneis paludosa	100	0,50							1.200	1,05
Fallacia diploneoides									200	0,17

Tabla 5-58. Composición, abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita). Abril 2015.

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
Fragilaria brevistriata							100	0,38		
Fragilaria construens f. subsalina	100	0,50					100	0,38		
Mastogloia braunii									500	0,44
Mastogloia elliptica							200	0,76		
Mastogloia smithii									600	0,52
Navicula Parinacota					100	3,23	2.200	8,40		
Navicula bory							1.400	5,34		
Navicula carvajaliana v carvajaliana	2.800	13,93								
Navicula cryptotenella							400	1,53	400	0,35
Navicula salinicola var bolivana					500	16,13	300	1,15		
Navicula tripunctata										
Nitzschia accedens var chilensis									200	0,17
Nitzschia hassall aff. fonticola Grunow									500	0,44
Nitzschia latens									200	0,17
Nitzschia ovalis									15.800	13,76
Nitzschia valdestriata									200	0,17
Proschkinia bulnheimii	900	4,48					700	2,67	2.400	2,09
Sellaphora laevisima	200	1,00	1000	2,63			400	1,53		
Surillera sella									400	0,35
Abundancia Total (cél/ml)	20.100	100	38.000	100	3.700	102	26.200	100	114.800	100
Riqueza (Nº) de Taxa	19,0	19,0	10,0	10,0	13,0	13,0	21,0	21,0	24,0	24,0

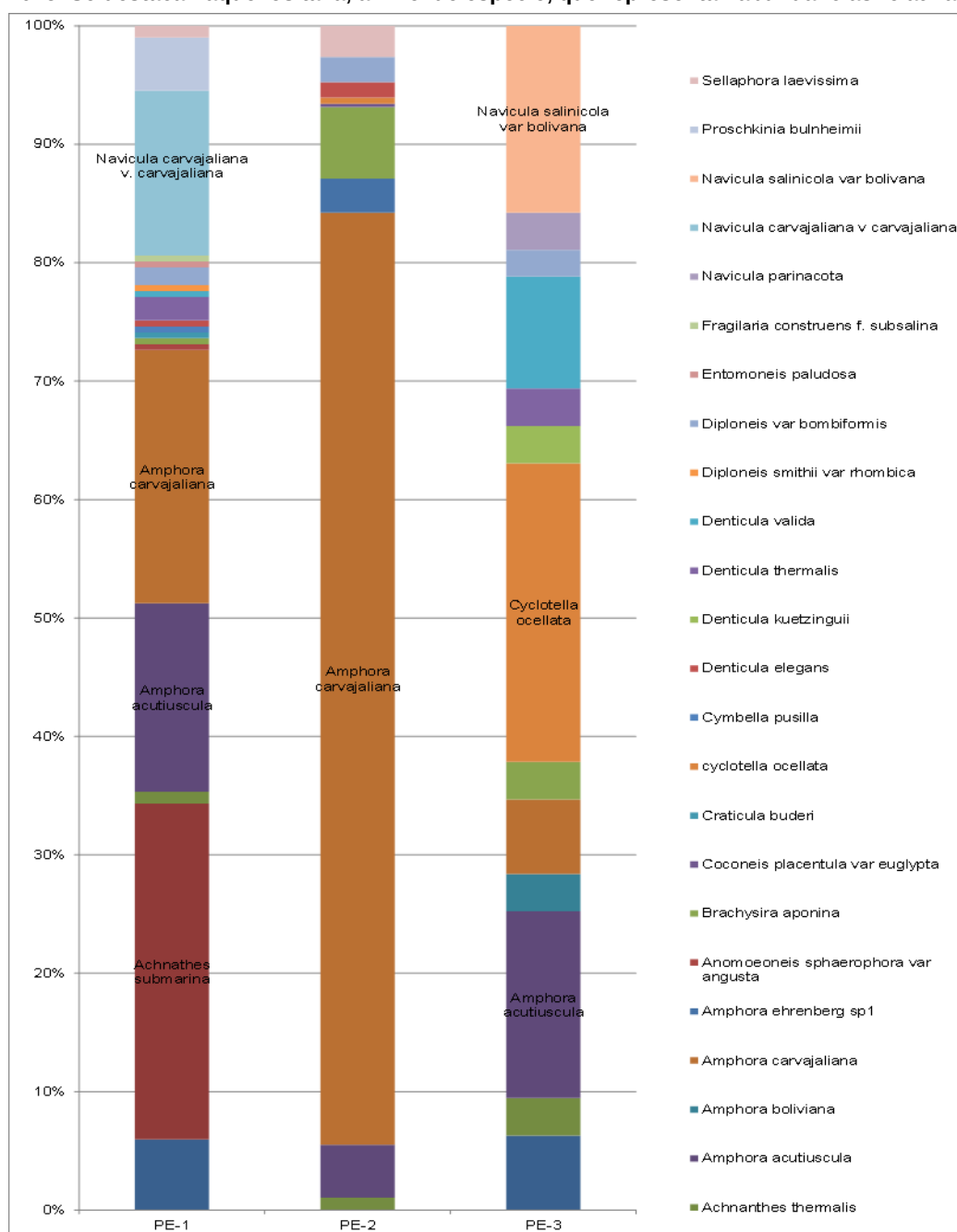
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-51. Parámetros comunitarios evaluados en el Sector Peine. Abril 2015



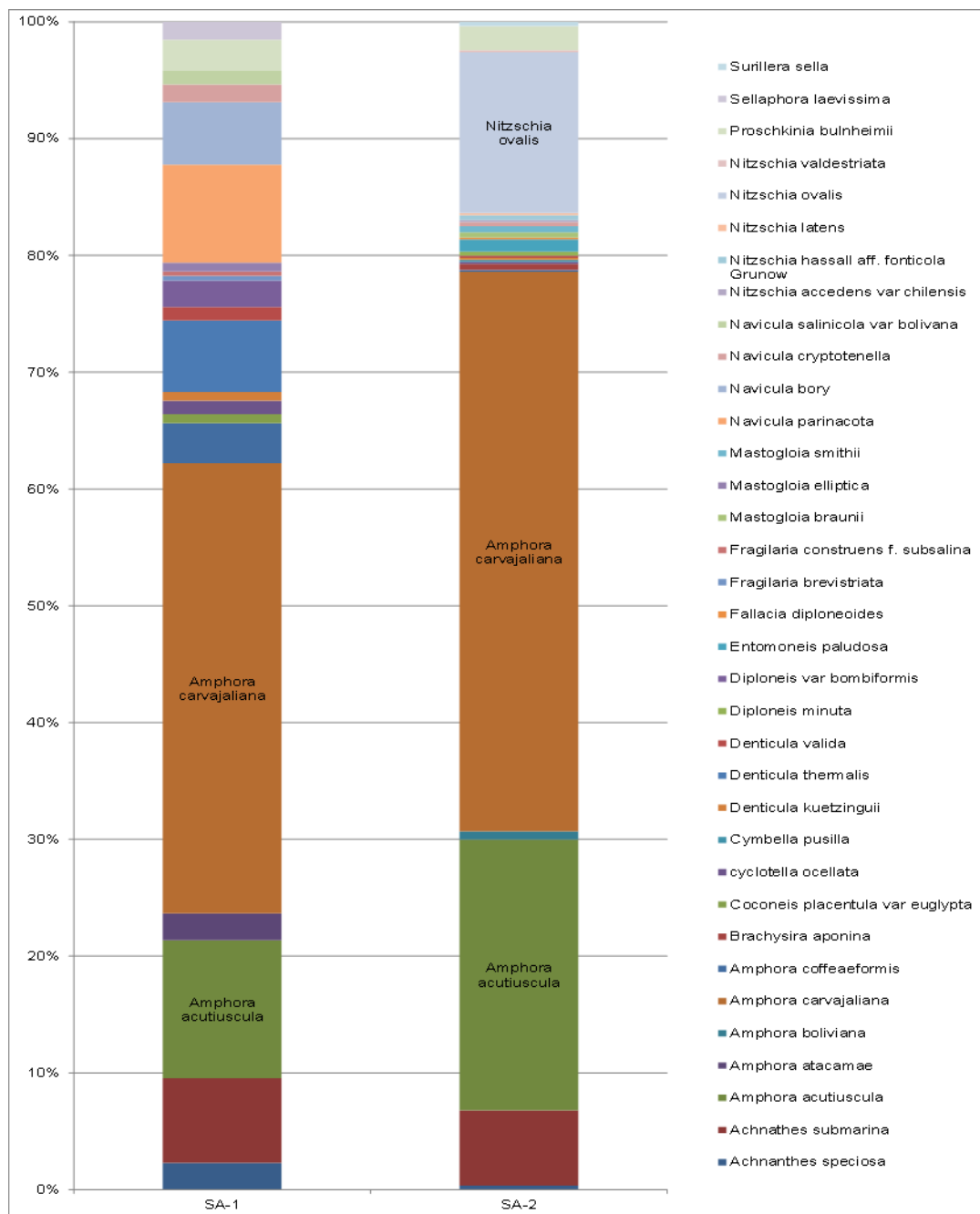
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-52. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Peine Laguna Interna (PE). ABRIL 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-53. Abundancias relativas de diatomeas fitobentónicas. Sector Peine Lagunas Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2015. Se destacan aquellos taxa, a nivel de especie, que representan abundancias relativas > 10%



Fuente: Elaboración propia

Fitoplancton

Sector Soncor: Puilar

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 5-59, se muestran los valores de riqueza de microalgas fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes a la laguna Puilar, en la actual campaña de monitoreo (2015). Adicionalmente, la Figura 5-54, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitoplancton en todo el Sector Puilar. En cuanto al rango de fluctuación de los valores, éste se registró entre las estaciones PU-3 (laguna 2) y PU-1 (vertiente), con 3 y 9 taxa, respectivamente. En relación con los grupos de microalgas representados, con mayor número de taxa, en esta campaña, predominaron las Chlorophyceae (Tabla 5-59).

Abundancia Total (Cél/L)

En la Tabla 5-59, se muestran los valores de abundancia total de las microalgas fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes a la laguna Puilar, en la campaña 2015. Además, la Figura 5-54, 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 30.000 y 400.000 Cél/L en las estaciones PU-3 (laguna 2) y PU-1 (vertiente), respectivamente. Por otra parte el valor promedio por estación para este sector fue de 233.333,3 +/- 187.705,4 Cél/L (Anexo X: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). En relación con los aportes por clase de microalgas, los representantes de Chlorophyceae, fueron dominantes en el sector (Tabla 5-59).

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Evenness (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 1,05 y 1,71, en las estaciones PU-2 (canal 2) y PU-1 (vertiente), respectivamente (Anexo X: 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 rango promedio de 0,55 +/- 0,24, con el valor más bajo igual a 0,22 en la estación PU-3 (laguna 2) y el valor más alto igual a 0,78 en la estación PU-1 (vertiente) (Anexo X: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota).

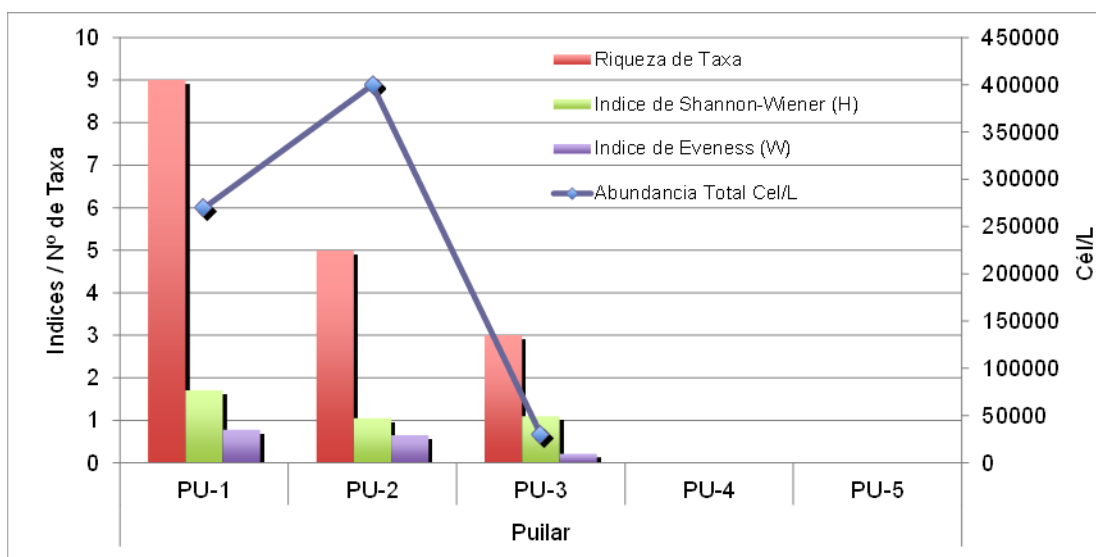
Tabla 5-59. Composición, abundancia total y relativa del fitoplancton del Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
BACILLARIOPHYCEAE	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.
<i>Ciclotella stelligera</i>	10.000	3,70								
<i>Ciclotella ocellata</i>	20.000	7,41								
<i>Amphora carvajaliana</i>	10.000	3,70								
<i>Achnanthes speciosa</i>			10.000	2,50						
<i>Navicula radiosa</i>			10.000	2,50						
<i>Nitzschia accendens</i>					10.000	33,3				
<i>Diploneis smithii</i>					10.000	33,3				
<i>Stauroneis aff atacamae</i>	10.000	3,70								
<i>Pinnularia viridis</i>										
<i>Mastogloia smithii</i>	10.00	3,70	20.000	5,00						
<i>Planothidium delicatulum</i>	10.000	3,70								
CHLOROPHYCEAE										
<i>Chlorella fusca</i>	110.000	40,74	190.000	47,50						
<i>Aphanizomenon</i>	20.000	7,41								
<i>Chlorella vulgaris</i>	70.000	25,93	170.000	42,50	10.000	33,3				
Total Abundancia Cél/L	270.000	100	400.000	100	30.000	100				
Riqueza de Taxa	9		5		3		0		0	

Las estaciones PU-4 y PU-5 no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-54. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015



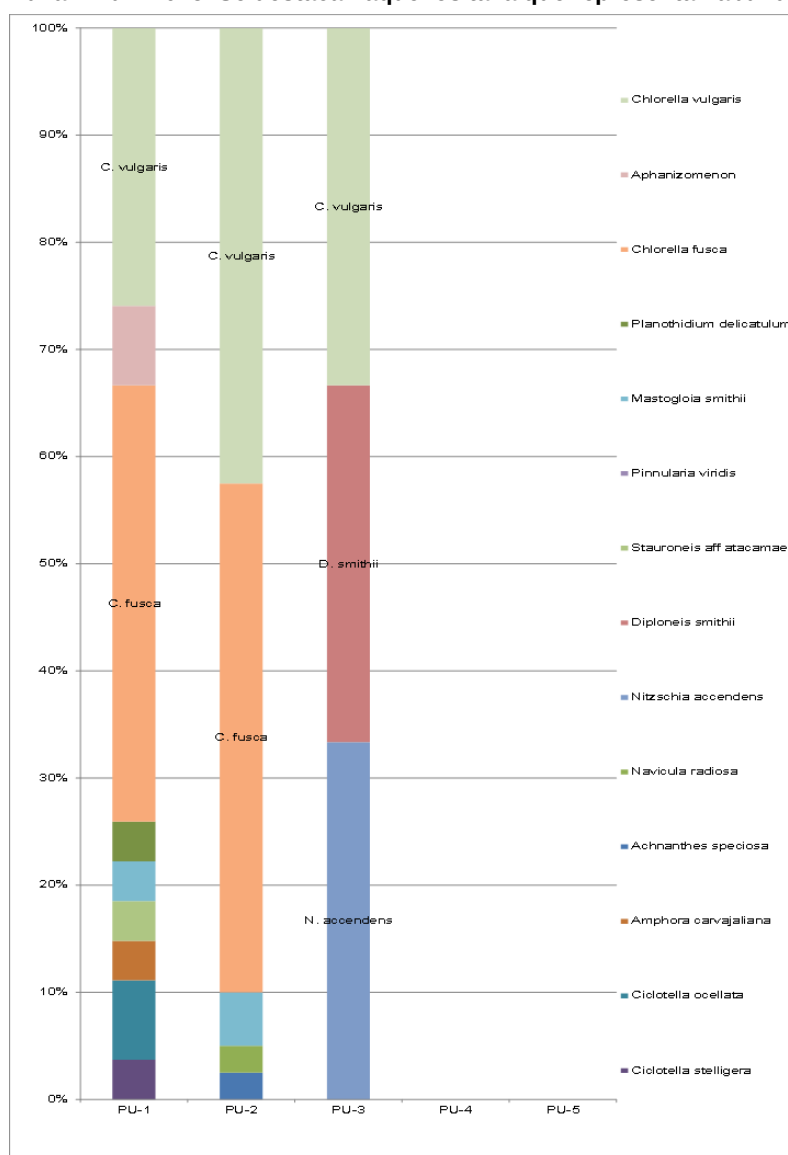
Las estaciones PU-4 y PU-5 no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-55, muestra la distribución de las abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Puilar, para la actual campaña 2015. 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 en todas las estaciones de la laguna Puilar. Entre los más importantes en cuanto a su aporte a la abundancia se destacaron: *Chlorella vulgaris*, *Chorella fusca*, *Nitzschia accendens* y *Diploneis smithii*.

Figura 5-55. Abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas. Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%.



Las estaciones PU-4 y PU-5 no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua Sector Soncor: Soncor

Fuente: Elaboración propia

Sector Soncor: Soncor

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 5-60, se muestran los valores de riqueza de microalgas fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Soncor. Adicionalmente, la Figura 5-56, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitoplancton en todo el sector monitoreado, en la presente campaña (2015). En relación con el rango de valores para este parámetro, el valor máximo de riqueza se obtuvo en la estación CH-1 (laguna

Chaxas), con un total de 10 especies, mientras que el menor valor de riqueza se determinó en la estación BN-3 (laguna Barros Negros), con un valor de 4 especies. Respecto del valor promedio de la riqueza de taxa en el sector, éste fue de 7 +/- 2 taxa por estación. En términos de la contribución por clases taxonómica a la riqueza total, el grupo que aportó más en número de taxa fue Bacillariophyceae.

Abundancia Total (Cél/L)

La Tabla 5-60, contiene los valores de abundancia total del fitoplancton en las estaciones pertenecientes al Sector Soncor, para sus diferentes lagunas y canales (lagunas Barros Negros y Chaxas y canales Barros Negros y Burro Muerto). Por otra parte, la Figura 5-56, 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 amplio, desde 70.000 Cél/L hasta 520.000 Cél/L, en las estaciones BN-3 (laguna Barros Negros) y BN-2 (entrada laguna Barros Negros) respectivamente. Respecto del valor promedio, considerando, éste fue de 265.800 +/- 217.025.3 Cél/L (Anexo X: Tabla de Estadísticas *Descriptivas de la Biota*). *Los taxa que contribuyeron mayormente a la abundancia total fueron Chorella vulgaris y Chorella fusca.* Entre ambas representan cerca del 50% de la abundancia.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice 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 5-56 y en la Tabla de Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo X). Respecto de la diversidad en términos generales, se observó que hubo similitud entre las estaciones de monitoreo, siendo la estación CH-1, el punto con los más altos valores del índice de Shannon-Wiener (H: 1,94) y la estación BN-3 el punto con los más altos valores del índice de Evenness (0,92) (Anexo X: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota).

Tabla 5-60. Composición, abundancia total y relativa del fitoplancto del Sector Soncor- Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto). abril 2015

TAXA BACILLARIOPHY CEAE	BN-1		BN-2		BN-3		BM-1		CH-1	
	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.
<i>Achnanathidium minutissimum</i>			10.000	1,92						
<i>Amphora acutiuscula</i>			20.000	3,85	20.000	28,57			30.000	8,11
<i>Amphora carvajaliana</i>					30.000	42,86	40.000	40	40.000	10,81
<i>Achnanathes speciosa</i>									10.000	2,70
<i>Achnanathes submarina</i>			10.000	1,92						
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> var <i>costata</i>									10.000	2,70
<i>Brachysira atacamae</i>			20.000	3,85						

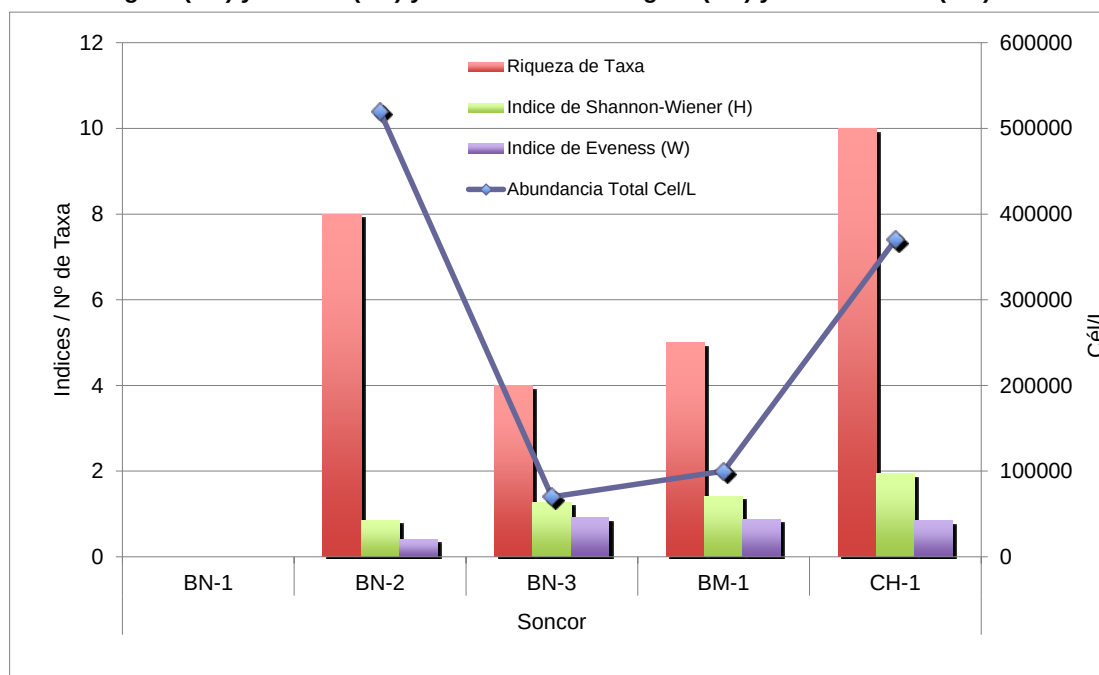
Tabla 5-60. Composición, abundancia total y relativa del fitoplancto del Sector Soncor- Soncor (Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto). abril 2015

TAXA		BN-1		BN-2		BN-3		BM-1		CH-1	
BACILLARIOPHY CEAE		Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.
<i>Diploneis minuta</i>								30.000	30,00		
<i>Diploneis smithii</i>						10.000	14,29				
<i>Cyclotella ocellata</i>				20.000	3,85						
<i>Cocconeis placentula</i>								10.000	10,00		
<i>Navicula cryptotenella</i>								10.000	10,00		
<i>Navicula carvajalana</i>										40.000	10,81
<i>Navicula parinacota</i>								10.000	10,00		
<i>Nitzschia bacillum</i>						10.000	14,29				
<i>Nitzschia lacunarum</i>				10.000	1,92						
<i>Mastogloia smithii</i>				10.000	1,92						
<i>Proschkinia bulnheimii</i>										20.000	5,41
<i>Sellaphora laevissima</i>										10.000	2,70
CYANOPHYCEAE											
<i>Oscillatoria agardhii</i>										10.000	2,70
CHLOROPHYCEAE											
<i>Chlorella fusca</i>										90.000	24,32
<i>Chlorella vulgaris</i>				420.000	80,8					110.000	29,73
Total	Abundancia			520.000	100	70.000	100	100.000	100	370.000	100
Cél/L											
Riqueza de Taxa				8		4		5		10	

La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-56. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros (BN) y Chaxas (CH) y Canales Barros Negros (BN) y Burro Muerto (BM). Abril 2015



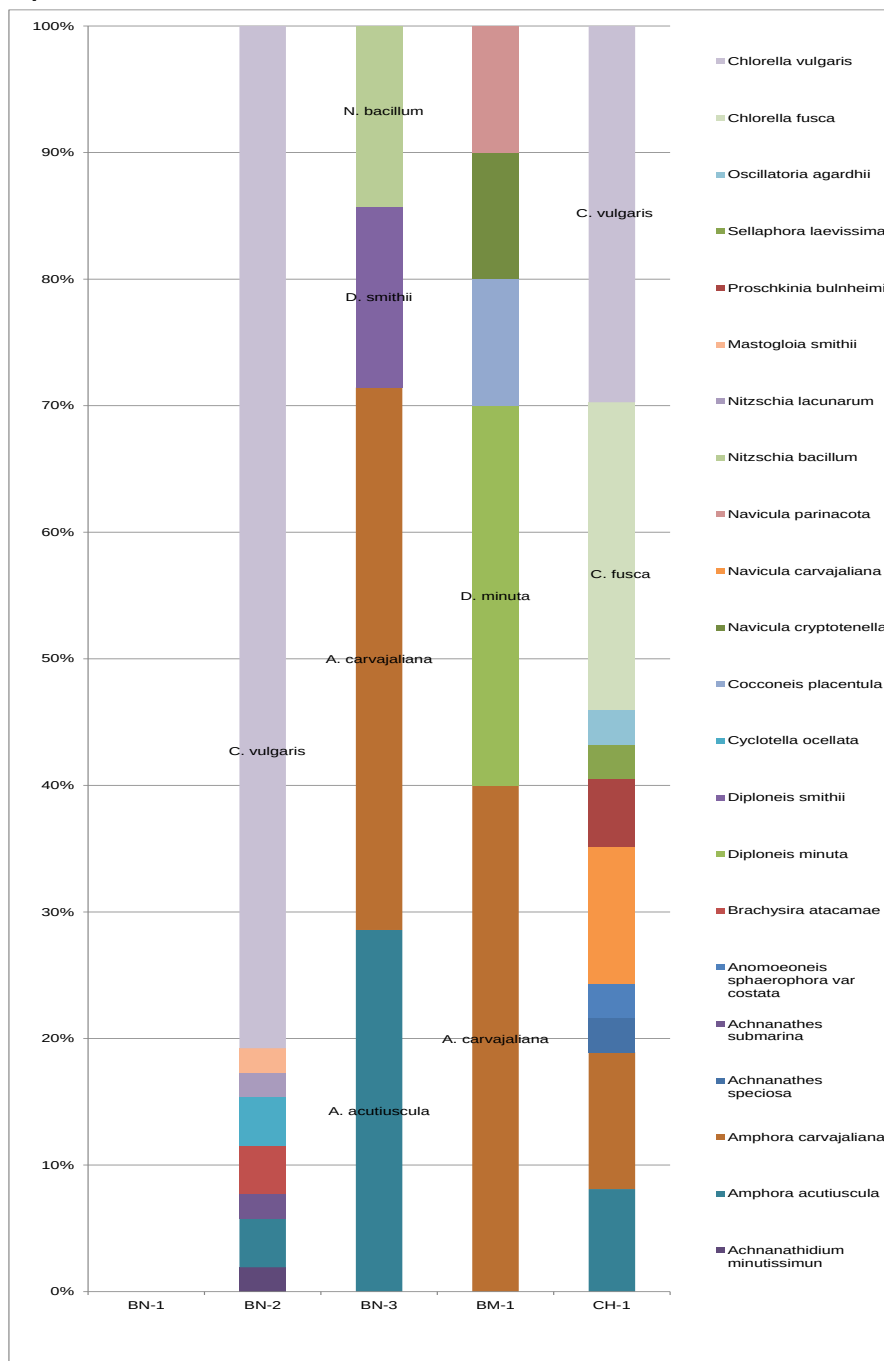
La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-57, muestra los porcentajes de abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones de Soncor, durante la campaña 2015. 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 estaciones de muestreo, los taxa que aportaron mayormente a la abundancia total del sistema fueron: *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Diploneis minuta*, *Diploneis smithii*, *Navicula carvajaliana*, *Nitzschia bacillum*, *Chorella fusca* y *Chlorella vulgaris*.

Figura 5-57. Abundancias relativas de microalgas fitoplanctónicas Sector So cor- Soncor, Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burros Muerto. Abril 2015. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%.



La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Sector Aguas de Quelana

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 5-61, se presentan los valores de riqueza de microalgas fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana, en la presente campaña 2015. Adicionalmente, la Figura 5-58, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitoplancton en todo el sector. Los valores de riqueza de taxa determinados en las únicas dos estaciones del Sector Aguas de Quelana muestreadas coincidieron con el valor de 5 taxa en las estaciones Q-1 y Q-4. Respecto de los aportes por clase de microalgas, cada clase taxonómica aportó al sistema con diferente número de taxa, siendo la clase Bacillariophyceae la que aportó mayor número de taxa (Tabla 5-61). La riqueza máxima para el sector fue de 9 taxa (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/L)

En la Tabla 5-61, se muestran los valores de abundancia total de fitoplancton de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana, en la presente campaña 2015. Además, la Figura 5-58, 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 50.000 Cél/L en la estación Q-1 y 1.010.000 Cél/L, en la estación Q-4. Respecto del valor promedio en el sector éste fue de 530.000 +/- 678.822,5 Cél/L (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota). Respecto de los aportes por taxa, como en la campaña anterior (2014), contribuyeron mayormente a la abundancia en el sector, representantes de la Clase Chlorophyceae: *Chlorella vulgaris*, aportando con alrededor de un 80% (Tabla 5-61).

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

En cuanto al rango de valores para el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, éste osciló entre 0,71 (Q-4) y 1,61 (Q-1) (Anexo X: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). Ha de considerarse sin embargo, que las estaciones Q-2, Q-3, Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9, correspondientes a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua.

Respecto del Índice de Equidad, éste fluctuó entre 0,44 en la estación Q-4 y 1,00 en la estación Q-1 (Anexo X: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota).

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-59, muestra la distribución de las abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sector Aguas de Quelana, en la campaña 2015. 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, los taxa que fueron importantes en la contribución a la abundancia total de la estación fueron: *Amphora acutiuscula*, *Amphora veneta*, *Navicula atacamana*, *Navicula parinacota*, *Nitzschia pusilla* y *Chlorella*.

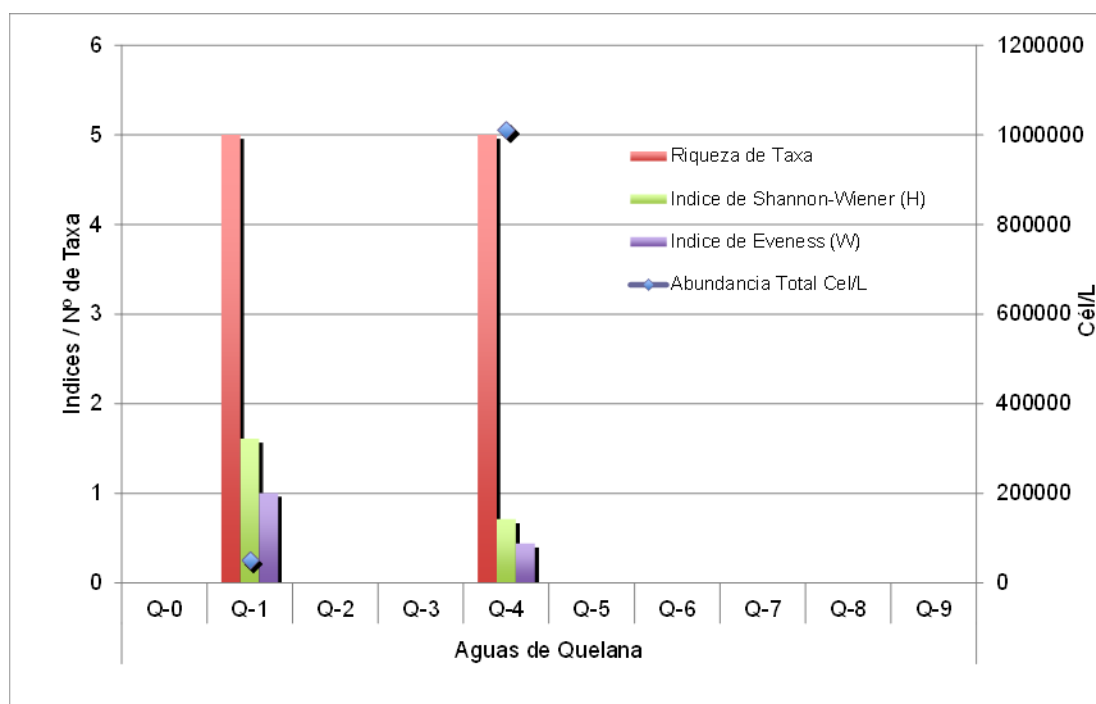
Tabla 5-61. Composición, abundancia total y relativa del fitoplancton del Sector Aguas de Quelana. Abril 2014

Taxa	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.
BACILLARIOPHYCEAE																				
<i>Entomoneis paludosa</i>									60.000	5,94										
<i>Surirella wetzeli</i>									60.000	5,94										
<i>Amophora acutiuscula</i>			10.000	20,0					30.000	2,97										
<i>Amphora veneta</i>			10.000	20,0																
<i>Navicula atacamana</i>			10.000	20,0																
<i>Navicula parinacota</i>			10.000	20,0																
<i>Nitzschia pusilla</i>			10.000	20,0																
<i>Mastogloia smithii</i>									30.000	2,97										
CHLOROPHYCEAE																				
<i>Chlorella vulgaris</i>									830.000	82,18										
Total Abundancia Cél/L			50.000	100					1.010.000	100										
Riqueza de Taxa			5						5											

Las estaciones Q-2, Q-3, Q-5, Q-6, Q-7, Q-8, Q-9 correspondientes a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

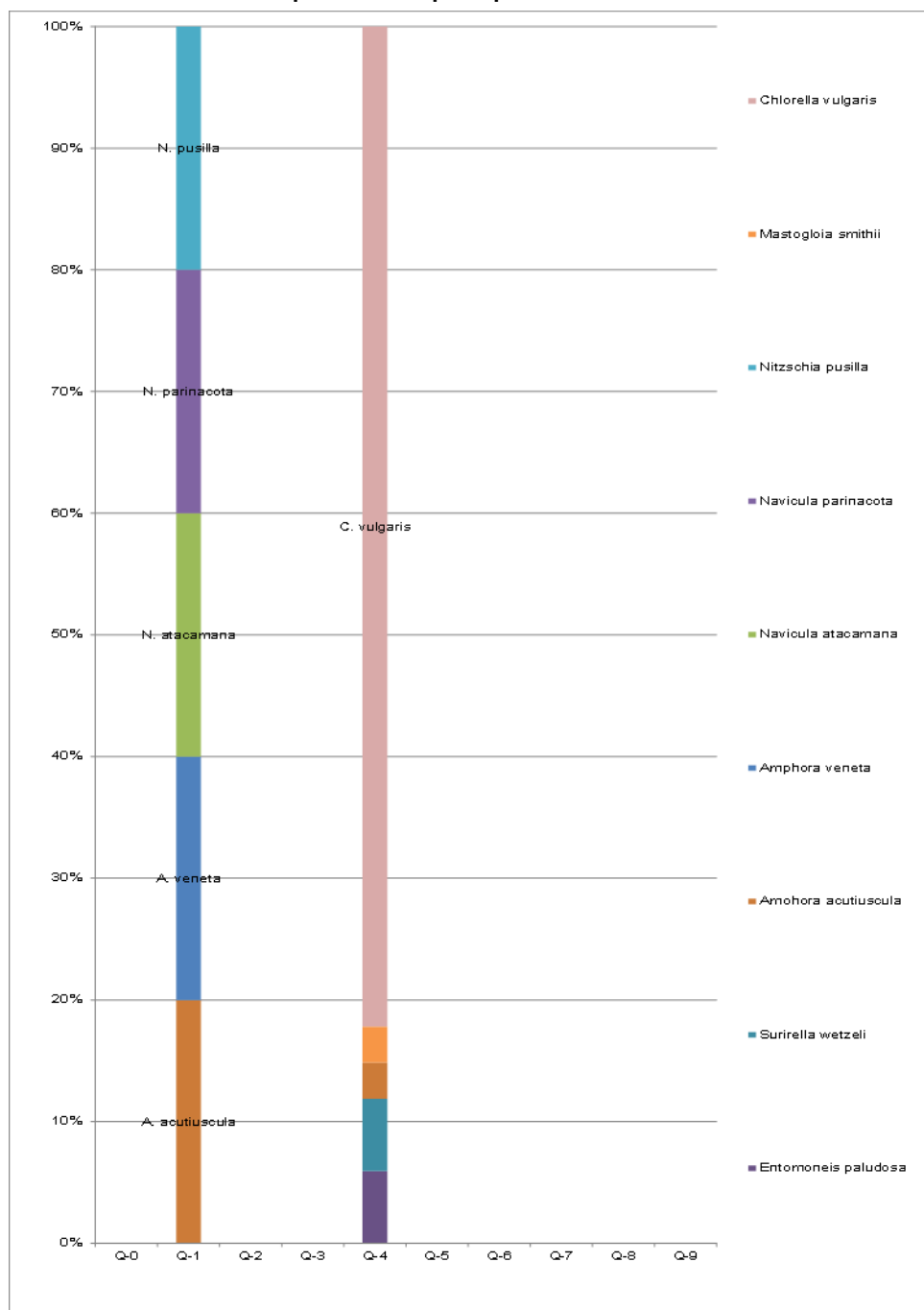
Figura 5-58. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el Sector Aguas de Quelana. Abril 2015



Las estaciones Q-2, Q-3, Q-5, Q-6, Q-7, Q-8, Q-9 correspondientes a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-59. Abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas. Sector Aguas de Quelana. Abril 2015. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%.



Las estaciones Q-2, Q-3, Q-5, Q-6, Q-7, Q-8, Q-9 correspondientes a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 5-62, se muestran los valores de riqueza fitoplanctónica de las estaciones pertenecientes al Sector Peine, en sus lagunas Interna; Salada y Saladita, en la campaña 2015. Adicionalmente, la Figura 5-60, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitoplancton en todo el sector monitoreado. Respecto del rango de valores para este parámetro, el valor máximo de riqueza se obtuvo en la estación SA-2 (Laguna Saladita), con un total de 10 taxa. En esta estación estuvo representada sólo una de las clases taxonómicas de microalgas (Bacillariophyceae). Por otra parte, el valor más bajo de riqueza se presentó en la estación PE-2 (laguna Interna) con sólo 2 taxa. El promedio de taxa por estación alcanzó, en este sector, a 5 ± 3 taxa. En cuanto a la riqueza máxima del sector ésta alcanzó los 16 taxa (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/L)

La Tabla 5-62, 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 (2015). Además en la Figura 5-60 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 100.000 Cél/L en la estación SA-1 (laguna Saladita) y 460.000 Cél/L, en la estación SA-2 (laguna Salada). El valor promedio, considerando las 3 lagunas analizadas, fue de $290.0600 \pm 154.110,4$ Cél/L (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota). La abundancia máxima por taxa entre las estaciones del Sector Peine correspondió a las especies *Amphora acutiuscula* y *Chlorella vulgaris*, las que contribuyeron con cerca del 70 % de la abundancia total del sector.

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

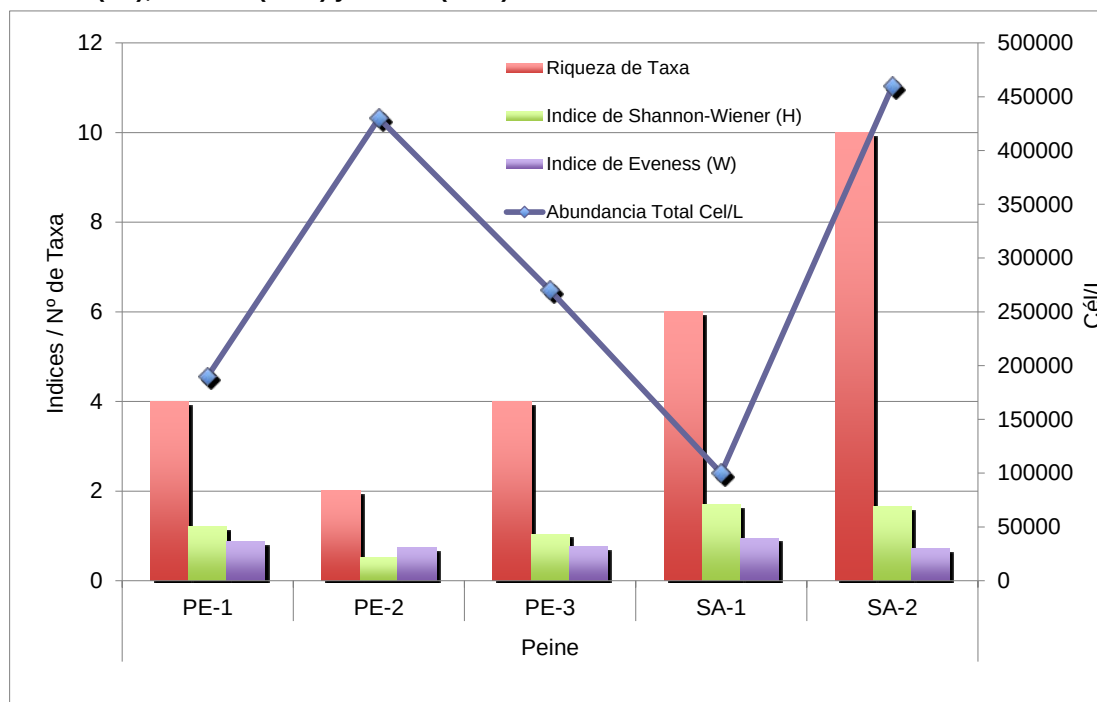
El comportamiento de los valores de diversidad de las comunidades fitoplanctónicas del Sector Peine, analizado en la presente campaña (2015), a través de sus Índices de Shannon-Wiener (H) y Eveness (W), se presenta en la Figura 5-60 y en la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo X). Respecto de la diversidad en términos generales, se observó un amplio rango entre las estaciones de monitoreo. Así, para dicha variable se observó que el valor mínimo fue 0,51 en la estación PE-2 y 1,70 en la estación SA-1. Con respecto al Índice de Equidad o Eveness más alto medido en todo el sector, éste se determinó en la estación SA-1 (W: 0,95). El valor mínimo (W: 0,72), se observó en la estación SA-2 (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Tabla 5-62. Composición, abundancia total y relativa del fitoplancton del Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita). Abril 2015

BACILLARIOPHYCE AE	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.	Cél/L	% A.R.
<i>Amphora veneta</i>							10000	10,00	10.000	2,17
<i>Amphora acutiuscula</i>	40.000	21,05			20.000	7,41			240.000	52,17
<i>Amphora atacamana</i>							10.000	10,00		
<i>Amphora carvajaliana</i>	10.000	5,26			10.000	3,70	30.000	30,00	60.000	13,04
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>Lineata</i>									40.000	8,70
<i>Cyclotella ocellata</i>									10.000	2,17
<i>Diploneis</i> var <i>bombiformis</i>							20.000	20,00		
<i>Mastogloia braunii</i>							20.000	20,00		
<i>Nitzschia angustata</i>							10.000	10,00		
<i>Nitzschia chilensis</i>									10.000	2,17
<i>Nitzschia valdescostata</i>									30.000	6,52
<i>Mastogloia elliptica</i>									20.000	4,35
<i>Mastogloia atacamae</i>									20.000	4,35
<i>Brachysira aponina</i>									20.000	4,35
CHLOROPHYCEAE										
<i>Aphanizomenon</i>	80.000	42,11	90.000	20,93	120.000	44,44				
<i>Chlorella vulgaris</i>	60.000	31,58	340.000	79,07	120.000	44,44				
Total Abundancia Cél/L	190.000	100	430.000	100	270.000	100	100.000	100	460.000	100
Riqueza de Taxa	4		2		4		6		10	

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-60. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el Sector Peine: Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2015.

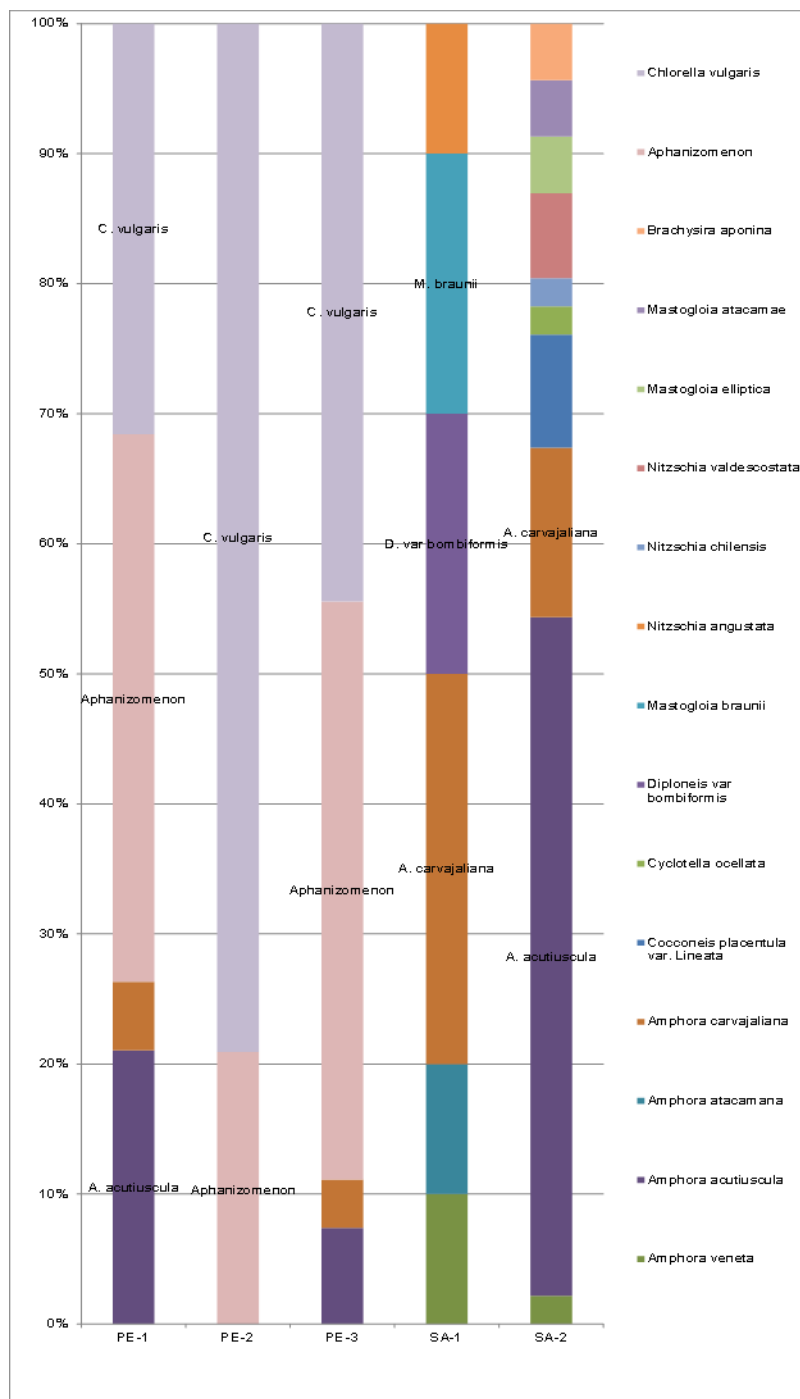


Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-61, muestra los porcentajes de abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sector Peine y sus lagunas Interna, Salada y Saladita, en la campaña 2015. 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 que los taxa que aportaron mayormente a la abundancia total fueron: *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Diploneis var bombiformis*, *Mastogloia braunii*, *Aphanizomenon* y *Chlorella vulgaris*.

Figura 5-61. Abundancias relativas de microalgas fitoplanctónicas Sector Peine. Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2015. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%.



Fuente: Elaboración propia

Zoobentos

Sector Soncor: Puilar

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 5-63, se muestran los valores de riqueza del zoobentos en las estaciones pertenecientes a la laguna Puilar, en la campaña 2015. Además, la Figura 5-62-A, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del zoobentos en todo el sector monitoreado. Respecto del rango de valores para este parámetro, éste fluctuó entre 1 taxa en la estación PU-3 (laguna 2 Puilar) y PU-4 (canal 1 Puilar) con un valor máximo de 6 taxa. El valor promedio de distribución de la riqueza de taxa por estación fue de 4 +/- 2 taxa. La riqueza máxima para el sector alcanzó a los 6 taxa (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 5-63 se muestran los valores de abundancia total del zoobentos de las estaciones pertenecientes a la laguna Puilar, en la campaña 2015. Además, Figura 5-62-B, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del zoobentos en todo el sector monitoreado. En cuanto a los valores extremos de esta variable, estos se presentaron en las estaciones PU-3 (laguna 2 Puilar) con 110,2 Ind./m² y PU-4 (canal 1 Puilar) con 13884,3 Ind./m². Respecto del valor promedio para todo el sector fue de 6.074,4 +/- 6.078,3 Ind./m² (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

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

Respecto de la diversidad de las comunidades zoobentónicas en la laguna Puilar, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo X), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0 (Estación PU-3) y 1,22 (Estación PU-2), correspondiente a los sectores de la laguna 2 y del canal 2 de Puilar, respectivamente.

En cuanto al Índice de Equidad (W), éste fluctuó en un amplio rango de 0,17 y 0,76 en la estación PU-4 y PU-2 respectivamente.

Abundancias Relativas (%):

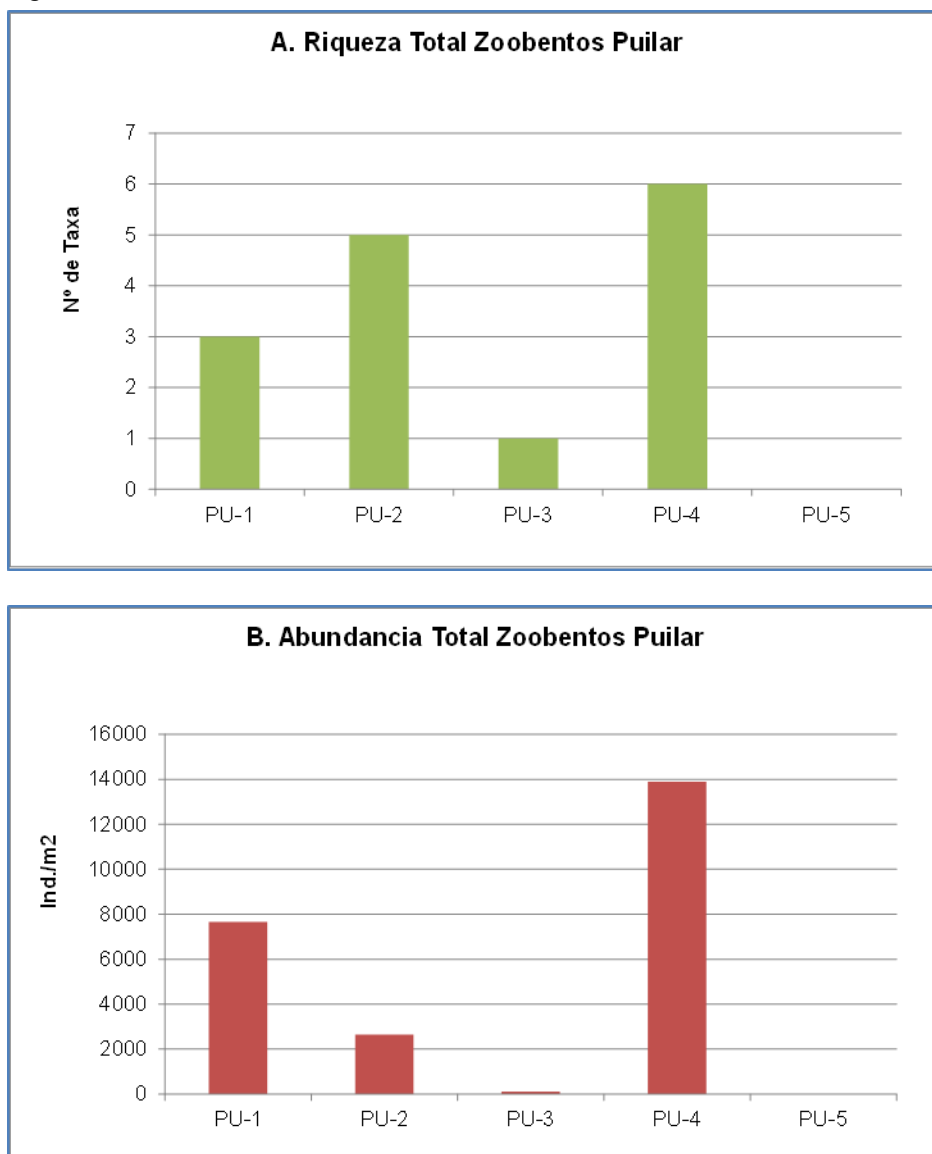
Figura 5-63, muestra la distribución de las abundancias relativas de los representantes del zoobentos en las estaciones de la laguna Puilar. En la figura se observa que la estación PU-4 fue la que tuvo mayor contribución en la abundancia y en la riqueza (6 taxa). El taxa con mayor distribución y más abundante en el sistema fue, *Gastropoda Hydrobiidae Littoridina sp.* y *Harpacticoida Cletocamptus cecuriensis*.

Tabla 5-63. Composición, abundancia total y relativa del zoobentos en el Sector Soncor- Puilar. Abril 2015

Taxa	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%
Gastropoda Mesogastropodo Hydrobiidae <i>Littoridina</i> sp	6.666,7	87,1	330,6	12,5	110,2	100	110,2	0,8		
Oligochaeta Haplotaxida Naididae	385,7	5,0	110,2	4,2						
Ostracoda Podocopida Darwinulidae <i>Darwinula stevensonii</i>	606,1	7,9	1377,4	52,0			55,1	0,4		
Insecta diptera larva Ephydriidae			110,2	4,2			275,5	2,0		
Insecta diptera pupa Ephydriidae							165,3	1,2		
Insecta diptera larva Ceratopogonidae			716,3	27,1						
Secernentea Rhabditida Rhabditidae							165,3	1,2		
Maxillopoda Harpacticoida Cletodidae <i>Cletocamptus cecuriansis</i>							13112,9	94,4		
Totales (Ind/m2)	7.658,4	100	2.644,6	100	110,2	100	13.884,3	100		
Riqueza de Taxa	3		5		1		6			

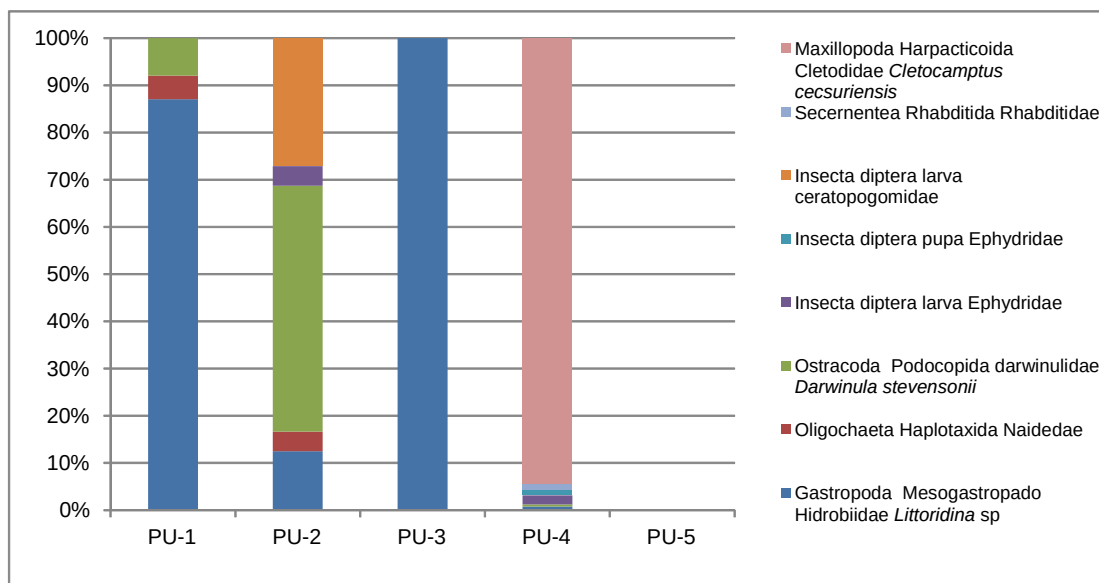
Fuente: Elaboración propia. La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Figura 5-62. Parámetros comunitarios evaluados en el sector Soncor-Puilar. Abril 2015.



La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-63. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos. Sector Soncor- Puilar. Abril 2015

La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Sector Soncor: Soncor

Riqueza Taxonómica (*Nº de Taxa*)

En la Tabla 5-65, se muestran los valores de riqueza de los organismos zoobentónicos de las estaciones pertenecientes al Sistema Soncor, en la campaña 2015, representado por sus Lagunas Barros Negros y Chaxas y los canales Barros Negros y Burro Muerto. En esta misma tabla se muestran los resultados de la distribución de riqueza de taxa del zoobentos en todo el sector monitoreado. Además, la Figura 5-64-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 BM-1 (canal Burro Muerto), con un total de 7 taxa representados. El valor mínimo de riqueza se registró en las estaciones BN-2 (entrada laguna Barros Negros) y CH-1 (laguna Chaxas) con 1 taxa en cada una de ellas. Respecto del valor promedio de la riqueza de taxa éste fue de 3 ± 3 taxa por estación. La riqueza máxima en el sector fue igual a 7 taxa (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (*Ind./m²*)

En la Tabla 5-65, se presentan los valores de abundancia total del zoobentos de las estaciones pertenecientes al Sistema Soncor, para sus diferentes lagunas (lagunas Barros Negros y Chaxas y los canales Barros Negros y Burro Muerto), en la campaña 2015. Por otra parte, la Figura 5-64-B, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del zoobentos, en todo el sector monitoreado. Como se puede apreciar el valor más bajo para este parámetro, se determinó en las estaciones BN-2, BN-3 y CH-1, con un valor de (110,2 Ind./m²) en cada una de ellas. Por otra parte, el valor más alto de

abundancia correspondió a la estación BM-1 (canal Burro Muerto), con 2.3416,0 Ind./m². El valor promedio para esta variable en el sector fue de 5.936,6+/- 11.652,9 Ind./m² (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

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

En relación con la diversidad de la comunidad del zoobentos en el Sistema Soncor, la Tabla de Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo X), muestra que el valor del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener fluctuó entre 0 (estaciones BN-2 y CH-1) y 0,69 (estación BN-3). Por otra parte, el Índice de Equidad (W) fluctuó entre 0,06 (estación BM-1) y 1,00 BN-3).

Tabla 5-64. Composición, abundancia total y relativa del zoobentos del Sector Soncor-Soncor. Abril 2015

Taxa	BN-1		BN-2		BN-3		CH-1		BM-1	
	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%
Insecta diptera larva Ephyridae			110,2	100	55,1	50,0	110,2	100	165,3	0,7
Insecta diptera pupa Ephyridae					55,1	50,0			55,1	0,2
Insecta diptera larva Ceratopogomidae									55,1	0,2
Insecta diptera pupa Ceratopogomidae									55,1	0,2
Insecta diptera larva Empididae									55,1	0,2
Gastropoda Mesogastropoda Hidrobiidae <i>Littoridina</i> sp									55,1	0,2
Maxillopoda Harpacticoida Cletodidae <i>Cletocamptus</i> <i>cecsuriensis</i>									22975,2	98,1
Totales (Ind/m2)			110,2	100	110,2	100	110,2	100	23.416,0	100
Riqueza			1		2		1		7	

La estación BN-1 no pudo ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua

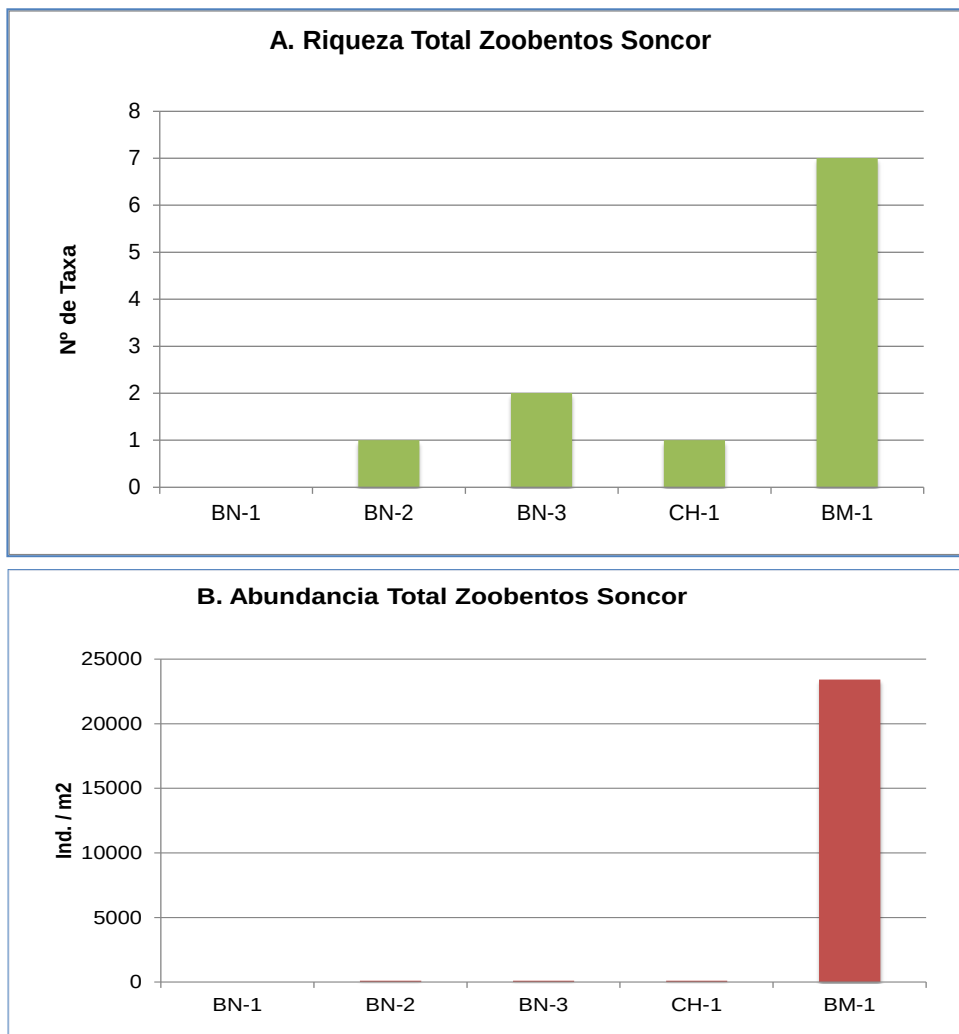
Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-65, muestra los porcentajes de abundancias relativas del zoobentos en las estaciones de Soncor y sus lagunas Barros Negros y Chaxas y canales Barros Negros y Burro Muerto, durante la campaña 2015. En la figura se aprecian que la estación BM-1 fue la que tuvo mayor contribución en la

abundancia, con 7 taxa. Los taxa con mayor distribución y más abundante en el sistema fueron: Diptera larva de Ephydriidae, Diptera pupa Ephydriidae y Harpacticoida *Cletocamptus cecsurienensis*.

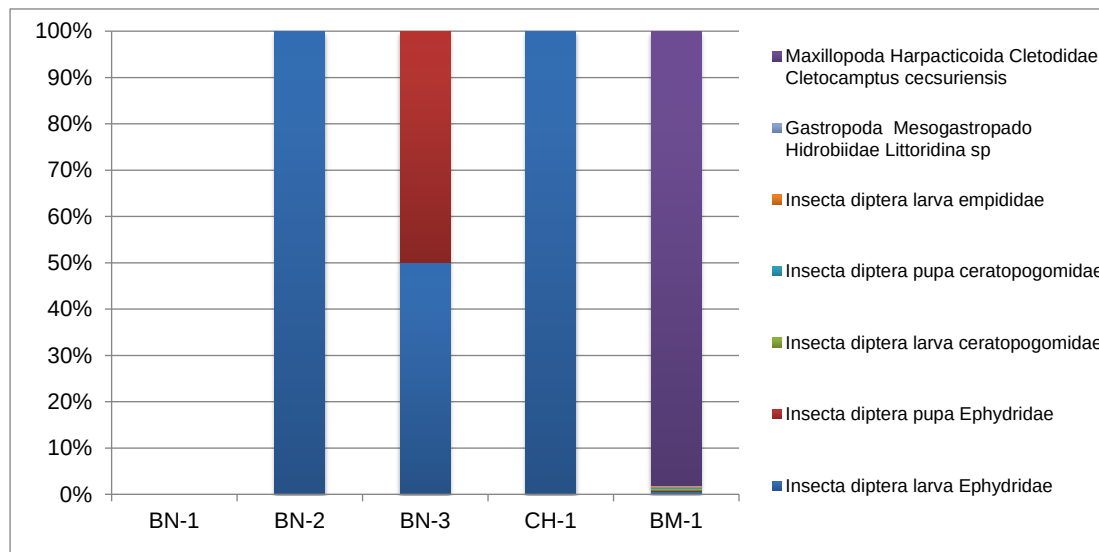
Figura 5-64. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros (BN) y Chaxas (CH) y Canales Barros Negros (BN) y Burro Muerto (BM). ABRIL 2015.



La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-65. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos. Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros (BN) y Chaxas (CH) y Canales Barros Negros (BN) y Burro Muerto (BM). ABRIL 2015.



La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Sector Aguas de Quelana

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 5-65, se muestran los valores de riqueza del zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sector de Aguas de Quelana, en la campaña 2015. Además, la Figura 5-66-A, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del zoobentos, en todo el sector monitoreado. La figura muestra que los valores más altos de riqueza se determinaron en la estación Q-0 con 5 taxa representados. Por otra parte, el valor mínimo de riqueza del Sector Aguas de Quelana se registró en la estación Q-0 con 2 taxa. La mínima presencia de organismos zoobentónicos en estos puntos pudo tener relación con los bajos niveles de la columna de agua, un factor generalizado para todo el sector. El valor promedio de distribución de la riqueza de taxa por estación fue de 3 +/- 1 taxa (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 5-65, se muestran los valores de abundancia total del zoobentos de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana, para la campaña 2015. Además, la Figura 5-66-B, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del zoobentos, en todo el sector monitoreado. Los valores más altos de abundancia se determinaron en la estación Q-4 (4.132,2 Ind./m²). En cuanto al valor mínimo, éste se midió en la estación Q-0 (165,3 Ind./m²). Respecto del valor promedio para todo el sector

fue de 1.418,7 +/- 1.829,2 Ind./m² (Anexo X 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.

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

Respecto de la diversidad del zoobentos del Sector Aguas de Quelana, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo X), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0,54 (estación Q-4) y 0,76 (estación Q-1). En cuanto a los Índices de Equidad (W), éstos fluctuaron en un amplio rango de 0,33 y 0,88, en las estaciones Q-4 y Q-0, respectivamente (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Tabla 5-65. Composición, abundancia total y relativa del zoobentos del Sector Aguas de Quelana. Abril 2015

Taxa	Q-0		Q-1		Q-3		Q-4	
	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%
Insecta diptera larva Ephydridae	110,2	66,7	606,1	73,3				
Insecta diptera pupa Ephydridae	55,1	33,3	165,3	20,2				
Branchopoda anostraca Artemidae <i>Artemia franciscana</i>			55,1	6,7				
Arachnoidea Acari Hygrobaetidae					55,1	10,0		
Gastropoda Mesogastropado Hidrobiidae <i>Littoridina</i> sp					385,7	70,0	66,1	16,0
Insecta diptera larva Ceratopogonidae					110,2	20,0	220,4	5,3
Insecta diptera pupa Ceratopogonidae							55,1	1,3
Malacostraca Amphipoda Gammaridae <i>Gammarus</i>							55,1	1,3
Ostracoda Podocopida Darwinulidae <i>Darwinula stevensonii</i>							3140,5	76,0
Totales (Ind/m2)	165,3	100	826,4	100	551,0	100	4132,2	100
Riqueza	2		3		3		5	

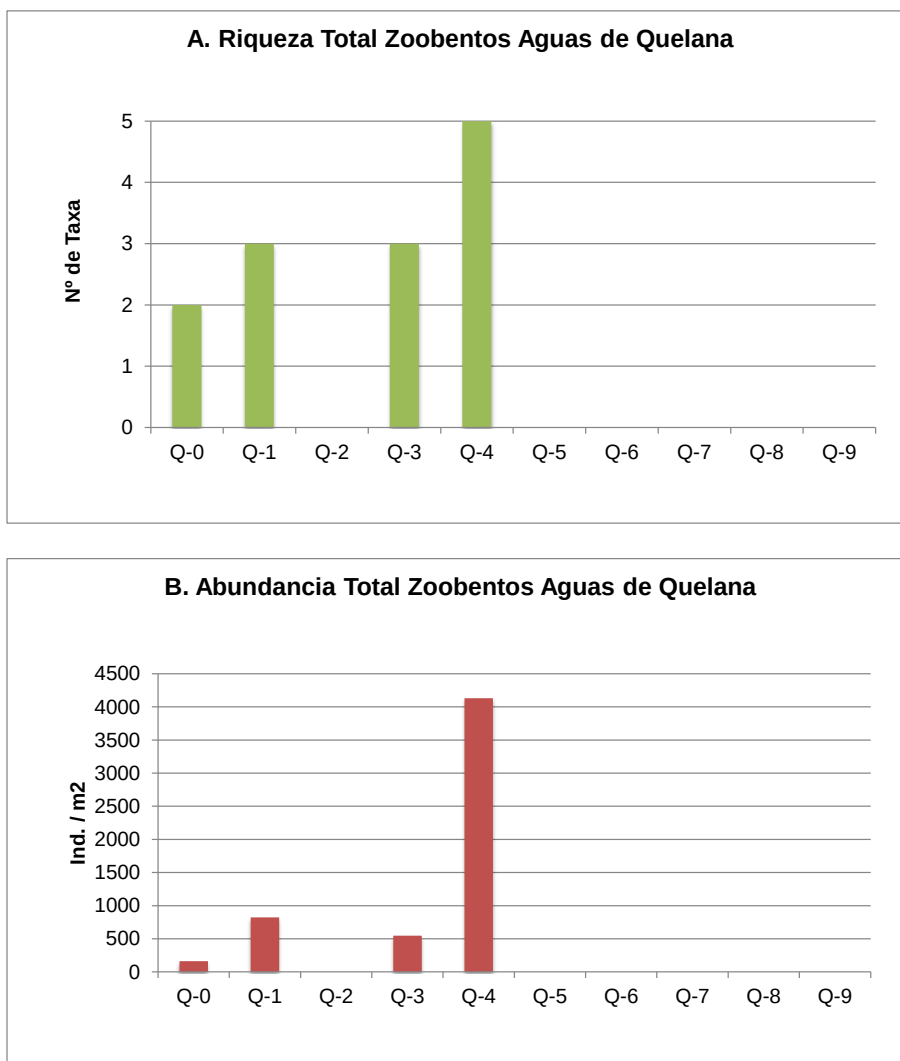
Las estaciones Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 que corresponden a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por ausencia de lámina superficial de agua.

Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-67, muestra los porcentajes de abundancias relativas del zoobentos en las estaciones del Sector Aguas de Quelana. Como se aprecia en la Figura 5-67, entre las estaciones de monitoreo sobresale el aporte a la abundancia total, el aporte de los taxa: Gastropoda Hidrobiidae *Littoridina* sp, Diptera larva Ephydridae, Diptera pupa Ephydridae y Ostracoda *Darwinula stevensonii*.

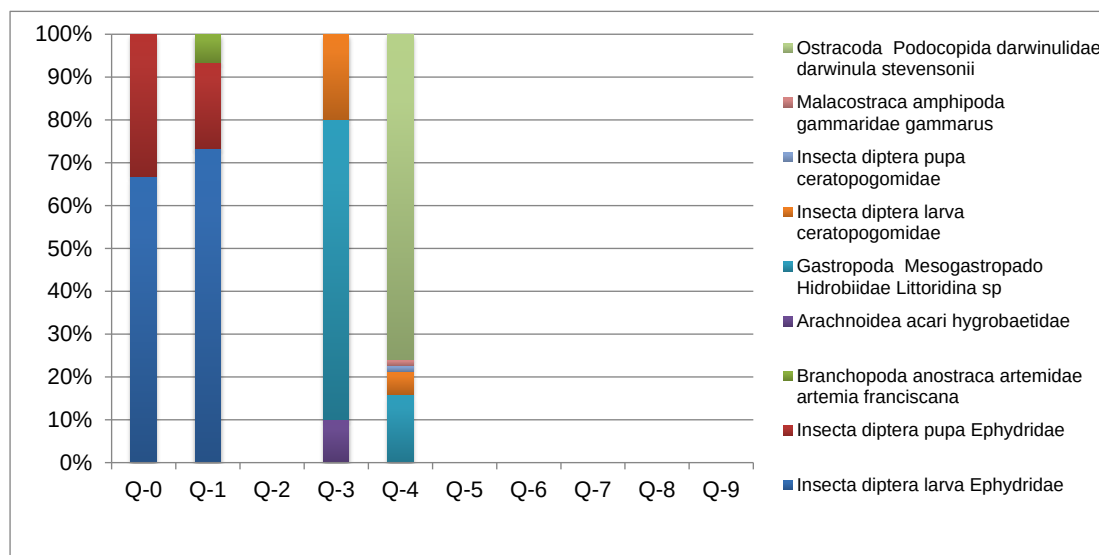
Figura 5-66. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el Sector Aguas de Quelana. Abril 2015.



Las estaciones Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 que corresponden a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por ausencia de lámina superficial de agua.

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-67. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos. Sector Aguas de Quelana. ABRIL 2015.



Las estaciones Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 que corresponden a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por ausencia de lámina superficial de agua.

Fuente: Elaboración propia

Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

Riqueza Taxonómica (N° de Taxa)

En la Tabla 5-67, se muestran los valores de riqueza del zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sector Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita. Junto con esto, la Figura 5-68-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 8 taxa se presentó en la estación SA-2 (laguna Salada), mientras que en la estación de monitoreo PE-3 (laguna Interna), se registró el valor mínimo de riqueza con 2 taxa. El valor promedio de la riqueza de taxa por estación fue de 4 ± 2 taxa.

Abundancia Total (Ind./m^2)

En la Tabla 5-67, 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 5-68-B, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total de zoobentos en todo el sector monitoreado, en la campaña 2015. Como se aprecia en la figura, los valores más altos de abundancia del zoobentos se presentaron en la estación PE-3 correspondiente a la laguna Interna, con un valor de abundancia total de $22.754,8 \text{ Ind./m}^2$. El valor más bajo para este parámetro en este sector, correspondió a $385,7 \text{ Ind./m}^2$ en la estación PE-2. Respecto del valor promedio para todo el sector fue de $7.085,4 \pm 9.392,8 \text{ Ind./m}^2$ (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

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

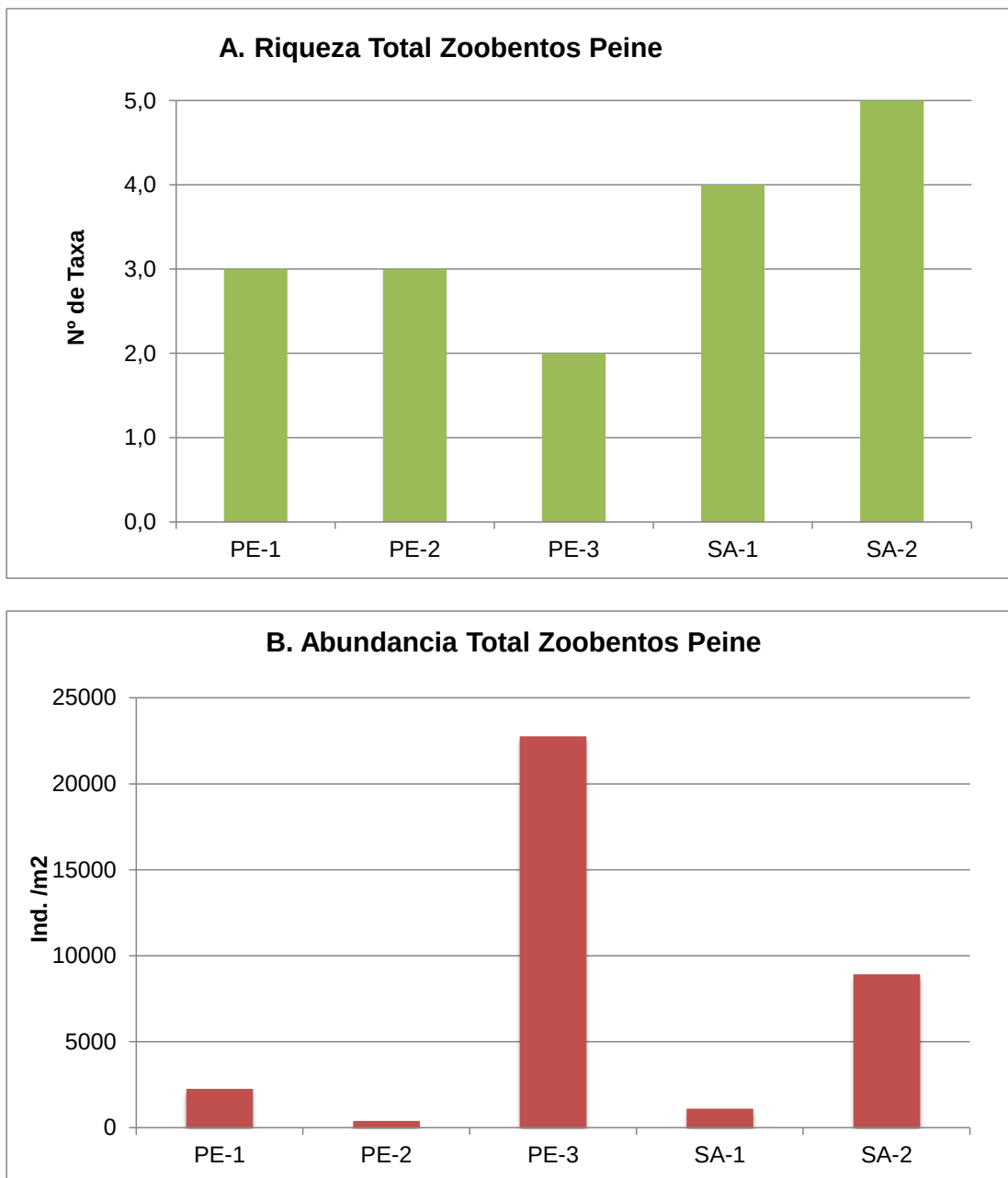
Respecto de la diversidad de la comunidad del zoobentos del Sector Peine, medida a través del Índice de Shannon-Wiener (H), la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo X), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0,03 y 1,11, en las estaciones PE-3 y SA-1, respectivamente. En cuanto a los Índices de Equidad, medidos a través del Índice de Evenness (W), éstos fluctuaron entre 0,04 en la estación PE-3 y 0,87 en la estación PE-2 (Tabla 5-66).

Tabla 5-66. Composición, abundancia total y relativa del zoobentos del Sector Peine: Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). ABRIL 2015

Taxa	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%
Insecta diptera larva Ceratopogomidae	165,3	7,3	110,2	28,6			661,2	60,0	275,5	3,1
Insecta diptera pupa Ceratopogomidae	55,1	2,4					165,3	15,0	55,1	0,6
Gastropoda Mesogastropoda Hydrobiidae <i>Littoridina</i> sp	2.038,6	90,3	220,4	57,1			165,3	15,0	4.297,5	48,1
Insecta diptera Chironomidae <i>Paratrichocladius</i>			55,1	14,3						
Insecta diptera larva Dolichopodidae					110,2	0,5				
Maxillopoda Harpacticoida Cletodidae <i>Cletocamptus cecsurienis</i>					2.2644,6	99,5			3.801,7	42,6
Insecta diptera larva Empididae									55,1	0,6
Ostracoda Podocopida Darwinulidae <i>Darwinula stevensonii</i>							110,2	10,0	165,3	1,9
Insecta diptera larva Ephydriidae									110,2	1,2
Insecta diptera pupa Ephydriidae									165,3	1,9
Totales (Ind/m2)	2.259,0	100	385,7	100	22.754,8	100	1.101,9	100	8.925,6	100
Riqueza	3		3		2		4		8	

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-68. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el Sector Peine: Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). ABRIL 2015.



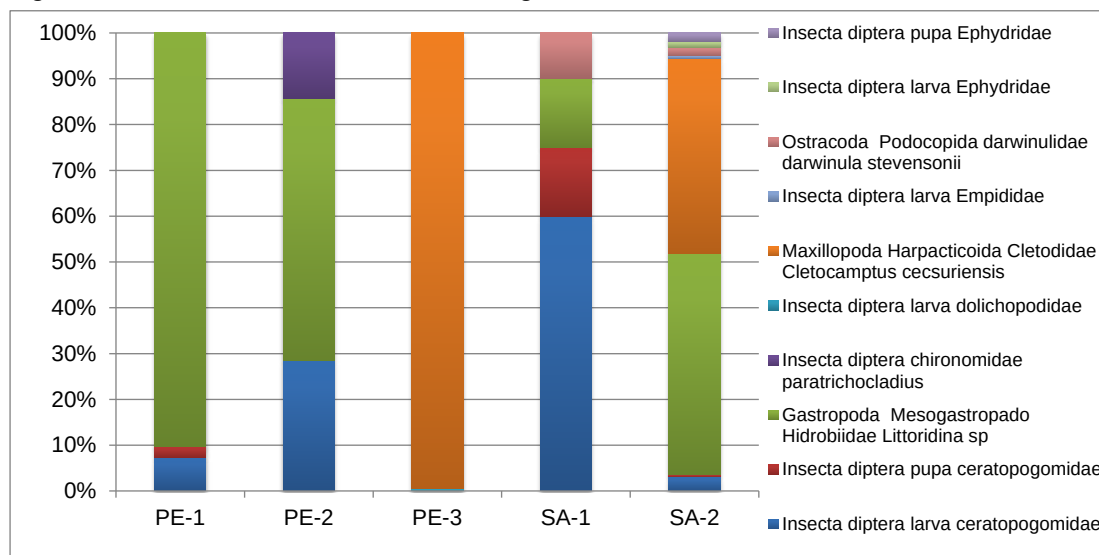
Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-69, muestra los porcentajes de abundancias relativas del zoobentos en las estaciones del Sector Peine para sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita. En la figura se aprecia claramente, que la contribución más importante a la abundancia total, correspondió a los taxa:

Gastropoda Hydrobiidae *Littoridina* sp, Diptera pupa Ceratopogomidae, Diptera Chironomidae Paratrichocladius y Harpacticoida *Cletocamptus cecsurisensis*.

Figura 5-69. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos. Sector Peine. Abril 2014



Fuente: Elaboración propia

Zooplankton

Sector Soncor: Laguna Puilar

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 5-67, se muestran los valores de riqueza del zoobentos en las estaciones pertenecientes a Puilar, en la campaña 2015. Además, la Figura 5-70, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del grupo en todo el sector monitoreado. El rango de valores para este parámetro, fluctuó entre 1 taxa en PU-3 (laguna 2) y 3 taxa en PU-2 (canal 2). El valor promedio de distribución de la riqueza de taxa por estación fue de 2 +/- 1 taxa por estación.

Abundancia Total (Ind./L)

En la Tabla 5-67, se presentan los valores de abundancia total del zooplankton de las estaciones pertenecientes a Puilar en la campaña 2015. Además, la Figura 5-70, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del grupo en todo el sector monitoreado. Como se observa en la Figura 5-70, la mayor abundancia se observó en la estación PU-2 (20,0 Ind./L), que corresponde a un punto en el sector del canal 2 de Puilar. En esta estación de monitoreo se determinó la mayor abundancia de individuos de: *Darwinula stevensoni* y *Cletocamptus cecsurisensis*. Por otra parte, el valor mínimo de abundancia se determinó en la estación PU-3 (1,4 Ind./L), correspondiente al punto laguna 2. En cuanto al promedio de las abundancias en el sector, éste alcanzó un valor de 8,6 +/- 10,0 Ind./L (Anexo X: Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

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

Respecto de la diversidad de las comunidades del zooplancton de Puilar, medida a través del Índice de Diversidad de Kruskal-Wallis (H), la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo X), muestra que el rango del valor de H para la campaña 2015, fluctuó entre 0 en PU-3 y 1,01 en PU-2. En cuanto a los Índices de Equidad, medidos a través del Índice de Evenness (W), éstos fluctuaron entre 0,53 en PU-1 y 0,92 en PU-2 (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

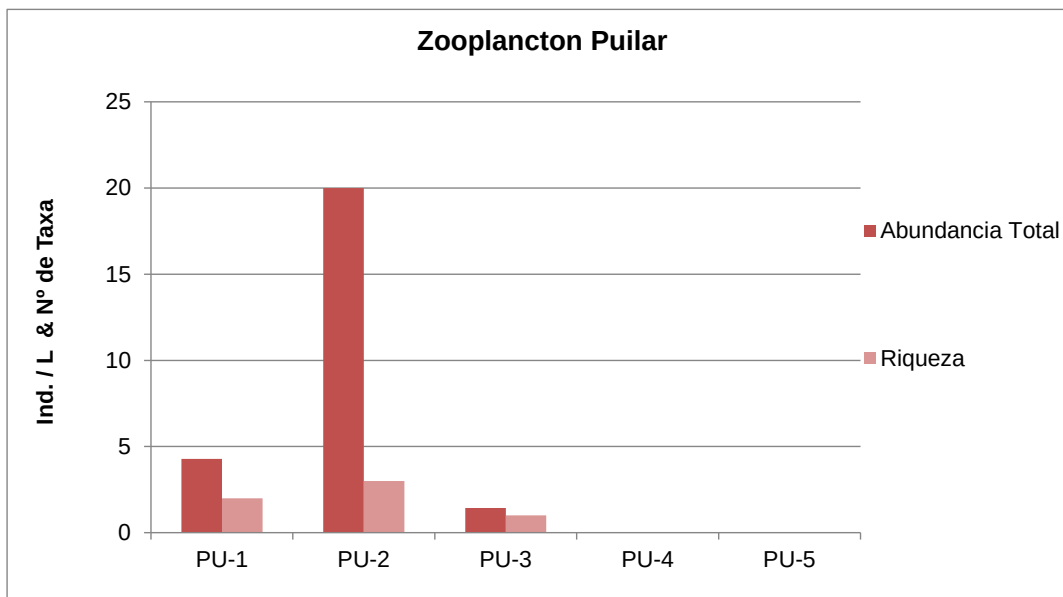
Tabla 5-67. Composición, abundancia total y relativa del zooplancton en el Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015

Taxa	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
Maxillopoda Harpacticoida Cletodidae Nauplius de <i>Cletocamptus cecsurienensis</i>			5,7	28,6			-			
Maxillopoda Harpacticoida Cletodidae <i>Cletocamptus cecsurienensis</i>	1,4	33,3	12,9	64,3	1,4	100	-			
Ostracoda Podocopida Darwinulidae <i>Darwinula stevensonii</i>	2,9	66,7	1,4	7,1			-			
Abundancia Total (Ind./L)	4,3	100	20,0	100	1,4	100	0			
Riqueza (Nº de Taxa)	2		3		1		0			

La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-70. Parámetros Comunitarios Del Zooplancton Evaluados en el Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015



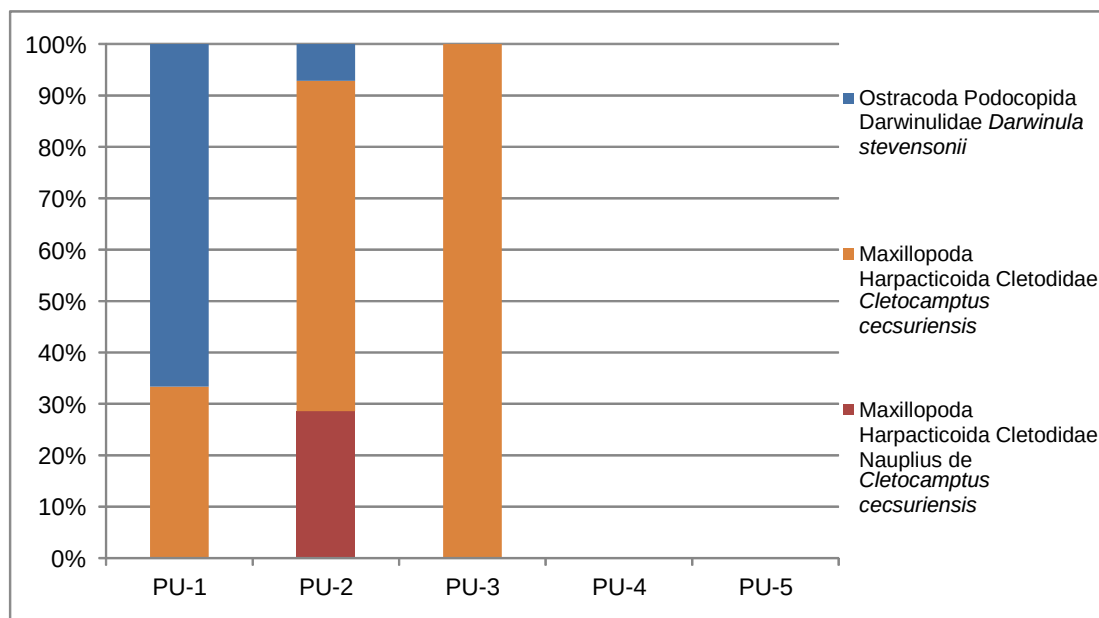
La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-71, muestra la distribución de las abundancias relativas de los representantes del zooplancton en las estaciones de Puilar. En la figura se observa que en la mayoría de las estaciones el harpacticoideo *Cletocamptus cecsurirensis* aportó significativamente a la abundancia total del sector. Así también, se observa que fue abundante en las estaciones PU-1 y PU-2, el ostrácodo *Darwinula stevensonii*.

Figura 5-71. Abundancias relativas de los organismos del zooplancton. Sector Soncor-Laguna Puilar. Abril 2015



La estación PU-5 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Sector Soncor: Soncor

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 5-68, se muestran los valores de riqueza de los organismos zooplanctónicos de las estaciones pertenecientes a Soncor, representado por sus lagunas Barros Negros y Chaxas y canales Barros Negros y Burro Muerto, en la campaña 2015. 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 5-72, 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 estaciones BN-2 y BN-3 con 2 taxa representados. Por su parte la riqueza más baja se determinó en la estación CH-1 y BM-1 con 0 taxa. Respecto del valor promedio de la riqueza este fue de 1 +/- 1 taxa por estación.

Abundancia Total (Cél/cm³)

En la Tabla 5-68, se presentan los valores de abundancia total del zooplancton de las estaciones pertenecientes a Soncor, para sus diferentes lagunas (Barros Negros y Chaxas) y canales (Barros Negros y Burro Muerto), en la campaña 2015. Asimismo, la Figura 5-72, 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 la estación BN-2 (27,1 Ind./L), donde se presentaron los taxa Harpacticoida *Cletocamptus cecsuricensis* y Anostraca *Artemia franciscana*. Respecto del valor promedio, considerando

las estaciones de Soncor analizadas, éste fue de 19,3 +/- 11,1 Ind./L (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

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

En relación con la diversidad del zooplancton en la campaña de abril del 2015, en las estaciones de Soncor, la Tabla de Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo X), muestra que el valor del Índice de Shannon-Wiener fluctuó entre 0,12 en la estación BM-1 (laguna Burro Muerto) y 0,69 en la estación BN-3 (laguna Barros Negros). Por otra parte, el Índice de Equidad (W) fluctuó entre 1,0 en la estación BN-3 y 0,06 en la estación BM-1.

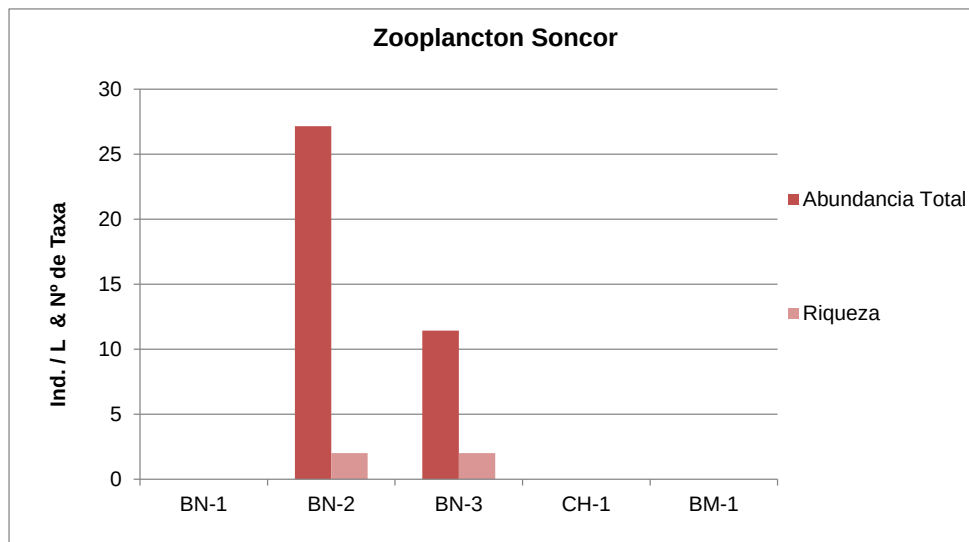
Tabla 5-68. Composición, abundancia total y relativa del zooplancton del Sector Soncor- Soncor. Abril 2015

Taxa	BN-1		BN-2		BN-3		CH-1		BM-1	
	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
Harpactocoida cecsurirensis			24,3	89,5	7,1	62,5	-		-	
Anostraca			2,9	10,5	4,3	37,5	-		-	
Artemia franciscana										
Abundancia Total (Ind./L)			27,1	100	11,4	100	0	0	0	0
Riqueza (Nº de Taxa)			2		2		0		0	

La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-72. Parámetros comunitarios del zooplancton evaluados en el Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros (BN) y Chaxas (CH) y Canales Barros Negros (BN) y Burro Muerto (BM). ABRIL 2015.



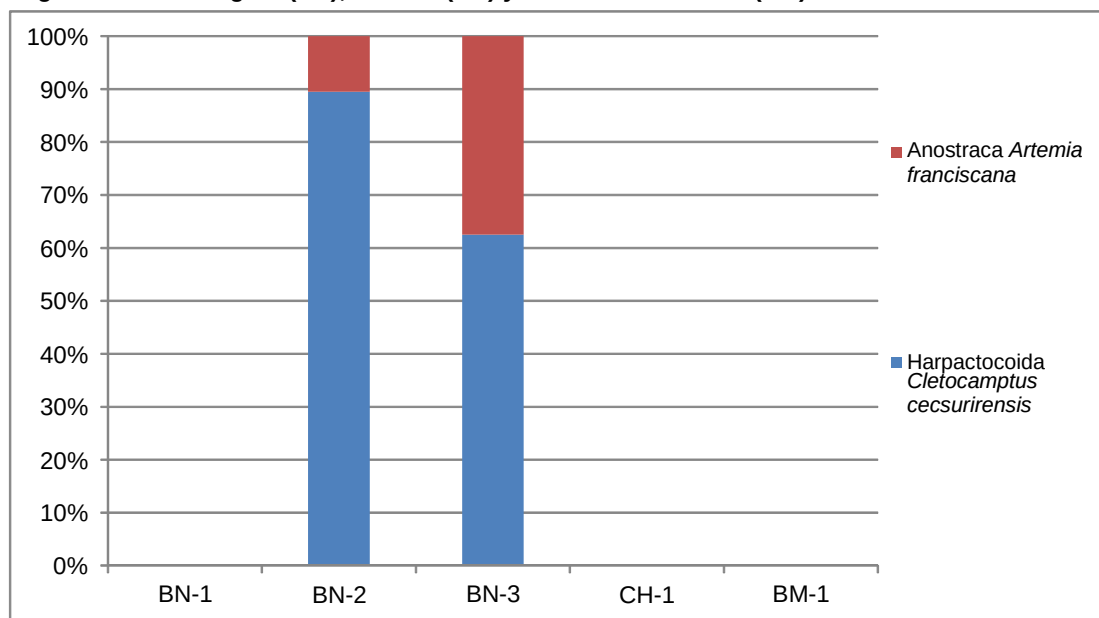
La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-73, muestra los porcentajes de abundancias relativas del zooplancton en las estaciones de Soncor y sus lagunas Barros Negros y Chaxas y canales Barros Negros y Burro Muerto; en la campaña 2015. En ésta, se destaca que los taxa que aportaron en forma importante con sus abundancias relativas a la abundancia total son: Harpacticoida *Cletocampus cecsurirensis* y Anostraca *Artemia franciscana*.

Figura 5-73. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos. Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Canal Burro Muerto (BM). Abril 2015.



La estación BN-1 no pudo ser muestreada por encontrarse sin lámina superficial de agua

Fuente: Elaboración propia

Sector Aguas de Quelana

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 5-69, se muestran los valores de riqueza del zooplancton en las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana, en la campaña 2015. Además, la Figura 5-74, 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 fue Q-4, con 3 taxa representados en este punto. Por otra parte, el valor mínimo para esta variable se determinó en la estación Q-0, con 0 taxa representado. No obstante, cabe recordar que para el sector en su totalidad, hubo un gran número de puntos correspondientes a zonas de afloramiento dinámico de agua, que no pudieron ser muestreadas por ausencia de lámina superficial de agua (Q-2, Q-3, Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9). En cuanto al valor promedio de riqueza por estación éste fue de 1 +/- 1 taxa.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 5-69, se muestran los valores de abundancia total del zooplancton de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana en la campaña de 2015. Asimismo, la Figura 5-74, 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 determinó en la estación Q-1; 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 0 y 61,4 Ind./L, respectivamente en las estaciones indicadas (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). Respecto del valor promedio para todo el sector fue de 37,1 +/- 34,4 Ind./L (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

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

Respecto de la diversidad del zooplancton del Sector Aguas de Quelana, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo X), muestra que el rango de valores para el Índice de Shannon-Wiener, fluctuó entre 0 (estación Q-1) con 1 sólo taxa y 0,94 (estación Q-4). En cuanto a los Índices de Equidad, el único valor posible de calcular fue 0,85 en la estación Q-4.

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-75, muestra los porcentajes de abundancias relativas del zooplancton en las estaciones del Sector Aguas de Quelana. En la figura se observa que la estación Q-1 fue la que tuvo mayor contribución en la abundancia, sin embargo, con un sólo taxa. Los taxa con mayor distribución y más abundante en el sistema fueron: Anostraca *Artemia franciscana*, Nauplius y adultos de Harpacticoida *Cletocamptus cecsuris* y *Darwinula stevensoni*. Esto, se podría asociar al hecho que muchos de los puntos muestreados correspondientes a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por ausencia de lámina superficial de agua (Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9).

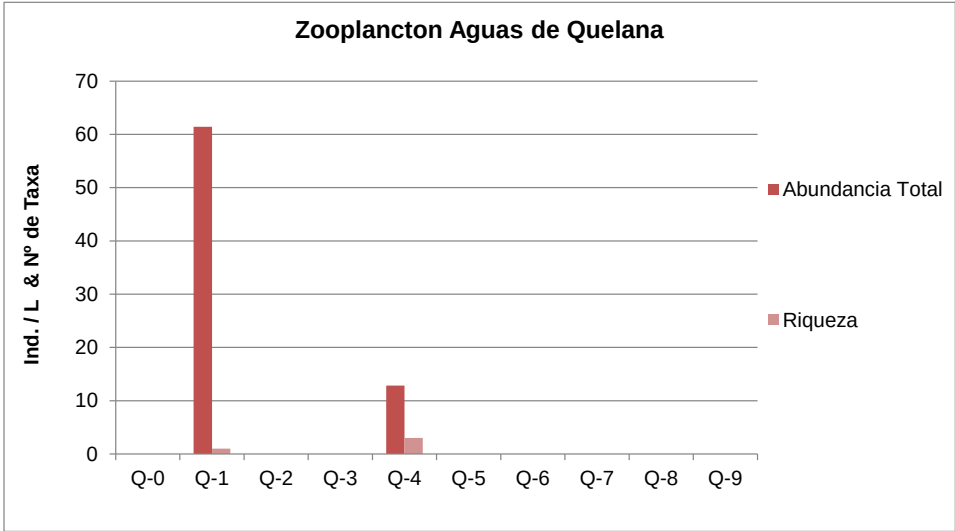
Tabla 5-69. Composición, abundancia total y relativa del zooplancton del Sector Aguas de Quelana. Abril 2015

Taxa	Q-0		Q-1		Q-4	
	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%
Maxillopoda Harpacticoida Cletodidae Nauplius de <i>Cletocamptus cecsuris</i>	-		-		7,1	55,6
Maxillopoda Harpacticoida Cletodidae <i>Cletocamptus cecsuris</i>	-		-		4,3	33,3
Ostracoda Podocopida Darwinulidae <i>Darwinula stevensonii</i>	-		-		1,4	11,1
Branchiopoda Anostraca Artemidae <i>Artemia franciscana</i>	-		61,4	100	-	
Abundancia Total (Ind/L)	0	0	61,4	100	12,9	100
Riqueza (Nº de Taxa)	0		1		3	

Las estaciones Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 que corresponden a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por ausencia de lámina superficial de agua.

Fuente: Elaboración propia

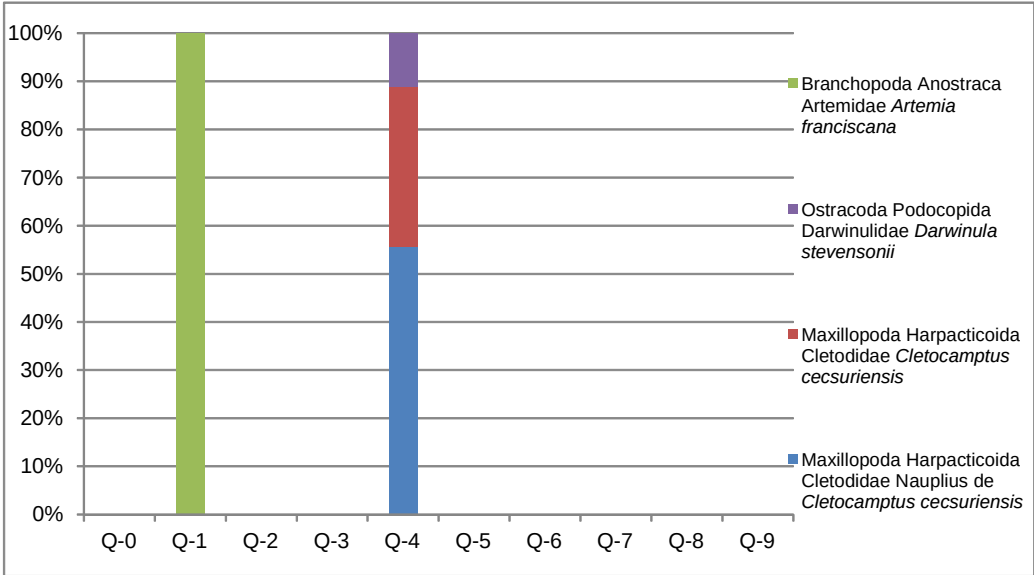
Figura 5-74. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el Sector Aguas de Quelana. Abril 2015.



Las estaciones Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 que corresponden a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por ausencia de lámina superficial de agua.

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-75. Abundancias Relativas De Los Organismos Del Zooplankton. Sector Aguas de Quelana. Abril 2015.



Las estaciones Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 que corresponden a zonas de afloramiento dinámico de agua, no pudieron ser muestreadas por ausencia de lámina superficial de agua.

Fuente: Elaboración propia

Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)*Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)*

En la Tabla 5-70, se muestran los valores de riqueza del zooplancton en las estaciones pertenecientes al Sector Peine, para la campaña 2015. Junto con esto, la Figura 5-76, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del zooplancton en todo el sector monitoreado. En la figura, se observa que, la riqueza máxima, correspondiente a 2 taxa por estación se presentó en las estaciones PE-3, SA-1 y SA-2, mientras que la menor riqueza se observó en las estaciones PE-1 y PE-2 con 0 taxa representados. El valor promedio de la riqueza fue de 2 +/- 0,0 taxa por estación.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 5-70, se muestran los valores de abundancia total de las estaciones pertenecientes al Sector Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita, durante la campaña 2015. Además, la Figura 5-76 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-1, correspondiente a la laguna Saladita, con un valor de abundancia total de 27,1 Ind./L. Por otra parte, el valor mínimo de abundancia del zooplancton se determinó en las estaciones PE-1 y PE-2 con 0 Ind./L. En cuanto al valor promedio para este parámetro en la campaña del año 2015, éste fue de 18,1 +/- 8,6 Ind./L. (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

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

Respecto de la diversidad de la comunidad del zooplancton del Sector Peine, medida a través del Índice Kruskal-Wallis (H), la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo X), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0 y 0,60, en las estaciones PE-1; PE-2 y SA-2, respectivamente. En cuanto a los Índices de Equidad, fluctuaron entre 0,49 y 0,86 en las estaciones SA-1 y SA-2 respectivamente.

Tabla 5-70. Composición, abundancia total y relativa del zooplancton del Sector Peine: Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). ABRIL 2015

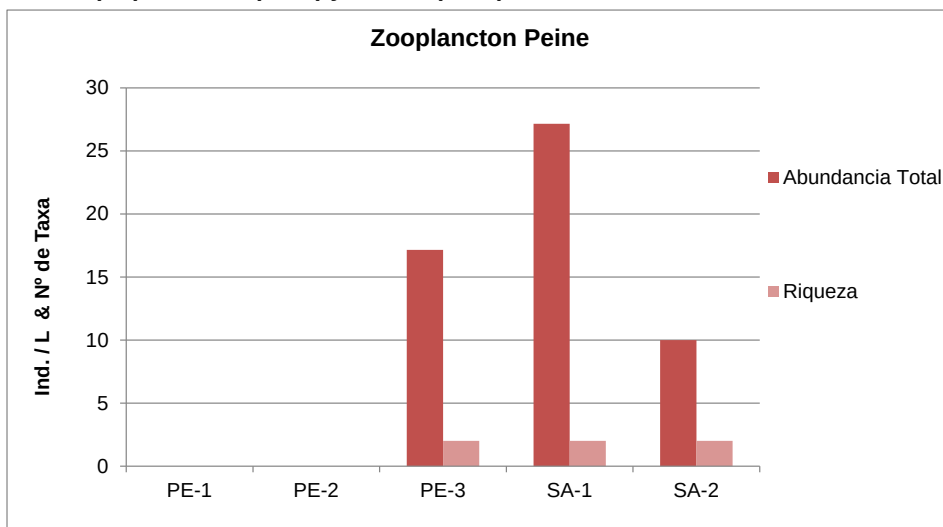
Taxa			PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
			Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
Maxillopoda	Harpacticoida											
Cletodidae	Nauplius de		-		-		12,9	75	-		-	
	<i>Cletocamptus cecsurienis</i>											
Maxillopoda	Harpacticoida											
Cletodidae	<i>Cletocamptus</i>		-		-		4,3	25	-		-	
	<i>cecsuriensis</i>											
Branchiopoda	Anostraca											
Artemidae	<i>Artemia franciscana</i>		-		-		-		24,3	89,5	7,1	71,4
Secernentea	Rhabditida		-		-		-		2,9	10,5	2,9	28,6

Tabla 5-70. Composición, abundancia total y relativa del zooplancton del Sector Peine: Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). ABRIL 2015

Taxa	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
Rhabditidae										
AbundanciaTotal (Ind/L)	0	0	0	0	17,1	100	27,1	100	10	100
Riqueza (Nº de Taxa)	0		0		2		2		2	

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-76. Parámetros comunitarios del zooplancton evaluados en el Sector Peine: Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2015.

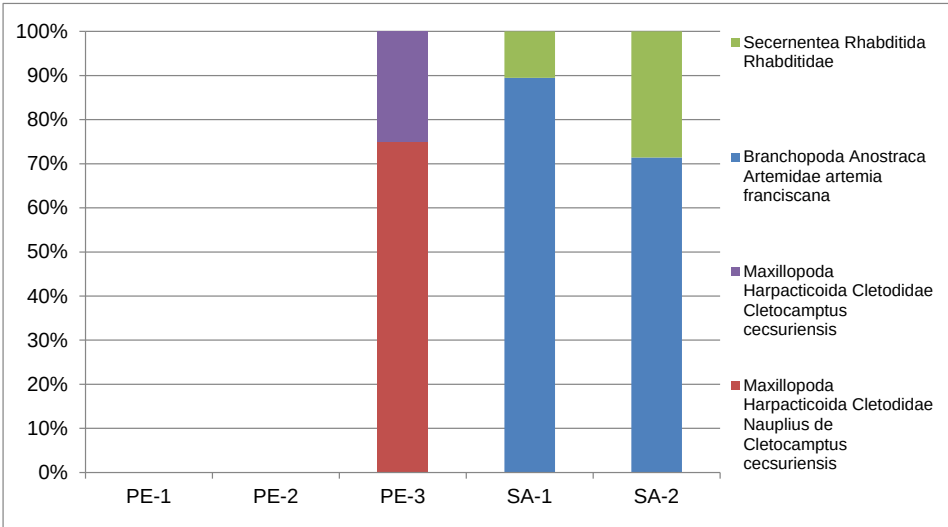


Fuente: Elaboración propia

Abundancias Relativas (%):

La Figura 5-77 muestra los porcentajes de abundancias relativas del zooplancton en las estaciones del Sector Peine para sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita, en la campaña 2015. En la figura se observa que los taxa que tuvieron mayor distribución y más abundante en el sistema fueron: Nauplius y adultos de Harpacticoida *Cletocamptus cecsurienensis*, Anostraca *Artemia franciscana* y Secernentea Rhabditidae.

Figura 5-77. Abundancias relativas de los organismos del zooplancton. Sector Peine. Abril 2015.



Macrófitas

Sector Soncor: Laguna Puilar

Respecto de la cobertura de vegetación acuática en Puilar, la Tabla 5-71, presenta los valores para las estaciones monitoreadas en este sector, en la campaña 2015. Aquí se observa ausencia de vegetación en la mayoría de las estaciones, sólo PU-1 presentó <5 % de cobertura de vegetación acuática.

Sector Soncor: Soncor

Los valores de cobertura vegetal de las plantas acuáticas, en las estaciones de Soncor, se presentan en la Tabla 5-71. Aquí se puede observar que no se reportó la presencia de vegetación en la mayoría de las estaciones, sólo en la estación BM-1 (canal Burro Muerto) donde se registró un <5% de cobertura de vegetación.

Tabla 5-71. Composición y % cobertura de la vegetación acuática en los 4 sectores monitoreados en el Salar de Atacama. Abril 2015

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	<5	BN-1	0	Q-0	<5	PE-1	5
PU-2	0	BN-2	0	Q-1	<5	PE-2	<5
PU-3	0	BN-3	0	Q-2	<5	PE-3	0
PU-4	0	CH-1	0	Q-3	<5	SA-1	<5
PU-5	0	BM-1	<5	Q-4	<5	SA-2	5
				Q-5	<5		
				Q-6	<5		

Tabla 5-71. Composición y % cobertura de la vegetación acuática en los 4 sectores monitoreados en el Salar de Atacama. Abril 2015

Sector Puillar		Sector Soncor		Sector Quelana		Sector Peine	
Estación de Monitoreo	% Cobertura	Estación de Monitoreo	% Cobertura	Estación de Monitoreo	% Cobertura	Estación de Monitoreo	% Cobertura
				Q-7	<5		
				Q-8	<5		
				Q-9	<5		

Fuente: Elaboración propia

Sector Aguas de Quelana

Los valores de porcentaje de cobertura de la vegetación acuática en las estaciones del Sector Aguas de Quelana de la campaña 2015, se presentan en la Tabla 5-71. Como se observa en la tabla, el rango de valores para esta variable fue estrecho entre las estaciones del sector. La cobertura vegetal fue <5% para todas las estaciones del sector.

Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

Respecto de la cobertura de vegetación acuática en el Sector Peine, la Tabla 5-71, presenta los valores para las estaciones monitoreadas en este sector, en la campaña 2015. Como se observa en la tabla, sólo se registró la presencia de vegetación acuática en una estación de la laguna Interna (PE-1) y en la laguna Salada (SA-2).

6 — DISCUSIONES**6.1 — Vegetación**

Conforme al propósito del Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) biótico del Salar de Atacama, cual es la detección de cambios en la distribución, abundancia y vitalidad de la vegetación presente en el sector del borde este del Salar de Atacama, se discute el comportamiento histórico observado en los parámetros evaluados durante el período de monitoreo (2006-2015).

En relación a la vitalidad de la vegetación, durante el período de monitoreo se han reconocido diferencias interanuales para los diferentes tipos vegetacionales presentes. Los resultados generales considerando los distintos años de monitoreo, muestran que la vitalidad de la vegetación mayoritariamente se ha mantenido en la categoría definida como normal, con una menor proporción de situaciones donde la vegetación ha mostrado una vitalidad considerada débil. En menor medida se han presentado a lo largo del período de monitoreo puntos de muestreo donde la vitalidad de la vegetación a sido vigorosa o muy débil. Los resultados durante todo el período de monitoreo no muestran ninguna tendencia que permita afirmar que exista un deterioro en la vitalidad de la vegetación, las diferencias observadas podrían ser consecuencia de variaciones naturales de vitalidad atribuibles a cambios en la disponibilidad de agua como consecuencia de las diferencias en magnitud y distribución espacial de las precipitaciones registradas durante el periodo de monitoreo en el área de estudio.

Durante el periodo de monitoreo (2006-2015) se ha analizado también el comportamiento del follaje verde de la vegetación presente. Los resultados han mostrado variaciones que van desde áreas donde el follaje verde va desde la categoría <5% a otros sectores donde el follaje verde alcanza entre el 75-100%. Durante el periodo de monitoreo, las categorías de follaje verde con mayor representatividad corresponden a las que van de 5-25%; 25-50% y 50-75%. Estas últimas categorías se han presentado con diferencias interanuales, donde la vegetación ha manifestado mayoritariamente un follaje verde entre 5-25% y 25-50%, categorías que en los últimos 4 años de monitoreo concentra en torno del 80% del total de puntos de muestreo. Los resultados muestran que si bien existen diferencias en la proporción relativa de las categorías de follaje verde entre los distintos años de monitoreo, no se reconocen tendencias que indiquen que la vegetación esté presentando menor proporción de follaje verde.

La fenología de la vegetación evaluada en el borde este del Salar de Atacama (incluidos los puntos de muestreo distribuidos en la zona de conexión) ha mostrado que durante las mediciones realizadas durante el mes de abril y durante todo el periodo de monitoreo (2006-2015) la vegetación presente se encuentra en crecimiento vegetativo lo que se manifiesta con el desarrollo de nuevos brotes y hojas. La mayor parte de las observaciones muestran que durante las mediciones realizadas en abril, el crecimiento vegetativo se combina mayoritariamente con fructificación (sobre el 90% de las observaciones) y en una proporción muy baja (<5%) con floración. Los resultados obtenidos durante el periodo 2006-2015, no muestran variaciones que puedan considerarse anómalas respecto de lo observado en 2006 (línea base de flora y vegetación) y durante los años de monitoreo.

El comportamiento observado durante el periodo de monitoreo en relación a la vitalidad de la vegetación, follaje verde y fenología descrito hasta aquí para los puntos de monitoreo distribuidos en el borde este, es extensible también para los puntos de muestreo de vegetación ubicados en la zona de conexión (lugar donde se presume contacto de las raíces de las plantas con el acuífero).

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, Brea (*Tessaria absinthioides*) y Grama Salada (*Distichlis spicata*), pierden su biomasa aérea durante el periodo invernal, presentándose su follaje completamente seco. 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 (flores y frutos).

Concordante con lo anterior los resultados del monitoreo realizado en abril del 2015, muestra que más del 50% de los puntos muestreados presentó un porcentaje de follaje verde mayor a 25% para los puntos muestreados en los matorrales de brea y praderas de grama salada. Los puntos realizados en estas formaciones mostraron también que cerca del 90% de los puntos presentaron un estado fenológico crecimiento vegetativo o la combinación de crecimiento vegetativo-fructificación.

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.

De acuerdo a lo monitoreado en el año 2015 el total de los puntos muestreados en los tipos vegetacionales Matorral de Cachiyuyo y Matorral de Rica rica - Pingo pingo que contienen las especies mencionadas en el párrafo anterior presentan un porcentaje mayor al 25% de follaje verde, una vitalidad mayoritariamente normal y estado fenológico concentrado en los estados crecimiento vegetativo y su combinaciones con floración y fructificación.

Las especies hidrófilas, que se desarrollan en el margen occidental de la franja de vegetación (*Juncus balticus*, *Schoenoplectus americanus* y *Baccharis juncea*), presentan mayor desarrollo de estructuras vegetativas a fines del verano, pero las diferencias con el periodo invernal son menos evidentes.

Concordante a los anterior y de acuerdo al monitoreo realizado en abril del 2015 el tipo vegetacional de especies hidrófilas identificado como Pajonal de *Juncus balticus*, *Schoenoplectus americanus* y *Baccharis juncea* presenta un porcentaje mayor al 50% de puntos de monitoreo con estado débil, un porcentaje de follaje verde menor al 50% en un 86% de los puntos y un fenología preferentemente correspondiente a crecimiento vegetativo- fructificación.

La superficie cubierta con vegetación obtenida en el monitoreo del año 2015 indican un aumento en la superficie en 629 ha, estas diferencias tienen relación con la dificultad de identificación sobre las imágenes satelitales, de las unidades vegetacionales de baja cobertura (<10%), condición característica de los tipos vegetacionales Matorral de rica rica-pingo-pingo, Pradera de grama salada y Pajonal que se presenta de forma muy localizada en el área de estudio y con muy bajas coberturas en ciertos sectores.

La vegetación presente en la zona de conexión vegetación-acuífero, cuya especies más representativas corresponden a Brea (*Tessaria absinthioides*) y Grama salada (*Distichlis spicata*), presentan leves diferencias en los datos monitoreados en el mes de enero y abril del 2015, presentándose menores coberturas en el mes de abril. Acorde a lo anterior el estado vital, porcentaje de follaje verde y estado fenológico monitoreado en los meses de enero y abril no presentan grandes diferencias. El mes de enero presenta un porcentaje mayor de puntos monitoreados en una categoría muy débil, menor porcentaje de follaje verde (5-25%) y en estado fenológico crecimiento vegetativo-fructificación.

Los datos de vitalidad y copa verde en los ejemplares de algarrobos en la quebrada de Camar muestran leves diferencias, en relación al año anterior, pero manteniendo el valor de los individuos secos o senescentes.

Con respecto a la relación entre la vitalidad y porcentaje de copa verde con las precipitaciones; y conforme a antecedentes bibliográficos disponibles, *P. flexuosa* se comporta como especie freatófita obligada en áreas donde las precipitaciones son menores a los 300 mm anuales. Sin embargo en este caso la población de Algarrobos en estudio, 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.

6.2 — Flora

La vegetación típica de los salares está compuesta por especies halófilas que son activa o pasivamente tolerantes a la salinidad (Ramírez et al., 1989). Los ambientes salinos están caracterizados por la presencia de concentraciones variables de cloruro de sodio y están generalmente acompañados de distintas solubilidades y concentraciones de cloruro de potasio, sulfato de magnesio, sulfato de sodio y carbonato de sodio (Martínez, 2001). Por otra parte, de acuerdo a Cabrera (1968), siguiendo la clasificación de Raunkiaer, las especies que forman comunidades halófilas se pueden clasificar en las formas de vida nanofanerófitas, caméfitas sufrútices, hemcriptófitas, helófitas, hidrófitas y suculentas (Montesinos, 2012).

La flora de algunos salares de los Andes del Norte Grande han sido estudiados entre otros por Teillier, 1998, Teillier y Becerra, 2003; Sin embargo, no existe un estudio en detalle de la flora del Salar de Atacama, existiendo solo descripciones de la vegetación de éste (Gajardo, 1994 y Luebert y Pliscoff, 2006).

Respecto a las campañas realizadas desde el año 2006 al 2015, la flora vascular registrada en el borde Este del Salar de Atacama es concordante con lo descrito en la literatura de vegetación (Gajardo, 1994 y Luebert y Pliscoff, 2006). Correspondiendo a comunidades vegetales halófilas muy especializadas. Si bien la riqueza total de especies registradas hasta la fecha alcanza la cifra de 34 taxa, esta cifra es variable al revisar los datos de los transectos registrados cada año.

Es importante tener en consideración que la vegetación del extremo norte de Chile está determinada por la altitud, variando así la distribución de la riqueza de la flora y la cobertura vegetal determinada por la zonación de precipitaciones y los cambios de temperatura con la altura. De acuerdo a Villagran y Castro (2004) los valores mínimos, tanto de número de especies como cubierta vegetal, se dan en los extremos altitudinales inferiores: piso prepuneño (donde se ubica la zona de estudio) y en el piso superior (subnival y altoandino).

Además, la variación en el número de especies registradas cada año puede deberse principalmente a que existen especies herbáceas, cuyo registro ocurre de manera excepcional luego de eventos de precipitación (asociados al invierno altiplánico) que permiten su desarrollo y que son frecuentes en pisos de vegetación superiores, como es el caso de *Adesmia rahmeri*, *Cristaria dissecta*, *Descuraina stricta*, *Lupinus subinflatus*, entre otras. Por otra parte, las especies más frecuentes durante los todos los años de monitoreo en los transectos de flora, corresponden principalmente a especies freatófitas y halofitas que definen tipos vegetacionales descritos en el Borde Este del Salar de Atacama, como *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata*. La presencia de *Distichlis spicata* puede definirse como la más representativa para identificar los grupos de comunidades halófilas (Montesinos, 2012).

En relación a los resultados de la campaña efectuada en abril de 2015, estos difieren levemente con los datos de la campaña de 2014, situación que parece ser normal al observar la información para todas las campañas realizadas hasta la fecha (ver Tabla 5-18, Tabla 5-19 y Tabla 5-20). Dichas diferencias se deben a limitantes metodológicos y factores ambientales y antrópicos. Las limitantes metodológicas señaladas se refieren a que si bien las estaciones de muestreo se encuentran georreferenciadas, muchas de ellas se ubican en lugares con micrositio o en el margen de unidades vegetacionales diferentes, por lo

que la disposición en terreno de las subparcelas de flora en terreno queda sujeta a la variación en la coordenada entregada por los equipos GPS, lo cual se traduce en variaciones sobre las mediciones realizadas en terreno cada año de monitoreo.

Si bien los puntos de muestreo se encuentran georeferenciados, las subparcelas asociadas a cada punto no se encuentran demarcadas, por lo que el establecimiento de las parcelas en cada campaña de monitoreo queda sujeto al error de posicionamiento del GPS utilizado en esa oportunidad. Los factores ambientales mencionados, corresponden principalmente a la variación de la riqueza asociada a los eventos de precipitación (como ya se mencionó anteriormente), que puede provocar años con mayor o menor expresión florística (surgimiento de herbáceas). Por último, en los puntos de muestreo se ha registrado cambios debido a corta de ejemplares arbustivos para distintos fines, especialmente en cachiuyos (*Atriplex atacamensis*) y brea (*Tessaria absinthioides*) utilizadas como combustible, material de construcción de techos y otros usos artesanales.

Con respecto al suelo, los valores obtenidos en la caracterización fisicoquímica de 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 realizados a muestras de otros salares se han detectado valores de pH alcalinos, con valores que han variado entre 8,5 a 8,9, aumentando con la profundidad hasta valores de 9,8 (Luzio, 2010).

Respecto a las variaciones de pH observadas en el 13,3% de los puntos, se estima que está asociado a factores naturales, tales como: 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). Cabe aclarar que la diferencia observada en aquellos puntos no implica el cambio de la alcalinidad del sustrato o la disponibilidad de nutrientes, es una variación marginal dentro de los parámetros observados normalmente. Sólo en un punto la diferencia estuvo por sobre las 0,2 unidades de pH.

Por otra parte la conductividad eléctrica demostró las condiciones de alta salinidad esperables para un salar; por lo que el 92% de muestras distribuidas dentro de la categoría fuertemente salina, valida lo observado en otros salares, donde los valores pueden alcanzar hasta los 500 dS/m en superficie (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 succulencia o para luego suprimirlo y con ello desechar el elemento tóxico (Salisbury y Ross, 1985).

6.3 — Fauna

Durante las distintas campañas de monitoreo realizadas en el contexto del Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), y que se llevan a cabo en el Borde Este del Salar de Atacama, ha sido posible constatar variaciones en el ensamble de especies de fauna silvestre presente en el área de estudio. Estas

diferencias son explicadas, en primer término, si se consideran los efectos a nivel de la vegetación que conforma la matriz para el componente faunístico, y que puede presentar diferencias en función de las características climáticas predominantes en el área de estudio.

Si bien, las variables climáticas ejercen una fuerte influencia sobre los componentes bióticos del sector, conjugándose con la variabilidad estacional y/o interanual, éstas pueden verse así mismo modificadas por fluctuaciones climáticas, como es el caso del invierno altiplánico o el fenómeno ENSO (Arntz & Fahrbach, 1996; Houston, 2006).

En este escenario, la existencia limitada de algunos recursos como alimento, refugio o fuentes hídricas, llevan a que algunos organismos se vean restringidos a sectores específicos dentro del área de estudio. Así mismo, la diferenciación de hábitats permiten establecer variaciones importantes en cuanto a las especies predominantes en cada uno de ellos, e incluso influir a nivel de las interacciones que se conforman en estos hábitats, como la competencia o depredación, entre otras (Begon *et al.*, 2006).

Como ejemplo de lo anterior, es posible analizar la presencia de organismos altamente especialistas, como es el caso de la mayor parte de fauna de baja movilidad (i.e. reptiles y micromamíferos no fosoriales). Estas especies presentan ámbitos de hogar reducidos, y por tanto sus actividades son realizadas en sectores específicos dentro del contexto del área de estudio. Las limitaciones espaciales presentes en los organismos mencionados, pueden explicarse a la vez como consecuencia de restricciones fisiológicas y/o ecológicas (Vidal & Labra, 2008).

Este tipo de especialización es posible verlas en la utilización de ambientes por parte de las especies *Eligmodontia puerulus* y *Liolaemus constanzae*, ambas presentes en hábitat de Rica rica-Pingo pingo, y parcialmente en hábitat de Brea-Cachiyuyo. Por otra parte, especies como *Liolaemus fabiani* se encuentran presentes en ambientes de borde del salar (marginal de salar), o asociados en forma secundaria a formaciones adyacentes, como es el caso del hábitat de Pajonal. En este último ambiente se puede mencionar también a *Abrothrix andinus*, restringido exclusivamente a los pajonales, donde los recursos necesarios para su actividad son más abundantes. Estas características permiten establecer un mayor grado de sensibilidad para las especies consideradas, en relación a las perturbaciones.

Por otra parte, en especies generalistas como es el caso de *Pseudalopex sp.* (zorro) y *Ctenomys fulvus* (chululo), se ha observado un uso amplio de los distintos ambientes durante los distintos años de monitoreo. Cabe señalar que, si ambas son especies generalistas en cuanto a utilización del espacio, en el caso del chululo, su actividad siempre se ve restringida por la presencia de galerías en parches adecuados a su actividad, y en los que disponen de alimento como bulbos y raíces (Iriarte, 2008). Por el contrario, en el caso de zorros, su amplio ámbito de hogar en conjunto con su flexibilidad en cuanto al consumo de alimento se refiere, permite ocupar prácticamente todos los ambientes presentes en el área de estudio.

En ambientes acuáticos, las variaciones detectadas en los distintos años se ven fuertemente reflejadas en el número y tipo de aves presentes. Si bien, durante las distintas campañas de monitoreo se ha apreciado la dominancia por parte de las distintas especies de flamenco, en la presente temporada se aprecia un aumento de la abundancia de ejemplares. Esto se ha visto acentuado con un incremento importante en el número de pollos.

Así mismo, durante las distintas temporadas se aprecian variaciones en la riqueza y abundancia de las distintas especies residentes y/o visitantes de los distintos Sistemas Lacustres presentes en el Borde Este del Salar de Atacama, detectándose incluso el reemplazo de especies en las distintas campañas de monitoreo. Estas diferencias estarían relacionadas con la disponibilidad de recursos y con variaciones en las condiciones ambientales, así como cambios en la dinámica de las poblaciones de las distintas especies involucradas.

6.4 — Biota acuática

6.4.1 — Medio Abiótico y Medición de Clorofilas

6.4.1.1 — Parámetros Físico-Químicos in situ

a. Sector Soncor: Puilar

6.4.1.1.a.1 Temperatura

En cuanto a la variación interanual de la temperatura, se aprecia que la mediana de temperatura del agua del año 2015, fue mayor a la registrada el año 2014, sin embargo está dentro del rango de variación observado en todo el período previo (2006-2013) para la misma fecha y hora de monitoreo (Figura 5-23-A). La dispersión de los datos obtenidos para la variable en cuestión, podría deberse al efecto que tienen los cambios en la actividad geotérmica, a los que están sujetas permanentemente las aguas de surgencia que alimentan los humedales muestreados.

6.4.1.1.a.2 pH

Se observa que la mediana de los valores de pH, de la campaña 2015, fue semejante a la observada el año 2014 y ligeramente más baja que las del período 2006-2013. La dispersión de los valores la presente campaña, se presentó un tanto diferente (cerca al percentil 70%) a diferencia de la mayoría de los años anteriores donde mayormente se acumularon en el percentil 25% (Figura 5-23-B). La variación estadísticamente significativa de las medianas al comparar las campañas desde el 2006 a la fecha, evidencia que los valores de pH, han presentado una importante fluctuación interanual en el contexto histórico de las campañas realizadas.

Al igual que en todas las campañas previas (2006-2014) la presente campaña se observan con tendencia a la alcalinidad.

6.4.1.1.a.3 Oxígeno disuelto

El comportamiento de esta variable respecto de los períodos previos de monitoreo (Figura 5-24-A), muestra que los valores de la presente campaña fueron más bajos que aquellos de la campaña 2014. En la gráfica se denota una tendencia de incremento de los valores de la mediana, entre 2009 y 2012 (Figura 5-24-A), con una tendencia al descenso entre los años 2013 y 2015, siendo este último valor, inferior al del año 2006. En cuanto a la dispersión de los datos estos se acumularon en el percentil 25%. En los años anteriores éstos se repartieron de manera equitativa entre los percentiles 25% y 75%.

La variación significativa encontrada en la comparación de las medianas de los valores de oxígeno disuelto de todo el período de estudio, mostró que existe una importante oscilación interanual, la que

podría verse influenciada por distintos factores, entre ellos, temperatura del agua, salinidad del agua y fenómenos climáticos de circulación mayor.

6.4.1.1.a.4 Conductividad Eléctrica

El rango de distribución de los valores de conductividad eléctrica de la columna de agua de la presente campaña fue semejante al registrado en la campaña 2014. Del mismo modo que en campañas previas, el valor de conductividad eléctrica del agua se fue incrementando gradualmente entre el punto de la vertiente hasta alcanzar su máximo valor en el canal 1. Con excepción de las campañas del 2011 y 2013, que presenta los valores de conductividad del agua conservativos, la presente campaña muestra un patrón similar al de todos los años restantes, con una amplia dispersión de los datos, la mayoría alrededor del percentil 75% (Figura 5-24-B). Por lo resultados del análisis de varianza, donde mostró que no hubo diferencias significativas en la comparación de las medianas, se puede demostrar que la conductividad eléctrica de la columna de agua ha permanecido similar en todo el período de estudio. (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.a.5 Salinidad

Los valores de salinidad en la presente campaña fueron semejantes a la mayoría de las campañas previas, Figura 5-24. Esto se ve reflejado en la ausencia de diferencias significativas en la comparación de las medianas (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas). 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 2015 (con excepción del año 2013).

6.4.1.1.a.6 Conductividad de los Sedimentos y del Agua Intersticial

Como en campañas anteriores, los valores de conductividad en el sedimento estuvieron estrechamente asociados a los del agua intersticial. 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 en sus valores máximos (a excepción de PU-4 correspondiente al canal 1) y mínimos. Respecto de la campaña previa (2014), tanto los valores de conductividad eléctrica del agua intersticial, como de los sedimentos, se mantuvieron similares. Sin embargo, desde la campaña previa, se observa una tendencia al ascenso y a un mayor rango de oscilación, en estos valores, en relación a los resultados de años anteriores al 2014, sobre todo en los valores de conductividad eléctrica de los sedimentos (Figura 5-25). Lo anterior se ve reflejado en el análisis de varianza interanual donde no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los valores de conductividad eléctrica de los sedimentos durante el período de estudio (2006 – 2015). Por otra parte, no se apreciaron diferencias estadísticas significativas para ambas variables (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas). Esta situación se ha repetido de igual manera en las campañas anteriores.

6.4.1.1.a.7 Clorofila “a” del Fitoplancton y del Perifiton

En la presente campaña (2015), el valor de la mediana de la clorofila “a” del fitoplancton, se acercó más a los valores obtenidos en las campañas 2012-2013, a diferencia del valor disminuido de la campaña del 2014 (Figura 5-26-A). Es una variable altamente fluctuante, lo que se confirma al encontrar diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Para el caso de la clorofila “a” en el perifiton, los valores analizados en el presente año 2015, fueron menores a los de la campaña previa (2014) y semejantes a los del período 2006-2013, lo que indicaría una notable variabilidad de este parámetro (Figura 5-26-B). Así, su comportamiento podría indicar 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 otra variable que pudiese, a su vez, afectar al perifiton. El análisis de las medianas en el tiempo, muestra que sí existen diferencias estadísticamente significativas, entre los períodos 2006-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

b. Sector Soncor: Soncor

6.4.1.1.b.1 Temperatura

Respecto de la variación entre distintas campañas de monitoreo, se aprecia que la mediana de temperatura de la presente campaña, fue superior a la campaña previa (2014), pero estuvo dentro del rango de fluctuación interanual del período 2006 y 2014 (Figura 5-28-A). Esto se confirma con los resultados de ausencia de significancia en la comparación de las medianas en el período 2006-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.b.2 pH

El aumento de los valores de pH observado en todas las estaciones monitoreadas de Soncor, podría ser efecto de un parámetro de efecto global (ej. actividad geotérmica de la zona, eventos climáticos, etc.). El aumento en el valor registrado en la presente campaña respecto a la campaña previa, muestra que el pH ha tenido fluctuaciones interanuales de consideración, ya que presenta una variación estadísticamente significativa en el período 2006-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

El análisis de variación interanual para el pH muestra que la mediana de la campaña 2015, fue notablemente más alta que la campaña previa, con importantes fluctuaciones entre los años muestreados. Esto se ve reflejado en la existencia de una variación estadísticamente significativa entre las medianas del período 2006-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.b.3 Oxígeno disuelto

Respecto del año 2015, los valores mostraron una ligera disminución, manteniéndose un rango de fluctuación de valores menor, que para años anteriores. En el presente monitoreo los valores estuvieron principalmente agrupados en el percentil 25% al igual que en la campaña previa.

En cuanto al comportamiento del oxígeno disuelto, los valores tienen una tendencia al descenso desde el 2011 al 2015 (Figura 5-29-A). Lo anterior, indicaría que esta variable ha experimentado una tendencia al descenso sostenido desde la campaña 2013 a la presente campaña.

6.4.1.1.b.4 Conductividad Eléctrica

Como en campañas anteriores al 2015, de todas las estaciones analizadas, Barros Negros mostró el valor más alto de conductividad (Tabla 5-44).

Respecto de las campañas previas al año 2015, los valores de conductividad eléctrica del agua se muestran conservativos (Figura 5-29-B). Al igual que en campañas previas, la mayor parte de los datos se agrupó en el percentil 75%. Los valores de conductividad eléctrica del agua en este sector, no

mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas), permaneciendo similares

6.4.1.1.b.5 Salinidad

Respecto de la variación interanual, el valor de la mediana del presente año, fue semejante al de la campaña previa (Figura 5-29-C). Los valores de los dos últimos años han mostrado una leve disminución respecto de la mayoría de las campañas (2009-2015), sin embargo, no hay diferencias significativas para esta variable entre las distintas campañas de monitoreo (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.b.6 Conductividad de los Sedimentos y del Agua Intersticial

En cuanto a la comparación del mismo parámetro en ambas matrices, se observa que los valores de conductividad eléctrica del agua intersticial mantienen una variación similar entre los puntos de trabajo que la observada en campañas previas al 2015. Sin embargo, los valores de las medianas de la conductividad eléctrica de los sedimentos muestran diferencias significativas a lo largo del período de estudio (Figura 5-30)

6.4.1.1.b.7 Clorofila "a" del Fitoplancton y del Perifiton

Los valores de clorofila "a", tanto del fitoplancton y del perifiton, se observan con un rango de menor amplitud que los observados en la campaña 2014. Los valores de la mediana de clorofila del fitoplancton, de la presente campaña (7,06 µg/L), es más alto que en la campaña de 2013 (4,25 µg/L) y 2014 (1,86 µg/L). Respecto a la clorofila "a" del perifiton, los valores de la mediana de la presente campaña fue similar (10,20 µg/L) a la campaña 2014 (9,79 µg/L), sin embargo ambos valores fueron mucho más bajos que la campaña 2013 (21,57 µg/L). Los valores más bajos registrados se observaron los años 2006, 2007 y 2012. Estas diferencias históricas señaladas, se tradujeron en diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

c. Aguas de Quelana

6.4.1.1.c.1 Temperatura

En cuanto a la variación interanual de la temperatura, se aprecia que la mediana de la temperatura del agua del año 2015 (21,5°C) fue ligeramente más baja de la registrada en el período 2014 (23,7 °C), sin embargo, estuvo dentro del rango de variación para todo el período de estudio (2006-2015). Esto se ve confirmado con la ausencia de diferencias significativas al comparar todas las campañas a la fecha (2006-2015) (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.c.2 pH

Respecto a la variación interanual para el pH, se observa que el valor de la mediana de la campaña 2015 (7,92) fue notoriamente más alto que el de la campaña previa (6,87), pero está dentro del rango de fluctuaciones del período 2006-2014, estas fluctuaciones hacen que al comparar las medianas se observen diferencias estadísticamente significativamente entre las medianas del período 2006-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas). En relación a la interpretación de los valores de la presente campaña, estos fueron más cercanos a la alcalinidad.

6.4.1.1.c.3 Oxígeno disuelto

En relación con el comportamiento de este parámetro, comparando todo el período de estudio (2006-2015); se observa que los valores de las medianas fueron fluctuantes. Con una tendencia al alza en el

período 2009-2012, para luego descender desde el año 2013 hacia el año 2015. Las diferencias interanuales mostraron diferencias significativas, entre los distintos monitoreos en el período 2006-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Respecto de los valores de porcentaje de saturación de oxígeno, al igual que en campañas previas estos estuvieron estadísticamente correlacionados con los valores de oxígeno disuelto en columna de agua. En el contexto general se apreciaba una disminución del porcentaje de saturación, respecto de las campañas previas.

6.4.1.1.c.4 Conductividad Eléctrica

Los valores de conductividad eléctrica del agua, a diferencia de lo observado en monitoreos previos, en la presente campaña mostraron un estrecho rango de valores (entre 38,5 mS/cm y 100,2 mS/cm). El valor de la mediana de la conductividad del agua de la presente campaña fue levemente mayor que la campaña previa, sin embargo, estuvo dentro del rango de fluctuación del período 2006-2014 (Figura 5-34-B). Esto se corrobora con la ausencia de significancia estadística al comparar las medianas de todo el período de estudio desde 2006 al 2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.c.5 Salinidad

En relación con la variación interanual de los valores de salinidad, se observa que el valor de la mediana de la campaña 2015 (78,0 g/L) fue inferior respecto de lo registrado en la campaña previa (120,0 g/L). Las fluctuaciones observadas entre las campañas desde el 2006 al 2015 son estadísticamente significativas, mostrando que en este sector, la salinidad es un parámetro que presenta gran variabilidad (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.c.6 Conductividad de los Sedimentos y el Agua Intersticial

Los valores de la mediana de la presente campaña de la conductividad de los sedimentos y del agua intersticial, fueron ligeramente más bajos a los registrados en la campaña previa, sin embargo, estuvieron dentro del rango de fluctuación del período entre 2009-2014 (Figura 5-35). Esto se ve corroborado dado que no hubieron diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de la conductividad de los sedimentos, ni entre los valores de esta misma variable en el agua intersticial (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.c.7 Clorofila "a" del Fitoplancton y del Perifiton

El valor de la medianas de clorofila "a" del fitoplancton en la presente campaña fue similar a las campañas previas (Figura 5-36-A), el rango de variación de los valores de la presente campaña es semejante al observado en mayoría de las campañas anteriores, con excepción de los años 2009 y 2012 donde los valores fueron más altos. Las fluctuaciones observadas coinciden con las diferencias estadísticamente significativas entre las medianas del período 2006 al 2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

En el caso de la clorofila "a" en el Perifiton (Figura 5-36-B), el valor de la mediana en la presente campaña (2015), fue similar al observado en la campaña previa (2014). Sin embargo, existen fluctuaciones al igual que la clorofila "a" del fitoplancton, arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las campañas analizadas desde 2006 al 2015, sin considerar el año 2007 que no está incluido en este análisis, (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

d. Sector: Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

6.4.1.1.d.1 Temperatura:

Los valores de la mediana de la temperatura del agua, de la presente campaña en este sector, fueron levemente superiores a la registrada en la campaña previa (2014). Sin embargo, se observan fluctuaciones de este parámetro en todo el período de estudio (Figura 5-38-A). Estas fluctuaciones se ven reflejadas en el resultado del análisis de varianza, que arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas de los distintos años (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.d.2 pH

El valor promedio de pH para la presente campaña fue cercano a la alcalinidad. El análisis de variación interanual para el pH, presenta una variabilidad importante entre las campañas. El valor de la mediana de la campaña 2015, fue más alta que el registrado en la campaña previa (Figura 5-38-B). Esto queda demostrado por las diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de todo el período de estudio. (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.d.3 Oxígeno disuelto

En relación con el comportamiento interanual del oxígeno disuelto en el agua, se observó que los valores de la mediana de la presente campaña son muy bajos y esta tendencia al descenso viene desde el año 2013 a la fecha (Figura 5-39-A). Estos descensos generan las diferencias interanuales estadísticamente significativas entre los distintos monitoreos realizados entre el 2006 al 2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Respecto de los valores de Porcentaje de Saturación de Oxígeno en la presente campaña, fueron más bajos que en la campaña previa, (entre 9% y 22%), lo que indicaría que los aportes por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema fue aún más limitada que en campañas de años anteriores.

6.4.1.1.d.4 Conductividad Eléctrica

En la presente campaña, el valor de la mediana de conductividad del agua fue más alto que el valor observado el año 2014, sin embargo, permaneció dentro del rango de variación presentado a lo largo de todas las campañas realizadas anteriores a la fecha desde el año 2006 al 2014, observándose una importante fluctuación (Figura 5-39-B). Lo anterior se ve reflejado en las diferencias estadísticamente significativas, entre las medianas de los valores de conductividad eléctrica del agua, durante todo el período de estudio (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.d.5 Salinidad

Respecto de la variación interanual, 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 actual campaña (2015), fue notoriamente más alto que en el monitoreo previo del año 2014 (Figura 5-39-C). Estas fluctuaciones produjeron las diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de todo el período de estudio (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.1.1.d.6 Conductividad de los Sedimentos y el Agua Intersticial

Al igual que lo observado con la conductividad eléctrica del agua, los valores de mediana de la conductividad de los sedimentos y del agua intersticial, aumentaron, respecto de lo registrado en la campaña 2014 (Figura 5-40-A y B). Por otra parte, para ambas matrices (agua intersticial y sedimentos) la

comparación de medianas arrojó diferencias estadísticamente significativas en el período 2009-2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

Respecto del rango de valores, el valor mínimo para la conductividad eléctrica en los sedimentos, se midió en la estación PE-2 (laguna Interna) 30,3 mS/cm y para la conductividad eléctrica del agua intersticial se midió en la estación SA-1 (laguna Saladita) 47,3 mS/cm. Los valores máximos correspondieron a 66,3 mS/cm en los sedimentos en la estación PE-1 (laguna Interna) y 58,4 mS/cm en el agua intersticial en PE-2 (laguna Interna) como se observa en la Tabla 5-51.

6.4.1.1.d.7 *Clorofila "a" del Fitoplancton y del Perifiton*

Los valores de clorofila "a" del fitoplancton de la presente campaña, mostraron una notoria disminución en relación con la campaña previa, presentándose más cercano al rango de fluctuación observado para esta variable entre los años 2006 y el 2013, en el 2014 los valores fueron más altos (Figura 5-41-A). Estas fluctuaciones se reflejan en la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el período 2006 a 2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

En el caso de la clorofila "a" en el perifiton, los valores analizados en la campaña del año 2015, fueron levemente más altos que los registrados en la campaña previa, no obstante fueron similares a los registrados en las campañas anteriores con excepción de los años 2011 y 2013 que presentaron valores mayores de la mediana (Figura 5-41-B). Igual que para la clorofila "a" del fitoplancton, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de las distintas campañas desde 2006 al 2015 (Anexo IX: Tablas Comparación de Medianas).

6.4.2 — Medio Biótico

6.4.2.1 — Fitobentos

a. **Diversidad General del Área**

Las Figura 6-1 A; B; C y D, muestran 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 más bajos a los registrados en la campaña previa al 2015, sin embargo, los valores siguen siendo heterogéneos entre la mayoría de las estaciones de cada sector (Figura 6-1A). El sector Soncor destaca en la estación CH-1 (laguna Chaxas) con uno de los valores más altos de todos los sectores, 149.900 Cél/ml, por otra parte, en el sector Aguas de Quelana se observa otro de los valores más altos (119.000 Cél/ml), en la estación Q-3 (Quelana 3) y Peine destaca con un valor alto (114.800 Cél/ml) en la estación SA-2 (laguna Salada). En la presente campaña, las estaciones del sector de Puilar, presenta los valores más bajos.

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, 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). Cabe destacar que esta misma relación ha ido variando año a año, es así como, el año 2014 la población más abundante se observó en BN-3 y el

año 2013 en SA-1. Respecto a lo que ocurre para las poblaciones menos abundantes, a diferencia de la variación que se observa en cuanto a los valores más abundantes, la estación Q-0 ha permanecido en el tiempo (2012-2015) presentando los valores más bajos.

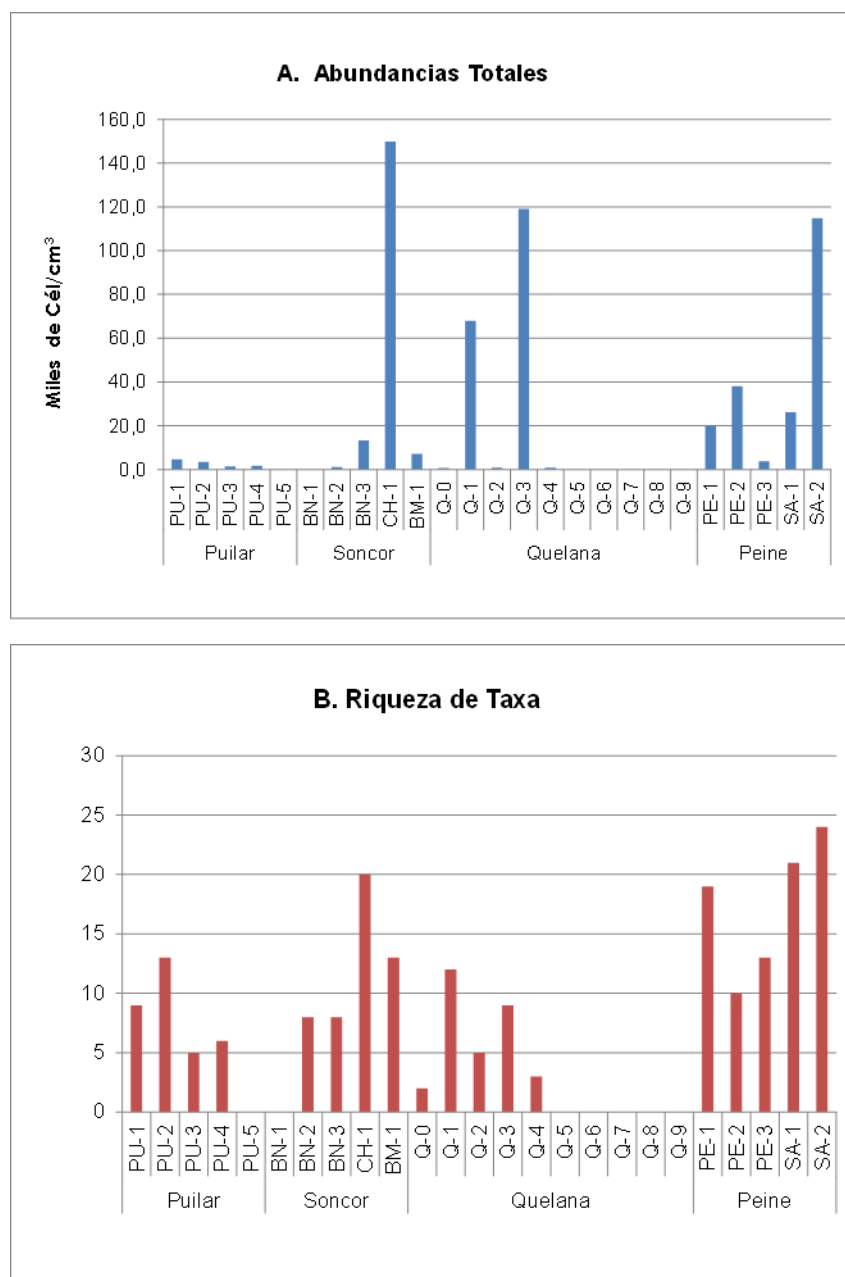
Respecto de la riqueza de taxa, se registró un total de 63 taxa diferentes, producto del análisis de todas las estaciones de monitoreo. La Figura 6-1B muestra que, los valores más altos para esta variable se registraron en el sector Peine con 43 taxa diferentes de diatomeas. Destacan en este sector las estaciones SA-1 (laguna Saladita) y SA-2 (laguna Salada) con 21 y 24 taxa respectivamente. Por el contrario, el sector que presentó los valores más bajos de riqueza de especies fue Aguas de Quelana con 23 taxa, es así como en la estación Q-0 se registra 2 taxa diferentes de diatomeas. Este sector, se ha caracterizado por una baja diversidad de microalgas en varias campañas de monitoreo realizadas a la fecha, en esta oportunidad Q-0 presentó el valor más alto de salinidad comparada con el resto de las estaciones analizadas en Aguas de Quelana, por lo tanto podría considerarse la hipótesis de que fuese la salinidad el patrón limitante más importante para el desarrollo de las especies de diatomeas en el sector, pudiendo ser otros factores también determinantes como los nutrientes, factores de dispersión de especies, etc.

Para las abundancias relativas, hubo algunos taxa dominantes en presencia y abundancia, en sectores específicos. Laguna Puillar: *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Amphora ehrenberg sp*, *Coconeis placentula var euglypta*, *Cyclotella elliptica*, *Denticula kuetzinguii*, *Diploneis minuta* *Diploneis var rhombica* y *Rhopalodia constricta*. En lagunas Barros Negros y Chaxas y canales Burros Negros y Burro Muerto: *Amphora acutiuscula*, *Amphora boliviana*, *Amphora carvajaliana*, *Cyclotella ocellata* y *Nitzschia halloyii* fueron los taxa más frecuentes y abundantes. Para el Sector de Aguas de Quelana destaca el predominio de las especies *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Amphora coffeaeformis*, *Brachysira aponina*, *Cyclotella stelligera*, *Cyclotella ocellata*, *Denticula valida*, *Diploneis smithii var rhombica*, *Mastogloia smithii*, *Navicula kuripanensis* y *Proschkinia bulnheimii*. Finalmente, en el Sector de Peine, los siguientes taxa fueron aquellos que hicieron un mayor aporte a la abundancia total del sistema: *Achnathes submarina*, *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Cyclotella ocellata*, *Navicula carvajaliana v carvajaliana*, *Navicula salinicola var boliviana* y *Nitzschia ovalis*. Cabe destacar que se observa un recambio de los taxa mayormente representados en cada sistema analizado, ya que no hay coincidencia con los taxa dominantes en monitoreos anteriores al 2015, realizados en los mismos sitios.

Respecto de los índices de biodiversidad, las Figura 6-1-C y D, representan el comportamiento del Índice de Shannon-Wiener (H) y el Índice de Evenness (W), respectivamente, para los datos de diatomeas bentónicas de la campaña 2015. En relación con el comportamiento general de ambas variables, respecto a lo observado en campañas previas, se aprecian que hubo bastante más homogeneidad entre los sectores monitoreados y entre las estaciones de cada sector para el Índice H, y para el Índice W. El valor del Índice H fluctuó entre 0,64 (Q-0) y 2,27 (PE-3), los valores del Índice W, variaron entre 0,87 en QU-1 y 0,97 en Q-0. A diferencia de campañas anteriores al 2015, todas las estaciones de monitoreo, mostraron valores de Equidad (W) por debajo de 0,30 (Figura 6-1-D), indicando que hubo taxas dominantes y falta de equitatividad en cada punto.

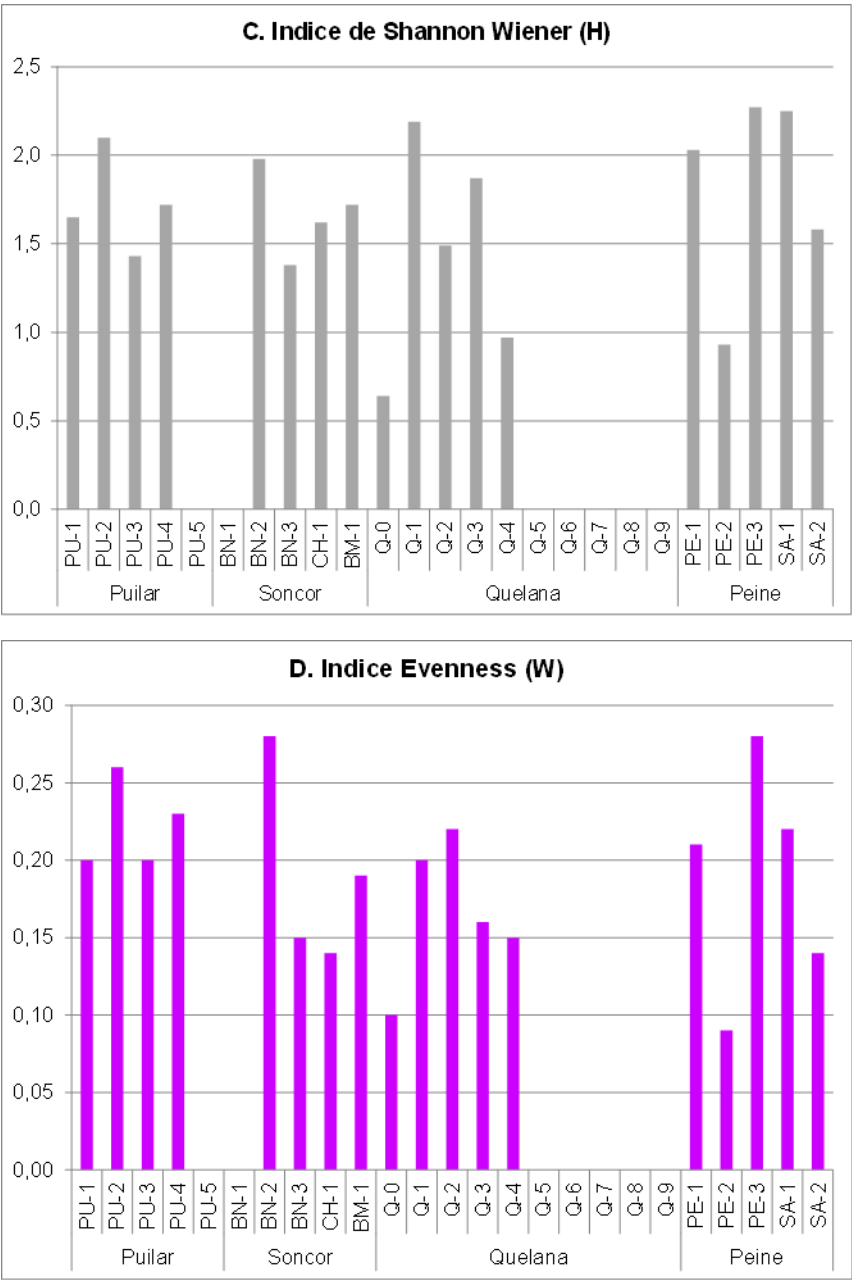
Figura 6-1. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados

Figura 6-1. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-1. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados



Fuente: Elaboración propia

6.4.2.2 — Análisis Datos Históricos del Fitobentos

a. Sector Soncor: Puillar

La Figura 6-2, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de abundancia del fitobentos en la laguna de Puillar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo

X), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Como muestra la Figura 6-2, los valores de la mediana de la abundancia del fitobentos, de la presente campaña disminuyeron, mostrando valores semejantes a las campañas 2007 a 2011. Sin embargo, cabe destacar el hecho que, los valores presentaron un estrecho rango de variación, respecto de lo registrado en la campaña previa 2014 donde se observó un amplio rango de variación. La conjunción de estos parámetros, indicaría una disminución de la abundancia de diatomeas en el sector, en la presente campaña (2015), respecto del período previo (2006-2014). Es importante hacer notar que los bajos valores observados en la presente campaña, son similares a los observados los años 2007 al 2010.

En lo referente al análisis estadístico (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), éste arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los valores de abundancia del fitobentos para todo el período analizado (2006-2015).

Respecto de la riqueza de taxa, la Figura 6-3, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de riqueza del fitobentos en la laguna Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), 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 2015, éstos fueron notablemente inferiores a los registrados en la campaña previa, los valores de la presente campaña son similares a los observados los años 2006 al 2010. En cuanto al rango de variación de los datos en la actual campaña, éste fue mucho más restringido que en los monitoreos anteriores.

Como se desprende del análisis estadístico realizado, para la comparación de medianas, la riqueza de especies del fitobentos en la laguna Puilar, presentó diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo realizadas a la fecha (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

b. Sector Soncor: Soncor

El análisis comparativo de los valores de abundancia del fitobentos de Soncor, con sus lagunas Barros Negros y Chaxas y canales Barros Negros y Burro Muerto, se muestra en la Figura 6-4, mientras que la Tabla de Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), 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 del fitobentos, disminuyó notoriamente, respecto del monitoreo anterior (2014), pero se asemeja a los valores observados en las campañas 2006 al 2010. A diferencia del monitoreo del año anterior, se observa un estrecho rango de valores.

El análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas de la abundancia del fitobentos en Soncor, en el período de estudio (2006-2014).

En relación con los resultados de riqueza de taxa, en este mismo sistema, la Figura 6-5, muestra que el valor de la mediana de la actual campaña (2015), fue inferior a la campaña 2014. Sin embargo, los

valores de la presente campaña son similares a los observados en las campañas 2007 y 2008. Los datos para este parámetro en el presente año, se mostraron con una distribución similar a la del 2014.

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 X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

c. Sector Aguas de Quelana

Respecto del análisis interanual de abundancia del fitobentos en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 6-6, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), 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 bajo que el registrado en la campaña previa, mostrando un estrecho rango de fluctuación de sus valores. Sin embargo, los valores de este año, son similares a los observados en las campañas de 2006 al 2010. Por otra parte, el análisis de varianza llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arrojó diferencias estadísticamente significativas para la abundancia del fitobentos, en todo el período de estudio (2006-2015).

El análisis de variación interanual de los datos de riqueza del fitobentos, en el Sector Aguas de Quelana, se muestra en la Figura 6-7. En esta figura se aprecia que en la presente campaña (2015), los valores, representados por la mediana, disminuyeron respecto de la campaña previa. Sin embargo, son similares a los observados en las campañas 2007 y 2008.

Por su parte, el análisis estadístico muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de los distintos años de monitoreo. (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

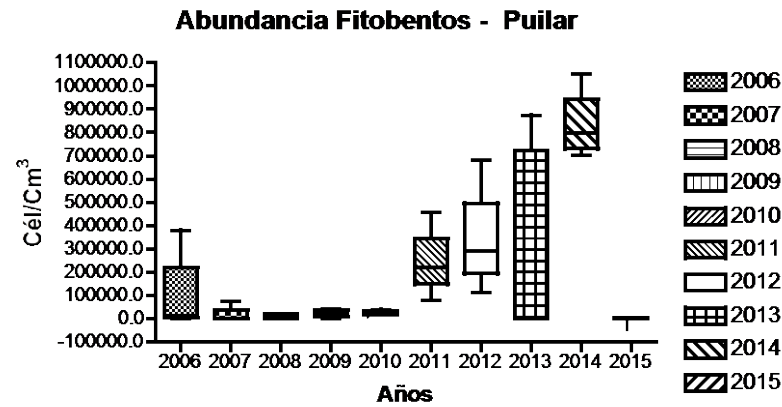
d. Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

El análisis histórico-comparativo de los valores de abundancia del fitobentos en el Sector de Peine y sus lagunas constituyentes Interna; Salada y Saladita, se muestra en la Figura 6-8, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Los resultados del análisis de medianas muestran que los valores de abundancia del fitobentos, registrados en la campaña 2015, fueron más bajos que los registrados en la campaña previa 2014, sin embargo, son similares a los observados en las campañas 2006 al 2010. Al diferencia de lo registrado en la campaña 2014, el rango de valores determinado en el presente monitoreo fue bastante estrecho. Asimismo, el análisis de comparación de medianas (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que entre las campañas realizadas a la fecha, hubo diferencias estadísticamente significativas.

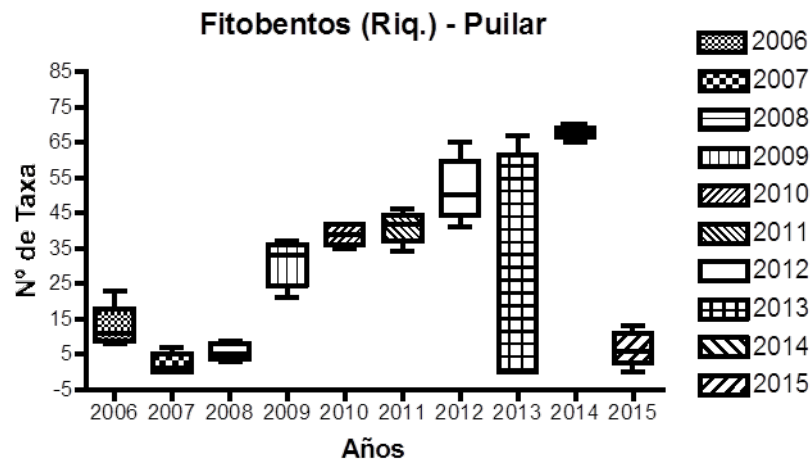
Del mismo modo que en los sectores anteriormente analizados, los resultados del análisis comparativo de la riqueza de taxa, en el Sector Peine, arrojó diferencias estadísticamente significativas a lo largo de todo el período de monitoreo (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

Figura 6-2. Análisis históricos de la abundancia del fitobentos Sector Soncor-Laguna Puilar.



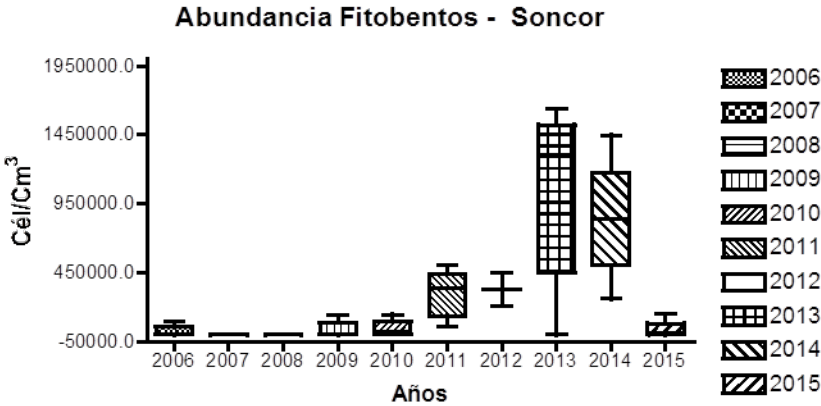
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-3. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos Sector Soncor-Laguna Puilar.



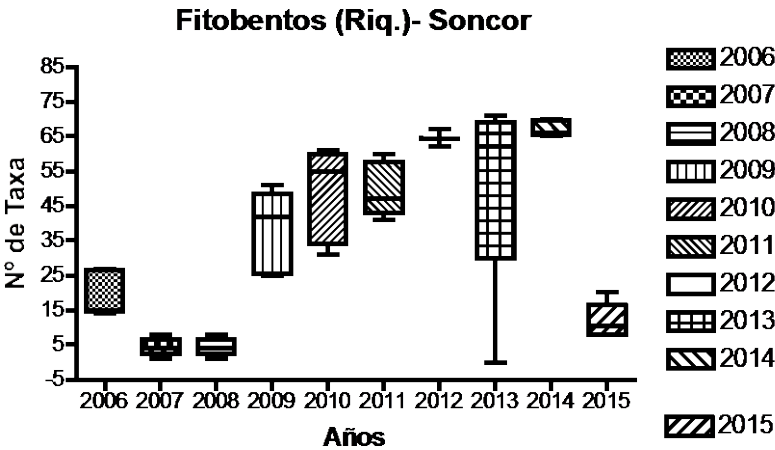
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-4. Análisis históricos de la abundancia del fitobentos Sector Soncor- Soncor (Lagunas Barros Negros(BN) y Chaxas (CH-1) y Canales Barros Negros (BN) y Burro Muerto (BM-1)).



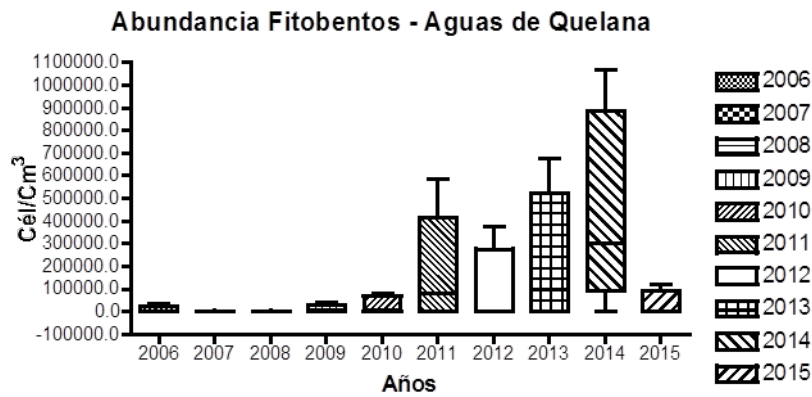
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-5. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos Sector Soncor- Soncor (Lagunas Barros Negros (BN) y Chaxas (CH-1) y Canales Barros Negros (BN) y Burro Muerto (BM-1)).



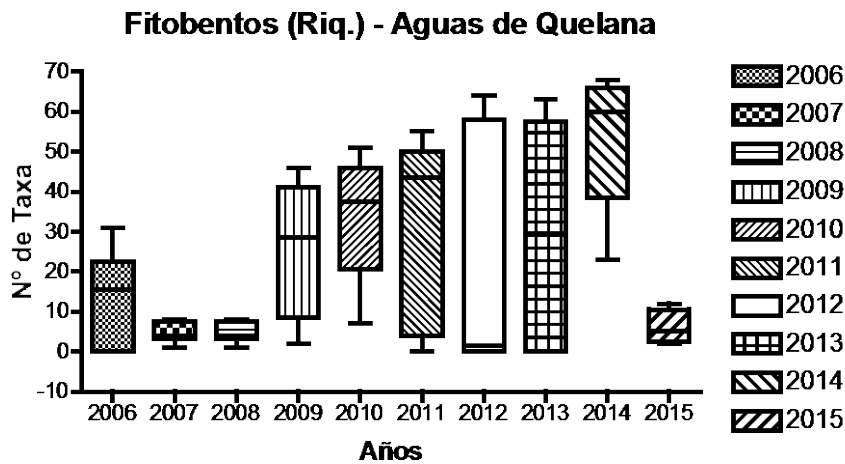
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-6. Análisis históricos de la abundancia del fitobentos Sector Aguas de Quelana



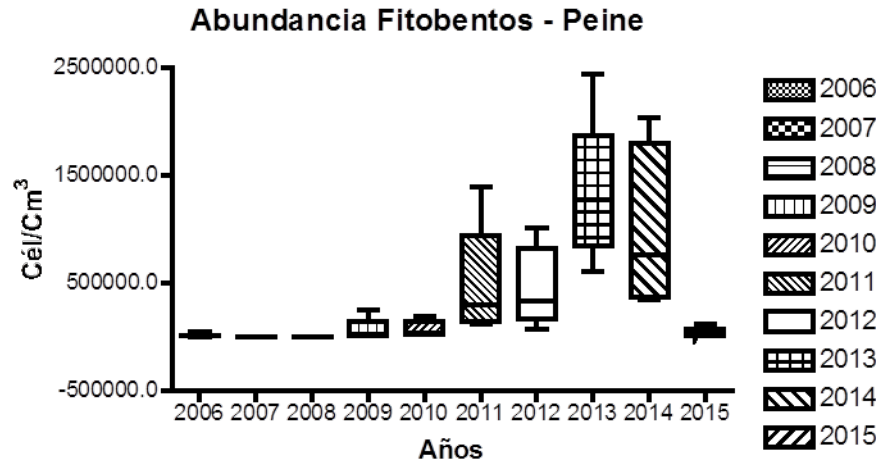
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-7. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos Sector Aguas de Quelana



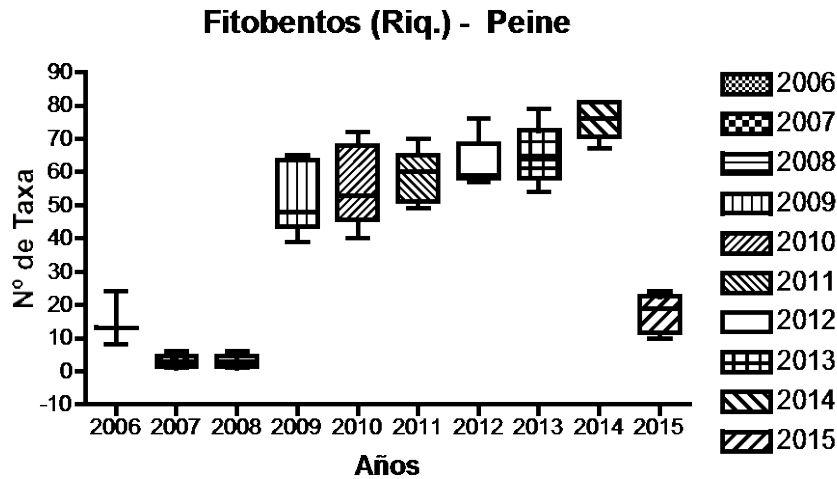
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-8. Análisis históricos de la abundancia del fitobentos Sector Peine (Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2)).



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-9. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos Sector Peine (Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2)).



Fuente: Elaboración propia

6.4.2.3 — Análisis Datos Históricos del Fitoplancton

a. Sector Soncor: Puilar

La Figura 6-10, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de abundancia del fitobentos en el Sector Soncor, Sistema Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la

Biota (Anexo X), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Como muestra la Figura 6-10, los datos de abundancia del fitoplancton registrados en la presente campaña, fueron notablemente más altos a lo registrado en la campaña previa (2014), siendo semejantes a los observados en las campañas 2009 y 2010. En el resto de las campañas se observan valores notablemente inferiores.

En lo referente al análisis estadístico (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), éste arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los valores de abundancia del fitoplancton de las distintas campañas de monitoreo en el Sector Soncor, Sistema Puilar.

Respecto de la riqueza de taxa, la Figura 6-11, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de riqueza del fitoplancton en el Sector Soncor, Sistema Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Como se observa en la Figura 6-10, los valores de riqueza de la presente campaña son más bajos que la campaña previa (2014), sin embargo, están dentro del rango de fluctuación de las campañas 2006-2013 con excepción de la campaña 2011 cuyos valores son notablemente superiores a todas las demás. En la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), el análisis estadístico realizado para la comparación de medianas de la riqueza de especies del fitoplancton en el Sistema Puilar, muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo (2006 – 2015).

b. Sector Soncor: Soncor

El análisis comparativo de los valores de abundancia del fitoplancton del Sistema Soncor con sus lagunas Barros Negros y Chaxas y sus canales Barros Negros y Burro Muerto, se muestra en la Figura 6-12, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

El relación con el valor de la mediana de abundancia del fitoplancton, registrado en la presente campaña 2015, éste fue levemente superior, respecto de lo observado en las campañas previas, con excepción de los valores observados en la campaña 2009 la cual tuvo valores notablemente más altos que todo el resto de las campañas. En cuanto al rango de fluctuación de los valores de la presente campaña, éste fue semejante al registrado en la campaña 2010. En relación con la variación interanual el análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que hubo diferencias estadísticamente significativas de la abundancia del fitobentos entre las diferentes campañas de monitoreo (2006 – 2015).

En relación con los resultados de riqueza de taxa, en este mismo sistema, la Figura 6-13, muestra que el valor de la mediana de la actual campaña (2015), fue inferior al registrado en la campaña 2014, aunque estuvo dentro del rango de fluctuación de todas las campañas realizadas a la fecha, con excepción de la campaña del año 2011, la cual mostró los valores más altos de todo el periodo. Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los años monitoreados 2006-2015 (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

c. Sector Aguas de Quelana

Respecto del análisis interanual de abundancia del fitoplancton en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 6-14, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Al igual que en otros sectores monitoreados en la presente campaña, el valor de la mediana de abundancia de fitoplancton fue conservativo respecto de lo registrado en campañas previas (2006-2014) a diferencia de las campañas 2009 y 2010, donde los valores registrados fueron los más altos de todo el período. El análisis de varianza llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arrojó diferencias estadísticamente significativas para la abundancia del fitoplancton en este sector durante el período 2006-2015 (Figura 6-14).

El análisis de variación interanual de los datos de riqueza del fitoplancton, en el Sector Aguas de Quelana, se muestra en la Figura 6-15. En esta figura, se aprecia una disminución del valor de la mediana, en la presente campaña, respecto de la campaña previa 2014. Por otra parte, el análisis estadístico de las medianas de la riqueza de fitoplancton en el sector, muestra que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo. (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

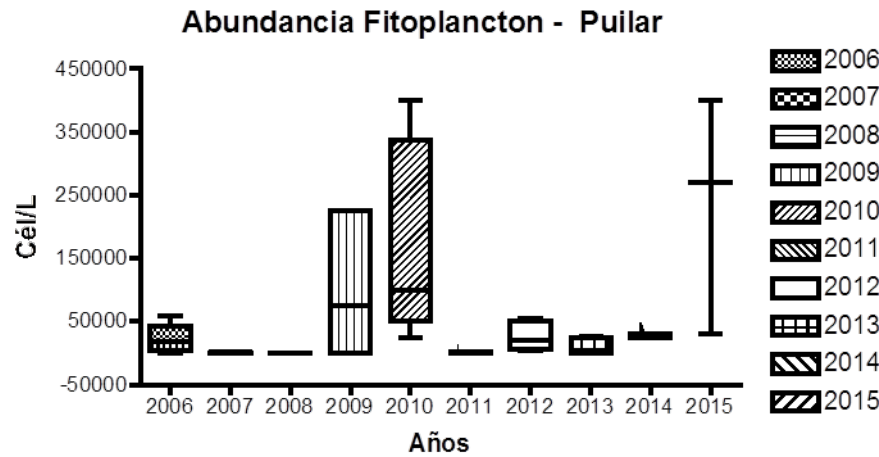
d. Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

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 6-16, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Los resultados de la presente campaña fueron levemente más altos que la campaña previa (2014), sin embargo, muestra que los valores estuvieron dentro del rango de variación de las campañas anteriores a excepción de las campañas 2009 y 2010 que mostraron los valores más altos de todo el período. A pesar de la semejanza en los valores de las medianas, el análisis de comparación de éstas (Anexo IXI: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que entre las campañas (2006-2015), hubo diferencias estadísticamente significativas.

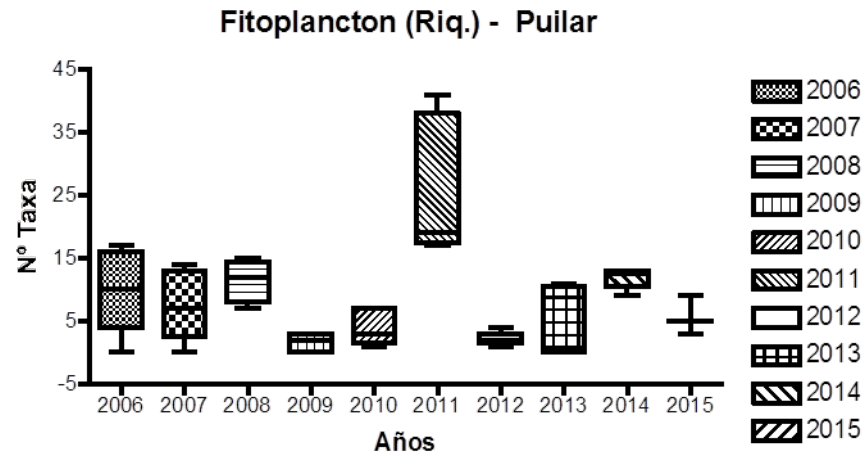
En cuanto a los datos de la riqueza de taxa del fitoplancton en el Sector Peine, el valor de la mediana de la presente campaña, se mostró una notoria disminución respecto de la campaña previa 2014. A pesar de esta diferencia, los valores de la presente campaña estuvieron dentro del rango de fluctuación de la mayoría de las campañas, a excepción de la campaña del 2011, donde se obtuvieron los valores más altos dentro de todo el período. El análisis comparativo de la riqueza de taxa, arrojó diferencias estadísticamente significativas, entre todas las campañas realizadas a la fecha (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

Figura 6-10. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton Sector Puilar.



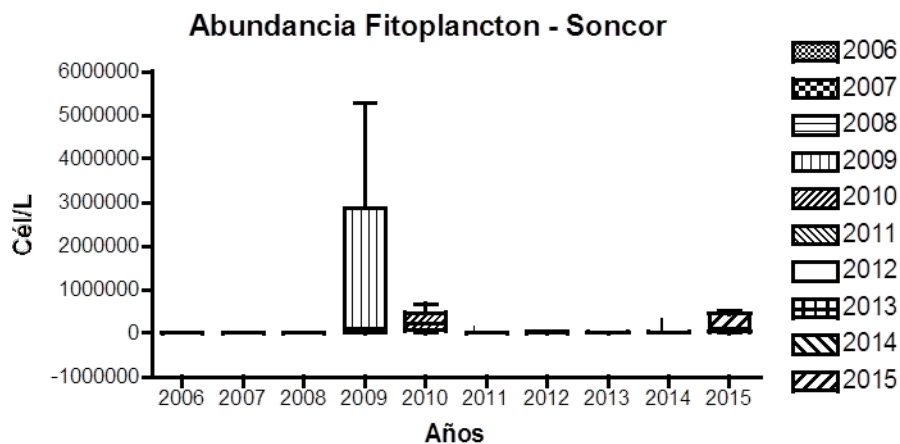
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-11. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton Sector Puilar.



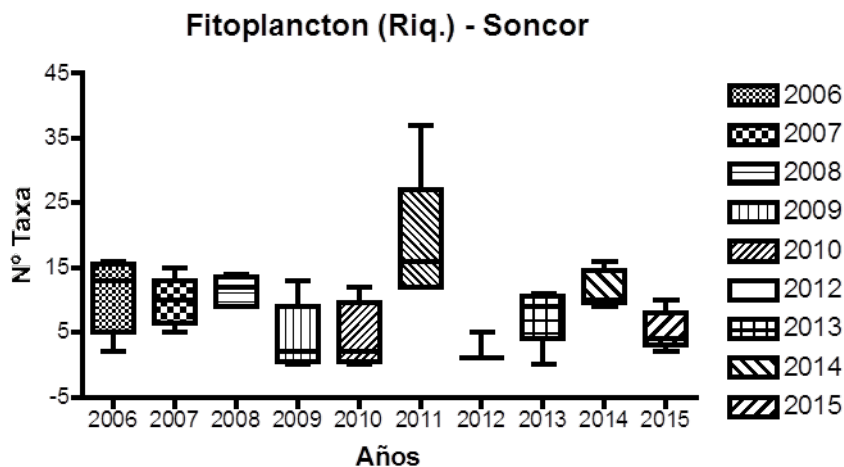
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-12. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton Sector Soncor (Lagunas Barros Negros, Chaxas y Canal Burro Muerto).



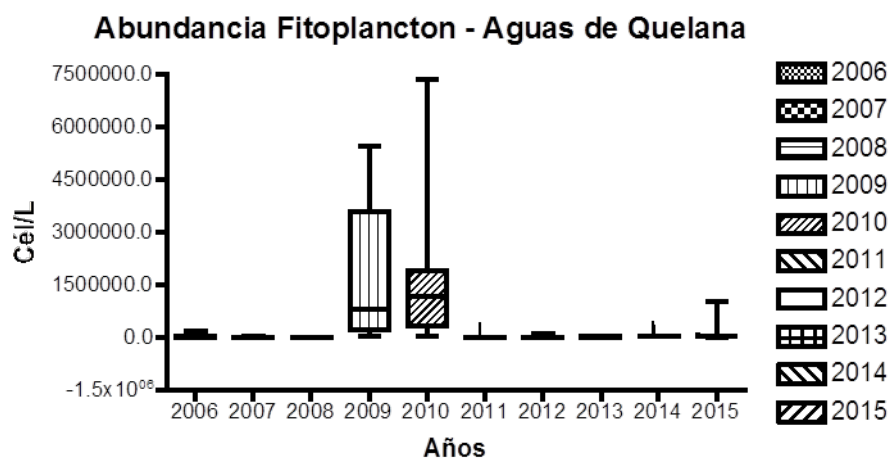
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-13. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton Sector Soncor (Lagunas Barros Negros, Chaxas y Canal Burro Muerto)..



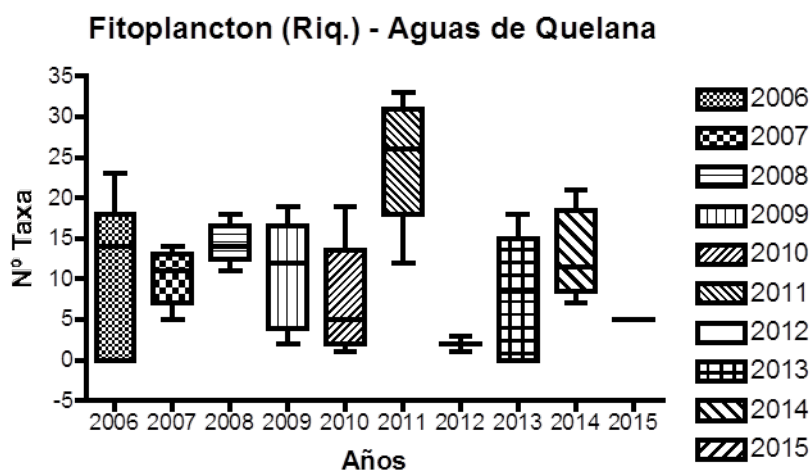
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-14. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton Sector Aguas de Quelana.



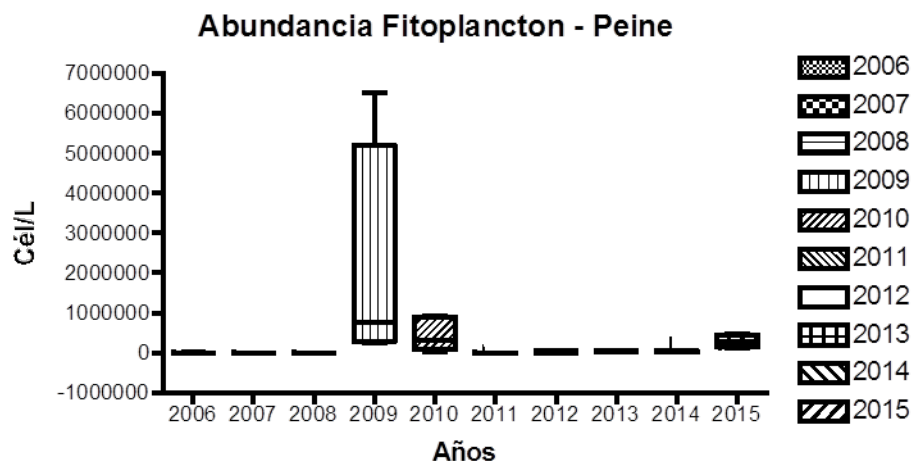
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-15. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton Sector Aguas de Quelana.



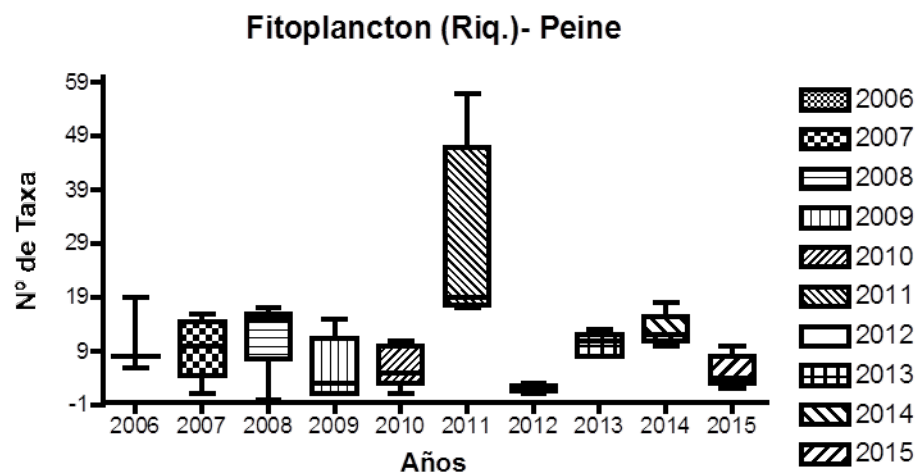
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-16. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton Sector Peine (Lagunas Interna, Saladita y Salada).



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-17. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton Sector Peine (Lagunas Interna, Saladita y Salada).



Fuente: Elaboración propia

6.4.2.4 — Análisis Datos Históricos del Zoobentos

a. **Sector Soncor: Puilar**

La Figura 6-18, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de abundancia del zoobentos en Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

En la Figura 6-18, se observan los valores de abundancia del zoobentos registrados en la presente campaña del año 2015. El valor de la mediana del presente monitoreo fue conservativo, respecto de las campañas desde 2009 en adelante. Asimismo, el rango de valores para este parámetro, fue muy estrecho, de manera semejante a lo observado en las últimas siete campañas de monitoreo (período 2009-2015). La nota diferente, la marcan los valores observados altos de abundancia, en las campañas 2006 al 2008. En relación con el análisis estadístico Kruskal-Wallis, se pudo determinar que hubo diferencias estadísticamente significativas de abundancia del zoobentos considerando todas las campañas de monitoreo realizadas a la fecha (Anexo X Análisis Estadísticos de Comparación de Medianas de la Biota)

Respecto de la riqueza de taxa, la mediana de los valores registrados en el presente año, fue mayor que la campaña previa 2014, con un amplio rango de variación. Sin embargo, estos valores están dentro del rango de fluctuación observado en los monitoreos desde 2009 a la fecha (Figura 6-18).

Para los valores de riqueza de taxa, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas entre los años 2006 y 2015.

b. **Sector Soncor: Soncor**

El análisis comparativo de los valores de abundancia del zoobentos del Sector Soncor, se muestra en la Figura 6-20, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

En relación con, los valores registrados para la mediana de la abundancia del zoobentos en la actual campaña, éstos mostraron una tendencia conservativa respecto del período previo (2006 – 2013), con la sola excepción de la campaña del año 2008. Respecto del rango de fluctuación de los valores, este fue muy estrecho, de igual manera que lo observado en las últimas siete campañas. El análisis de comparación de medianas (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que hubo diferencias estadísticamente significativas de la abundancia del zoobentos entre las diferentes campañas de monitoreo realizadas a la fecha (Figura 6-20).

En relación con los resultados de riqueza de taxa en Soncor, la Figura 6-21, muestra que los valores de la actual campaña (2015), fueron inferiores a los registrados en la campaña del año 2014, pero conservados respecto del rango de fluctuación interanual total. Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas, arroja que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los años monitoreados a la fecha (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

c. Sector Aguas de Quelana

El análisis interanual de abundancia del zoobentos en el Sector Aguas de Quelana se muestra en la Figura 6-22; mientras que, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

La Figura 6-22, muestra que el valor de la mediana de la abundancia de zoobentos, fue conservativo respecto de la mayoría de las campañas previas, desde el 2009 a la fecha. La fluctuación de los valores de la actual campaña, muestran un estrecho rango de variación, similar a las campañas de 2009 a la fecha. Las diferencias respecto a esto, se observan los 2006 al 2008, donde se observaron los valores más altos del período completo. El análisis de varianza llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arroja que sí hubo diferencias estadísticamente significativas para sector (Anexo X Análisis Estadísticos de Comparación de Medianas de la Biota).

El análisis de variación interanual de los datos de la mediana de la riqueza del zoobentos en el Sector Aguas de Quelana (Figura 6-23), muestra que la mediana de la presente campaña fue ligeramente inferior a la del año 2014. Sin embargo, los valores se mantuvieron dentro del rango de variación de este parámetro en todo el período analizado (2006-2015). Por otra parte, el análisis estadístico muestra que hubo diferencias estadísticamente significativas en el período analizado. (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

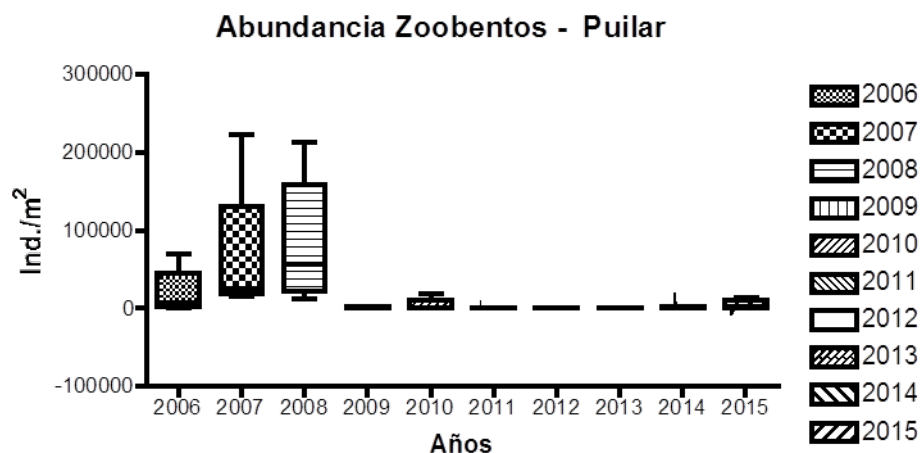
d. Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

El análisis comparativo de los valores de abundancia del zoobentos en el Sector de Peine y sus lagunas constituyentes Interna; Salada y Saladita, se muestra en la Figura 6-24, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), 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 desde el 2009 a la fecha mostrando, además, un amplio rango de valores a diferencia de las campañas antes mencionadas. Por su parte, el análisis de comparación de medianas (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los monitoreos realizados a la fecha (2006 a 2015).

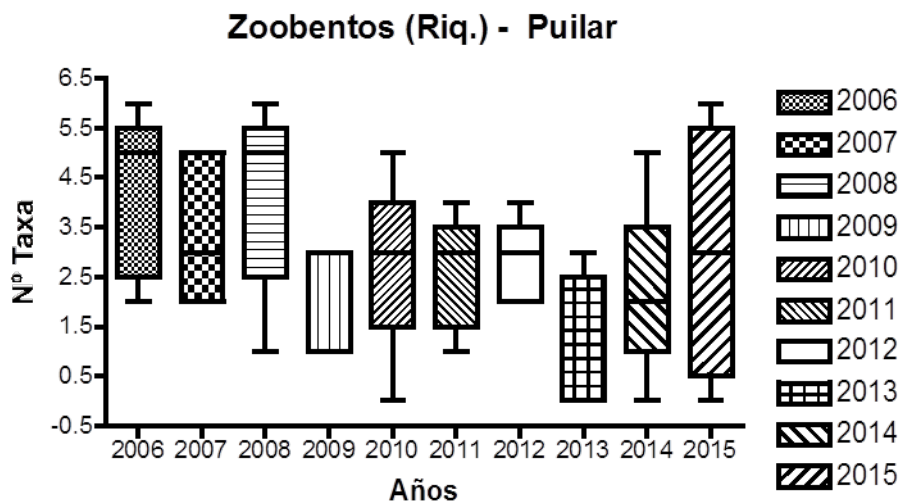
Pese a la notoria variación interanual (Figura 6-25), el análisis comparativo de los valores de la mediana de la riqueza de taxa del zoobentos en el Sector Peine, arrojó la ausencia de diferencias estadísticamente significativas, entre las campañas de monitoreo 2006-2015 (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota). Respecto de los valores de la actual campaña (2015), la mediana fue levemente superior a la campaña previa, sin embargo, se mantuvo en el rango de fluctuación observado en los años previos (2006-2014) como se observa en la Figura 6-25.

Figura 6-18. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos Sector Soncor-Laguna Puilar.



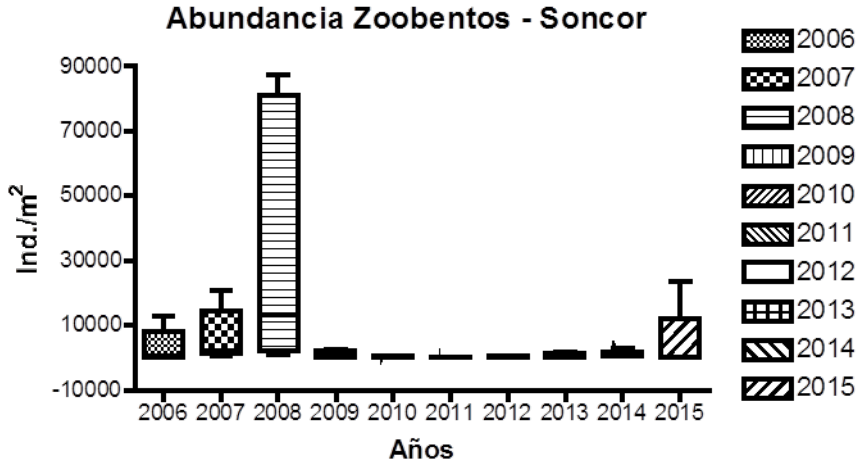
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-19. Análisis Históricos De La Riqueza De Taxa Del Zoobentos Sector Soncor- Laguna Puilar.



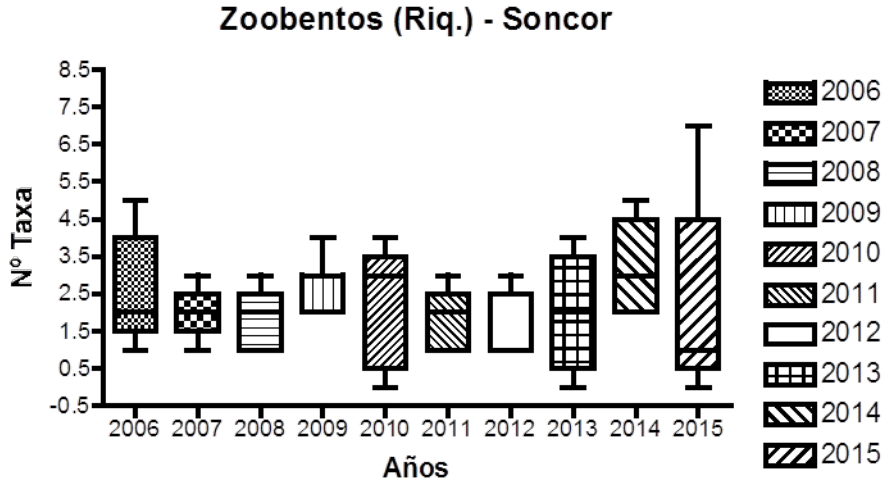
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-20. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto



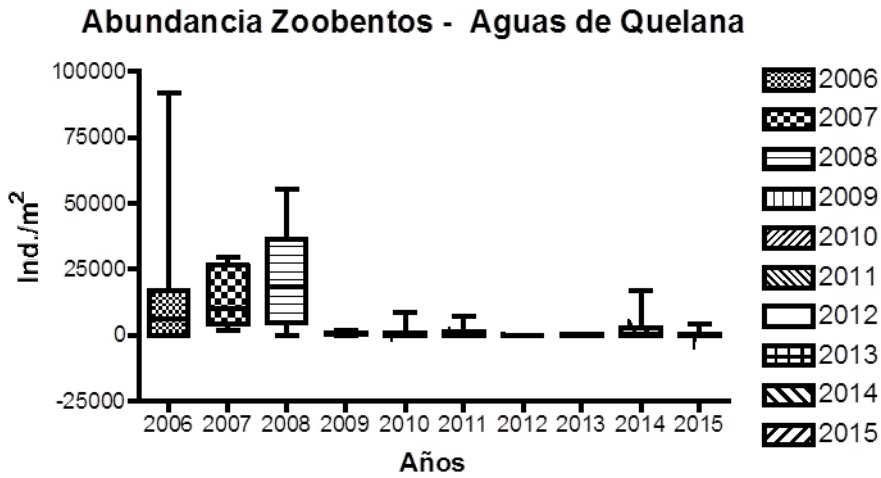
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-21. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos Sector Soncor- Soncor: Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto.



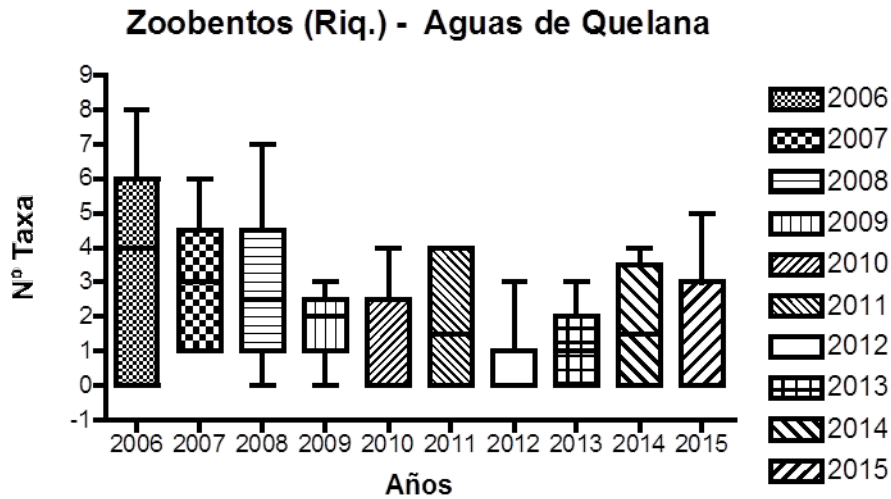
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-22. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos Sector Aguas de Quelana.



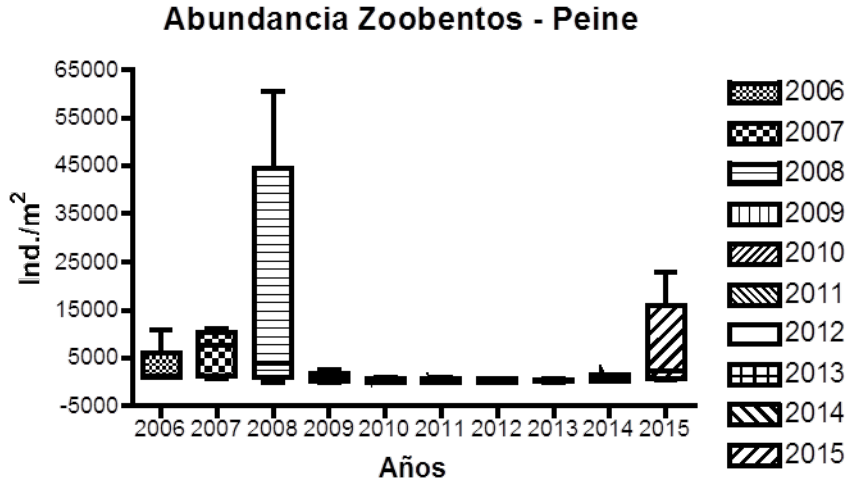
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-23. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos Sector Aguas de Quelana.



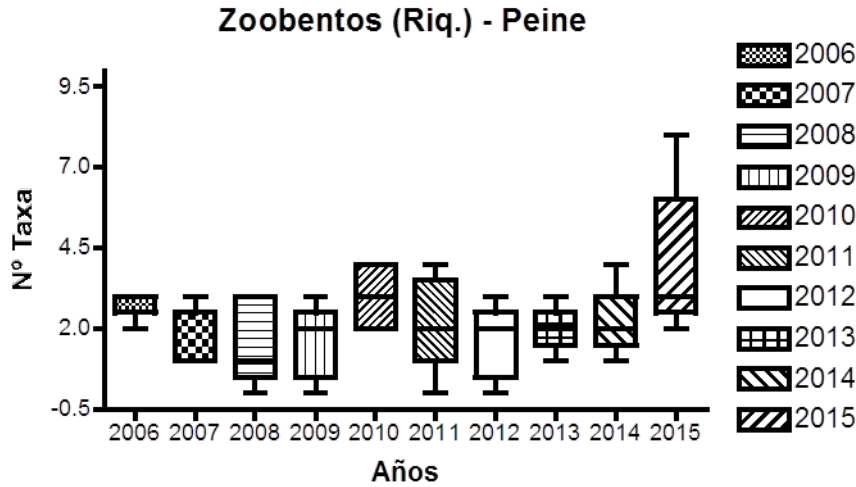
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-24. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos Sector Peine: Lagunas Interna, Salada y Saladita.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-25. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos Sector Peine: Lagunas Interna, Salada y Saladita.



Fuente: Elaboración propia

6.4.2.5 — Análisis Datos Históricos del Zooplancton

a. **Sector Soncor: Puilar**

La Figura 6-26, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de abundancia del zooplancton en Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Como muestra la Figura 6-26, los datos de la mediana de la abundancia del zooplancton registrado en la presente campaña 2015, fueron inferiores que en la campaña previa, sin embargo, son similares a los registrados en las campañas del 2006 al 2013. En relación con los resultados 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 (2006-2015).

La mediana de la riqueza de taxa en la presente campaña 2015 fue similar a la registrada en la campaña previa 2014 (Figura 6-27), sin embargo, estuvo dentro del rango de fluctuaciones del período 2006-2014 con excepción de las campañas 2010-2012 donde se observaron valores mayores. Así, el análisis de comparación de medianas, arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los monitoreos desde el año 2006 a la fecha (Tabla Comparación de Medianas de la Biota, Anexo X).

b. **Sector Soncor: Soncor**

El análisis comparativo de los valores de abundancia del zooplancton de Soncor y sus lagunas Barros Negros y Chaxas y sus canales Barros Negros y Burro Muerto, se muestra en la Figura 6-28, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), 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 Soncor, la Figura 6-28, muestra que el valor de la mediana de la actual campaña 2015, fue mayor a la registrada en la campaña previa y estuvo dentro del rango de variabilidad observado para el período desde el 2009 al 2015. Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas arrojó que no hubo diferencias estadísticamente significativas para la abundancia del zooplancton del Sector Soncor, entre los años monitoreados (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

La Figura 6-29 muestra los valores de riqueza de zooplancton para todas las campañas realizadas hasta la fecha. Respecto al valor de la mediana de la riqueza registrada en la actual campaña, éste fue más bajo que lo registrado en la campaña previa, sin embargo está dentro de los rangos de fluctuación de todo el período. El análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas de la riqueza del zooplancton en Soncor, en las diferentes campañas de monitoreo realizadas a la fecha.

c. **Sector Aguas de Quelana**

Respecto del análisis interanual de abundancia del zooplancton en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 6-30, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Como se destaca en la Figura 6-30, el valor mediana de la abundancia del zooplancton, determinada en la actual campaña fue ligeramente menor que la registrada en la campaña previa 2014. Sin embargo, aunque, se observa una tendencia semejante en la variación interanual durante todo el período de monitoreo, el análisis de varianza llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arroja que hubo diferencias estadísticamente significativas para la abundancia del zooplancton en este sector.

El análisis de variación interanual de los datos de riqueza del zooplancton en el Sector Aguas de Quelana (Figura 6-31), 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 2015 fue levemente más baja que la registrada en la campaña previa (2014). Por otra parte, el análisis estadístico muestra que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo. (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), lo que daría cuenta de la notoria fluctuación interanual ya mencionada.

d. Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

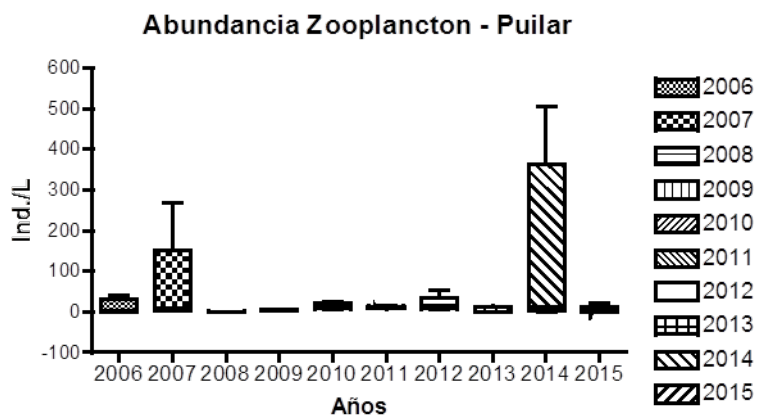
El análisis comparativo de los valores de abundancia del zooplancton en el Sector Peine y sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita, se muestra en la Figura 6-32; mientras que, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo X), muestra los resultados del análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

El valor de mediana de la abundancia del zooplancton, para la presente campaña 2015, fue similar al registrado en campañas previas, con excepción de la campaña del año 2010 donde se observaron los valores más altos (Figura 6-32). Asimismo coincide con la mayoría de los monitoreos previos, el estrecho rango de variación de los datos obtenidos en la presente campaña (Figura 6-32).

Por su parte, el análisis de comparación de medianas (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que hubo diferencias estadísticamente significativas en la abundancia del zooplancton del Sector Peine, entre los monitoreos realizados hasta la fecha (Figura 6-32).

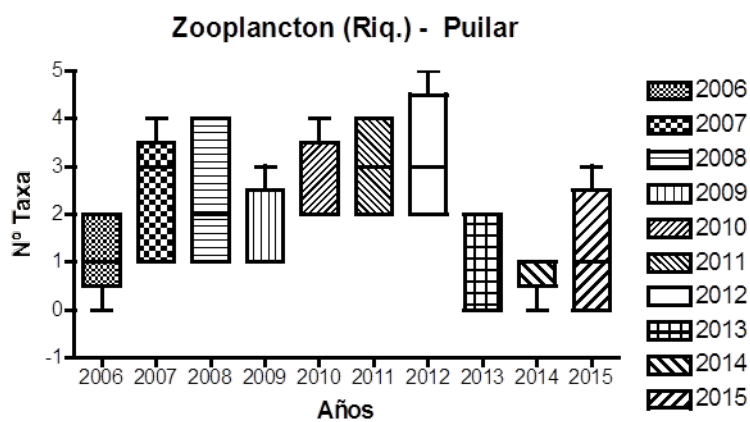
La mediana de la riqueza de taxa para el Sector Peine en el año 2015, fue inferior a la observada en la campaña previa (Figura 6-33). El análisis comparativo de la riqueza de taxa del zooplancton en el Sector Peine, arrojó la ausencia de diferencias estadísticamente significativas, entre las campañas de monitoreo realizadas en el período 2006 al 2015 (Anexo X: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

Figura 6-26. Análisis Históricos De La Abundancia Del Zooplancton Sector Soncor-Laguna Puilar.



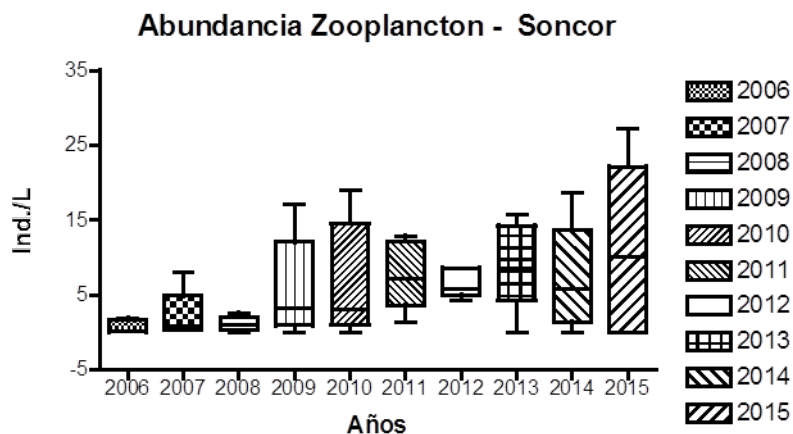
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-27. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton Sector Soncor-Laguna Puilar.



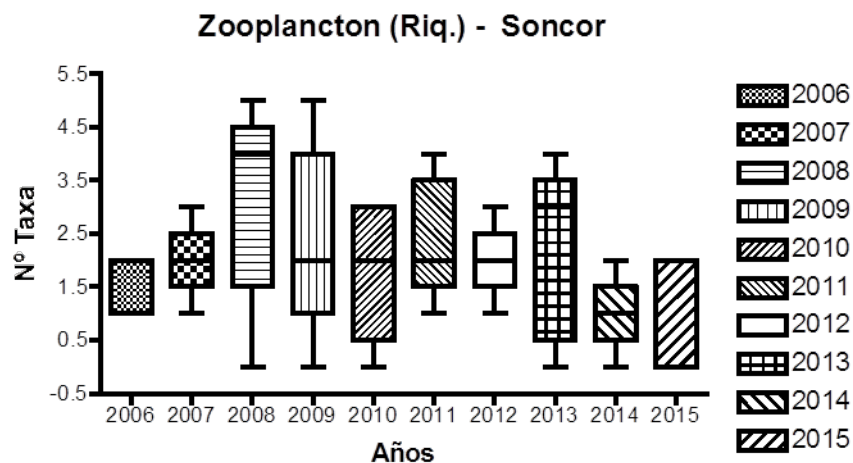
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-28. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton Sector Soncor-Soncor Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto.



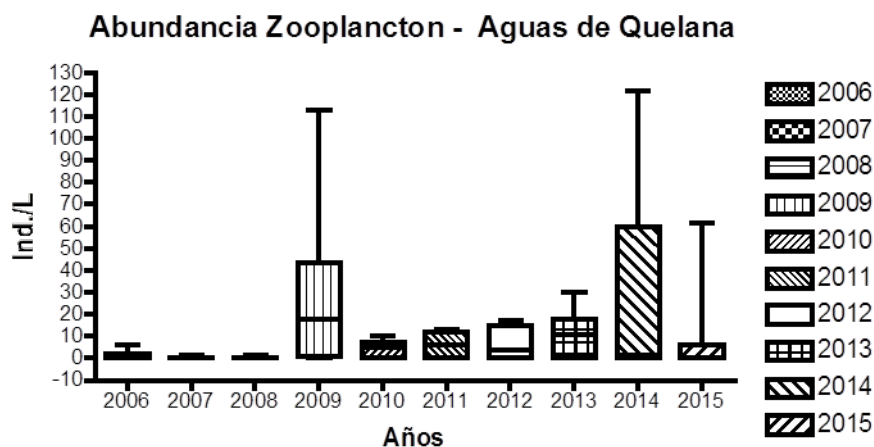
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-29. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton Sector Soncor-Soncor Lagunas Barros Negros y Chaxas y Canales Barros Negros y Burro Muerto.



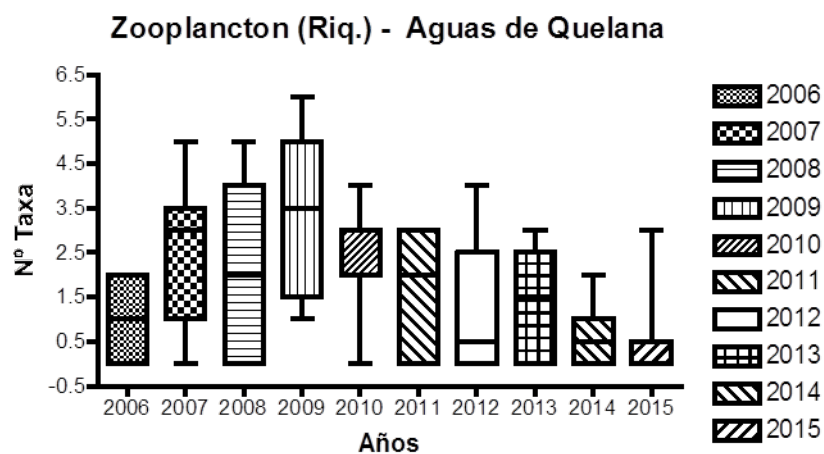
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-30. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton Sector Aguas de Quelana



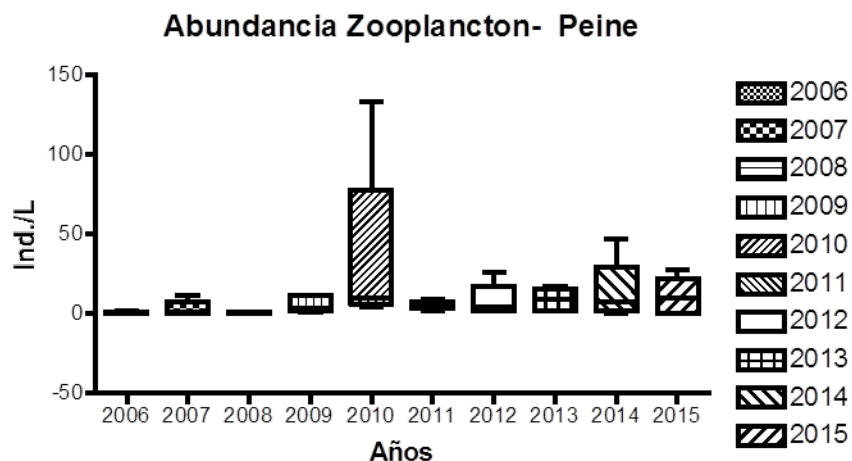
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-31. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton Sector Aguas de Quelana.



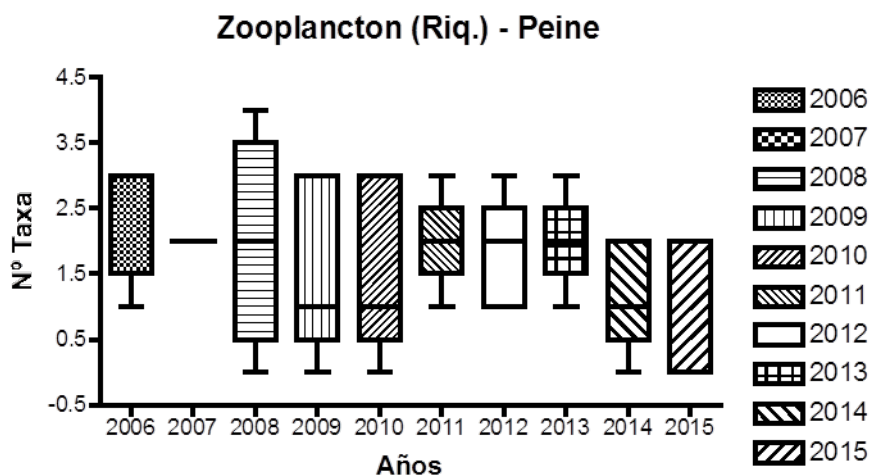
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-32. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton Sector Peine: Lagunas Interna, Salada y Saladita.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-33. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton Sector Peine: Lagunas Interna, Salada y Saladita.



Fuente: Elaboración propia

6.4.2.6 — Análisis Históricos de Macrófitas

a. Sector Soncor: Puilar

6.4.2.6.a.1 Análisis Histórico

El comportamiento de esta variable en el tiempo, en las distintas campañas de monitoreo se muestra en la Figura 6-34. Aquí se observa que los valores de la mediana de cobertura vegetal 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 mínimo registrado desde el año 2009 a la fecha. Pese a la fluctuación anual antes mencionada, el análisis de comparación de medianas, realizado con los datos de cobertura vegetal de este sector, mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo realizadas a la fecha (Tabla Comparación de Medianas de la Biota, Anexo X).

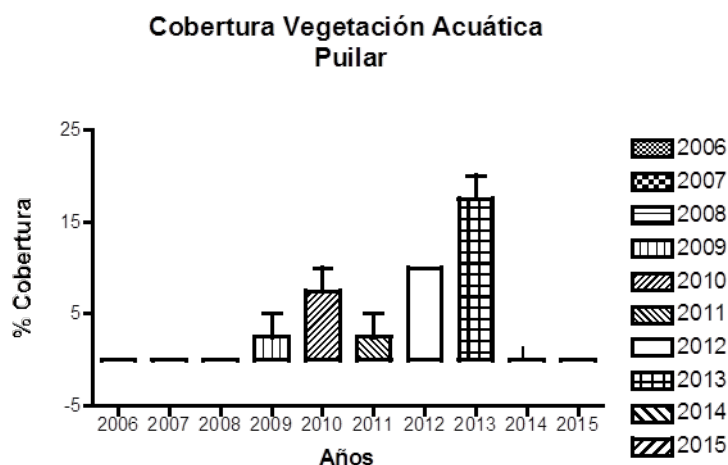
b. Sector Soncor: Soncor

6.4.2.6.b.1 Análisis Histórico

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 a los distintos cuerpos de aguas que componen el sector (

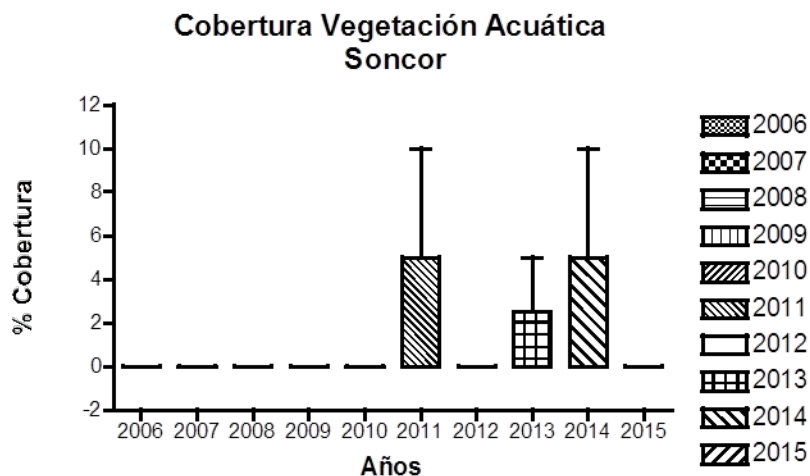
Figura 6-35). Como se observa en la figura, la presente campaña registró valores similares a los años 2006 al 2014, con excepción del año 2011 y 2014 que presentan valores altos. El análisis de comparación de medianas, realizado con los datos de cobertura vegetal de este sistema, mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo realizadas a la fecha (Tabla Comparación de Medianas de la Biota, Anexo X).

Figura 6-34. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática. Sector Soncor-Laguna Puilar. Período 2006-2015.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-35. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática. Sector Soncor- Sistema Soncor. Período 2006-2015.



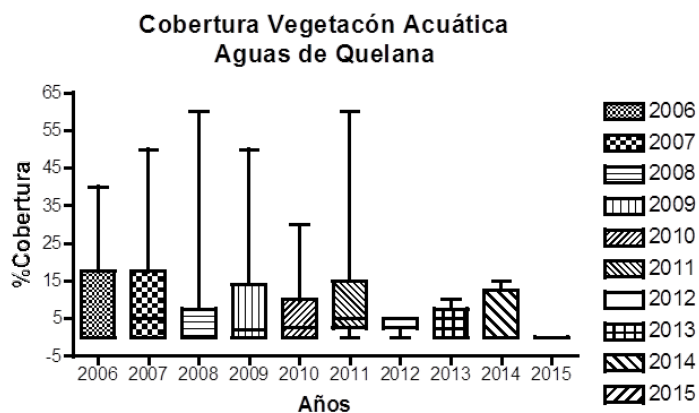
Fuente: Elaboración propia

c. Sector Aguas de Quelana

6.4.2.6.c.1 Análisis Histórico

El valor de la mediana de la vegetación acuática en el Sector Aguas de Quelana, fue bajo y conservativo, comparado con monitoreos anteriores, tal como se aprecia en la Figura 6-36. De igual manera, el análisis de la varianza de sus medianas (Tabla Comparación de Medianas de la Biota, Anexo X), medido a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo realizadas hasta la fecha (2006-2015).

Figura 6-36. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática. Sector Aguas De Quelana. Período 2006-2015.



Fuente: Elaboración propia

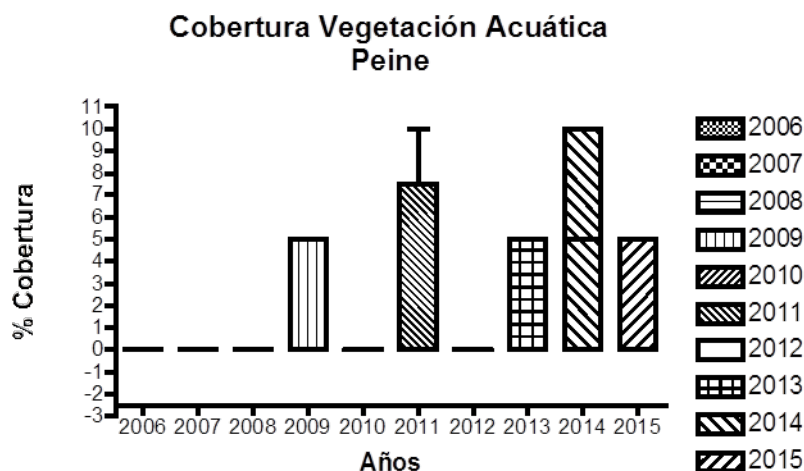
d. Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

6.4.2.6.d.1 Análisis Histórico

A semejanza con lo observado en la campaña previa, sólo se registró la presencia de vegetación acuática en una estación de la laguna Interna (PE-1) y en la laguna Salada (SA-2). Las causas de esto último, podrían tener relación con las características variables, año tras año, del agua y de los sedimentos de las estaciones analizadas.

El comportamiento de esta variable en el tiempo se presenta en la Figura 6-37. Aquí se observa que el valor de la mediana en la campaña 2015, fue inferior a los registrados en la campaña previa. Pese a que se observan diferencias entre los años monitoreados, el análisis de varianza llevado a cabo a través del estadístico Kruskal-Wallis (Tabla Comparación de Medianas de la Biot, Anexo X), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la cobertura de vegetación acuática, entre los monitoreos realizados hasta la fecha en el sector (2006-2015).

Figura 6-37. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática. Sector Peine. Período 2006-2015.



Fuente: Elaboración propia

7 — CONCLUSIONES

7.1 — Vegetación

Las observaciones realizadas en abril de 2015 respecto a la vitalidad mostraron que de los 99 puntos muestreados 48,5% presentaron una vitalidad débil, un 38,4% presentó una vitalidad normal, 8,1% una vitalidad muy débil y el 5,1% restante correspondieron a zona sin vegetación.

La evolución entre las temporadas 2014 y 2015 muestra una disminución en la categoría vitalidad normal, un aumento del número de observaciones en la categoría débil y la incorporación de la categoría muy débil.

Respecto al follaje verde las mediciones realizadas en 2015 mostraron que la vegetación en general presentó una mayor proporción de follaje verde respecto del observado el año anterior. Los cambios más significativos respecto de lo registrado en 2014 muestran una disminución en la proporción de plantas con follaje verde de entre 25-50% y un aumento en la proporción de plantas con follaje verde entre 5-25%.

Los resultados obtenidos de los estados fenológicos observados en la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama, muestran que la mayor parte de las unidades se encontraron en la fase final de crecimiento vegetativo combinado con la presencia de fructificación, esto se verificó en 66 de los 99 puntos muestreados (66,7%), respecto a lo presentado en el año 2014 se vislumbra un aumento en esta categoría y una disminución en el crecimiento vegetativo.

Los resultados obtenidos en 2015 indican que la superficie total cubierta con vegetación sobre toda el área de estudio definida en el Borde Este de Salar de Atacama, alcanza 14.121 ha. Del total esta superficie la formación vegetacional con mayor representación corresponde al Matorral de Brea, que cubre una superficie de 7.865 ha, equivalente al 55,7% de toda la vegetación presente en el área. Las Praderas de Grama salada, corresponden a la segunda formación vegetacional más abundante, ocupando una superficie de 2.342 ha, equivalente al 16,6% del total. Las otras formaciones vegetacionales identificadas corresponden a Matorral de Cachiyuyo, Pajonal y matorral de Rica rica – Pingo pingo, siendo esta última formación la que presenta menor superficie en el área de estudio con 821 ha equivalente al 5,8% de toda la superficie cubierta con vegetación.

Los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en 2015 en los ejemplares de algarrobo de la quebrada de Camar mostraron que de los 71 ejemplares objeto de estudio, 43 de ellos (60,5%) presentaron una vitalidad entre las categorías de muy débil a vigoroso, 28 ejemplares (39,5%) se encontraron secos, sin evidencia de follaje verde ni estructuras reproductivas, cifra que se mantiene igual con respecto a la temporada anterior.

Con respecto a la proporción de copa verde, se observó que el número de ejemplares sin follaje verde se mantuvo con respecto a la campaña anterior, sin embargo, se registra variación en las otras categorías.

Tanto para el estado vital, como la proporción de copa verde, los datos obtenidos durante la campaña 2015 muestran variaciones no relevantes en comparación al año anterior.

7.2 — Flora

La flora en estudio corresponde los componentes halófitos y freatofitos del Desierto tropical interior con vegetación escasa y/o Matorral desértico tropical de *Atriplex atacamensis* y *Tessaria absinthioides*, cuya presencia está asociada a los salares, determinados por la presencia de una napa freática que proporciona la humedad suficiente para compensar la escasez de precipitaciones.

La mayor parte de las comunidades halófilas están influenciadas por el pastoreo y la extracción de leña u otras estructuras como acción antrópica (Montesinos, 2012). De acuerdo a Luebert & Pliscoff (2006) debido a su condición de estar edáficamente condicionada, no es posible reconocer comunidades zonales o intrazonales en el área de estudio. Ahumada et al. (2012) los consideran como humedales típicos que existen en la Puna, los que consideran: salar, bofedal y vega.

En relación a los resultados obtenidos en la presente campaña, estos difieren levemente con respecto al año anterior, lo que es esperable debido a las condiciones ambientales sobre las cuales se desarrollan las especies de flora vascular presentes en el Borde Este del Salar de Atacama, las que generan variaciones en la riqueza florística cada año.

La salinidad y pH del suelo mantienen un comportamiento normal, con variaciones puntuales que no permiten concluir que sea un efecto de las actividades del Proyecto, sino más bien sería causado por condiciones de micrositio.

7.3 — Fauna

El Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) que realiza SQM Salar S.A., consigna para el componente fauna, el monitoreo de los animales silvestres terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama y de la avifauna acuática en los Sistemas Lacustres Soncor, Aguas de Quelana y Peine. Para cada grupo faunístico, el PSA establece las metodologías y puntos de muestreo a realizar en los sectores de Vega de Carvajal, Cruce Camar, Aguas de Quelana, Cruce SQM y Peine. Los hábitats identificados como relevantes para este componente, y en los cuales se establecen estos puntos de muestreo con metodologías son: hábitat de Rica rica – Pingo pingo, Brea – Cachiyuyo, Pajonal, Marginal Salar y Salar, mientras que para las aves acuáticas se consideraron 25 puntos de censo en los distintos cuerpos de agua de los Sistemas Lacustres mencionados anteriormente.

Los resultados del monitoreo 2015 permiten establecer para el grupo de fauna terrestre (reptiles, aves terrestres y mamíferos), la mayor diversidad para el hábitat de Pajonal, registrándose ocho especies: dos reptiles, tres aves terrestres y tres mamíferos (dos micromamíferos y zorro). Este es seguido por el hábitat de Brea – Cachiyuyo, con la presencia de siete taxa: dos reptiles, dos aves terrestres y tres mamíferos (dos micromamíferos y zorro). Con seis especies se encuentra el hábitat de Rica rica – Pingo pingo: un reptil, dos aves terrestres y tres mamíferos (dos micromamíferos y zorro), para finalmente encontrar en el hábitat Marginal de Salar a tres especies, las que corresponden a un reptil y dos mamíferos (un micromamífero y zorro culpeo). Cabe señalar que en estos registros no se consideraron las aves acuáticas detectadas.

En cuanto a la avifauna acuática, el Sistema Lacustre que presentó la mayor diversidad fue el conjunto de Aguas de Quelana, con trece especies observadas, seguido por el Sistema Soncor donde se identificaron once especies, y finalmente el grupo de lagunas de Peine, con ocho taxa registrados.

La riqueza general del componente fauna presenta una disminución en relación a los registros del año 2014, con 35 especies, alcanzando un total de 32 especies detectadas el 2015. En este sentido, la revisión de la riqueza desde el año 2006 a la fecha muestra variaciones en cuanto al número de especies de un año a otro, con el valor más bajo de especies obtenido durante el año 2010, con 25 especies. En contraste, el valor máximo alcanzado se obtuvo el año 2007, con 43 especies registradas.

Las 32 especies observadas durante la campaña de abril 2015 son nativas, de las cuales cuatro son reptiles, 23 aves y cinco son mamíferos. Tres de las cuatro especies de reptiles son endémicas: *Liolaemus cf. paulinae* (lagartija de Paulina), *Liolaemus constanzae* (lagartija de Constanza) y *Liolaemus fabiani* (lagartija de Fabián).

El análisis por clase taxonómica indica que para la clase Reptilia, la riqueza aumentó respecto a los monitoreos de años anteriores con la detección de dos especies no registradas previamente: *L. puna* y *L. cf. paulinae*. Los registros para ambas especies se obtuvieron en los transectos realizados en el hábitat Brea-Cachiyuyo, en el sector del Cruce Camar. Por otra parte, se debe mencionar que durante los registros realizados en el desarrollo de las metodologías del PSA (transectos), las especies *L. constanzae* y *L. fabiani* presentaron un aumento en su abundancia promedio.

Por su parte, las aves constituyen el grupo de mayor riqueza, con 23 especies totales registradas en el año 2015. De estas, seis taxa corresponden a aves migrantes boreales (i.e. se reproducen en el hemisferio norte y migran al sur en época no reproductiva). Sin embargo, se puede apreciar una disminución en comparación al año anterior, el cual presentó 28 especies.

En relación a las aves terrestres, estas han presentado históricamente bajas abundancias. De las diez especies identificadas, cinco están asociadas a cuerpos de agua: los Passeriformes *Lessonia oreas* (colegial), *Pygochelidon cyanoleuca* (golondrina de lomo negro), *Hirundo rustica* (golondrina bermeja) y *Anthus correndera* (bailarín chico), y el Pelecaniforme *Bubulcus ibis* (garza boyera).

Durante la presente temporada se obtuvo el registro de la especie *Thinocorus rumicivorus* (perdicita) en hábitat de Rica rica – Pingo pingo, con vegetación rala, la cual no había sido detectada previamente. Sin embargo, se debe mencionar que los ejemplares se divisaron fuera de los sectores de monitoreo, en el extremo norte del Borde Este del Salar de Atacama.

En tanto, la avifauna acuática de los distintos Sistemas Lacustres, presenta una disminución en su riqueza, observándose 13 especies durante el presente año, en comparación a las 14 especies detectadas el año anterior. Sin embargo, al considerar la totalidad de las especies registradas en los censos, incluyendo las terrestres asociadas a los cuerpos de agua, la riqueza aumentó desde quince especies el año 2014 a 18 durante el presente año. En este mismo sentido, la abundancia total registrada en los censos aumentó desde 4.345 individuos el 2014 a 4.621 ejemplares.

Los flamencos fueron la especie dominante en los Sistemas Lacustres, presentando en general un aumento de la población respecto al año anterior. *Phoenicoparrus andinus* (parina grande) presentó el

mayor número, con 1.348 individuos, seguido de *Phoenicopiterus chilensis* (flamenco chileno) con 650 individuos. La especie *Phoenicoparrus jamesi* (parina chica) presentó una disminución respecto de la temporada pasada con sólo 155 ejemplares. En el actual censo destaca el aumento de pollos de flamenco, con un total de 1.251 individuos contabilizados, superando el registro del año 2012 en el que se contabilizaron 1.122 ejemplares.

Otras especies abundantes registradas en los censos fueron: *Calidris bairdii* (playero de Baird), *Phalaropus tricolor* (pollito de mar tricolor), *Recurvirostra andina* (caití) y *Charadrius alticola* (chorlo puna).

Cabe mencionar el registro de un ejemplar de la especie *Fulica cornuta* (tagüa cornuda) en el Sistema Lacustre Peine, y que no había sido registrada en monitoreos previos.

Para la clase Mammalia, el registro para el año 2015 fue de cinco especies. Los micromamíferos presentes fueron los roedores *Abrothrix andinus* (laucha andina), *Eligmodontia puerulus* (lauchita de pie sedoso) y *Phyllotis xanthopygus* (lauchón orejudo). En tanto, el roedor fosorial *Ctenomys fulvus* (chululo) fue registrado en cuatro de los cinco sectores prospectados (exceptuando Peine), así como en todos los hábitat identificados para fauna, lo que indica su amplia distribución y la diversidad de ambientes capaz de colonizar.

Durante la presente campaña también se avistó a un ejemplar de *Pseudalopex culpaeus* (zorro culpeo) en el sector Vega de Carvajal, en el hábitat de Marginal Salar. Así mismo, y a través de evidencia indirecta (huellas y fecas), se constató la presencia del género *Pseudalopex* en todos los sectores visitados del área de estudio, situación que se repite en los monitoreos anteriores, lo que permite inferir el amplio ámbito de hogar y uso del territorio que presentan las especies de este género, desplazándose en todo el Borde Este del Salar de Atacama y sus Sistemas Lacustres.

De los 32 taxa indicados en el monitoreo del año 2015, once presentan categoría de conservación de acuerdo a la legislación vigente: seis especies citadas en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) y cinco taxa en el Reglamento de Ley de Caza (D.S. N° 05/98). La especie *L. fabiani* y *L. cf. paulinae*, clasificadas “En Peligro” y “Vulnerable” respectivamente por la RCE, y la especie *L. constanzae* en categoría “Rara” según el Reglamento de Ley de Caza. Tres de los cuatro reptiles son endémicos de la Región de Antofagasta, los que además presentan poblaciones reducidas y de baja movilidad. Las especies de flamenco *Phoenicopiterus chilensis* y *Phoenicoparrus jamesi* se encuentran clasificadas como “Vulnerable” en el Reglamento de Ley de Caza, y *Phoenicoparrus andinus* se encuentra como “Vulnerable” en la RCE, las tres especies presentan un Índice de Riesgo “Alto” (IR 50 a 15%), ya que sus poblaciones son reducidas y corresponden a especialistas de hábitat propios del Salar de Atacama, lo que las convierte en especies sensibles a las perturbaciones. El roedor fosorial *C. fulvus* se encuentra clasificado como “Vulnerable” de acuerdo al Reglamento de Ley de Caza y presenta un Índice de Riesgo “Alto”, siendo sensible a las perturbaciones, principalmente por presentar poblaciones reducidas y agregadas, además de ser un organismo de baja movilidad. Por su parte la especie de ave acuática *F. cornuta* presenta categoría “Casi amenazada” de acuerdo a la RCE, y *Larus serranus* (gaviota andina) presenta categoría de conservación “Vulnerable” según el Reglamento de Ley de Caza. Los mamíferos *P. culpaeus* y *E. puerulus* se encuentra clasificado como “Preocupación menor” en el Reglamento de Clasificación de Especies.

7.4 — Biota acuática

7.4.1 — Medio Abiótico y Medición de Clorofilas

7.4.1.1 — Parámetros Físico-Químicos in situ

a. Sector Soncor: Puilar

7.4.1.1.a.1 *Análisis Espacial:*

El comportamiento de las variables en el eje conformado entre la vertiente (PU-1), el canal 2 (PU-2) y el canal 1 (PU-4) presentan algunos patrones interesantes de destacar (Figura 5-27 A; B; C y D). Así, la salinidad y la conductividad de la columna de agua, se presentan con una tendencia al incremento gradual 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 en del agua intersticial, se aprecia el mismo patrón que para la columna de agua, es decir un aumento gradual de los valores en el eje desde la vertiente hacia el canal 1. La estación PU-5 correspondiente a zona de afloramiento de agua, no pudo ser muestreada en la presente campaña por ausencia de lámina superficial de agua, lo que nos impide su comparación con la campaña previa.

Respecto del oxígeno disuelto en la columna de agua, no se ve un patrón de fluctuación espacial en el eje indicado, como se vio en la campaña previa. Los valores fueron levemente más bajos que la campaña 2014 y semejantes entre los sectores del eje mencionado.

Los valores bajos de porcentajes de saturación de oxígeno indicarían que los aportes de oxígeno a la columna de agua, por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema, también disminuyeron. Este descenso del porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua, coincide con ausencia de cobertura de macrófitas, bajos valores de riqueza de microalgas fitoplanctónicas con dominancia de Gastropodos como parte del zoobentos en el lugar. Todo esto indica que es un sector no apto para la supervivencia de microalgas, macrófitas y diversidad de zoobentos y con un nivel alto de materia orgánica.

Respecto a los altos valores de la conductividad de los sedimentos y del agua intersticial, respecto a los valores obtenidos para la conductividad en la columna de agua, se debería a que, 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.

b. Sector Soncor: Soncor

7.4.1.1.b.1 *Análisis Espacial:*

El comportamiento de las variables en el eje conformado entre el canal Burro Muerto (BM-1), la laguna Chaxas (CH-1) y la entrada y centro de la laguna (BN-2 y BN-3, respectivamente), muestra algunos patrones interesantes de destacar (Figura 5-32-A; B; C y D). Así, a diferencia de lo observado en la campaña previa, pero similar a las campañas 2012 y 2013, la salinidad mostró su valor mínimo en el canal Burro Muerto, un valor intermedio en la laguna Chaxas y los más altos valores en la laguna Barros Negros. La conductividad eléctrica del agua y de los sedimentos tuvo un comportamiento similar. En cuanto a los valores de oxígeno disuelto presentan el gradiente inverso asociado al mismo eje y por otra parte, el pH mantiene valores similares en las diferentes estaciones monitoreados en este sector.

Los bajos valores de oxígeno disuelto, junto con los bajos valores de porcentaje de saturación de oxígeno, muestran que los aportes por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema siguen siendo limitados. Por otra parte, la notable oscilación interanual en los parámetros clorofila “a” del fitoplancton y del perifiton, podría coincidir con la dinámica geotérmica del lugar, afectando a las aguas que dan origen a los sistemas lagunares y/o también, como ha sido mencionado con anterioridad, estar afecta a fenómenos climáticos de circulación mayor.

c. Aguas de Quelana

7.4.1.1.c.1 Análisis Espacial:

El comportamiento de las variables en todo el ecosistema Aguas de Quelana, da cuenta de una gran heterogeneidad de hábitats, entre los que se cuentan lagunas salinas, zonas de surgencias de agua dulce, zonas de canal, zonas con alta cobertura vegetal, 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 se determinaron en monitoreos anteriores. Los valores más altos de conductividad eléctrica del agua se observaron en Q-0, sin embargo, los valores de conductividad eléctrica de los sedimentos y del agua intersticial se observaron en la estación Q-1 al igual que la salinidad del agua (Figura 5-37-C y D). Por otra parte, la estación Q-0 mostró bajos valores de oxígeno disuelto y de saturación de oxígeno como ha sido históricamente. Esto, probablemente debido a la escasa vegetación acuática presente en dicho punto.

d. Sector: Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

7.4.1.1.d.1 Análisis Espacial:

La Figura 5-42 A, muestra la distribución del pH, la temperatura y el Oxígeno disuelto de todas las estaciones, lagunas interna, salada y saladita. Para el caso de la temperatura, se observa una tendencia al ascenso desde la estación PE-3 hacia SA-2. El pH se mantiene similar a través de todas las estaciones del sector y el oxígeno disuelto presenta su mayor valor en la estación PE-3. Estas características son similares a las observadas en la campaña previa (2014). En cuanto al porcentaje de saturación de oxígeno (Figura 5-42-B), este fue notoriamente mayor en la laguna interna (PE-3) respecto de las lagunas salada y saladita. En cuanto a las variables conductividad eléctrica del agua y salinidad, los valores fueron, en general, más altos que en la campaña previa (Figura 5-42-C). Igualmente, en el caso de la conductividad en los sedimentos y en el agua intersticial, los valores en general se fueron más altos, del sistema en su totalidad, que en la campaña previa (Figura 5-42-D).

7.4.2 — Medio Biótico

7.4.2.1 — Fitobentos

a. Sector Soncor: Puilar

7.4.2.1.a.1 Diversidad General del Área de Estudio

Se determinó un total de 24 taxa de diatomeas bentónicas en 4 estaciones de las 5 estaciones de monitoreo del sector, dado que la estación PU-5 no pudo ser muestreada, por encontrarse sin lámina superficial de agua. A diferencia de las campañas previas 2011-2014, en la presente campaña, se observó un menor número de taxa y una menor riqueza de especies en las 4 estaciones analizadas, sin

ambargo, valores bajos, semejantes a los de la presente campaña se observaron entre los años 2006 y 2010. Respecto de los taxa que presentaron una mayor representatividad (frecuencia y abundancia), éstas fueron: *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Amphora ehrenberg sp1*, *Coconeis placentula var euglypta*, *Cyclotella elliptica*, *Denticula kuetzingii*, *Diploneis minuta* *Diploneis var rhombica* y *Rhopalodia constricta*.

b. Sector Soncor: Soncor

7.4.2.1.b.1 Diversidad General del Área de Estudio

El número de taxas totales correspondió a 33 taxas en el conjunto de estaciones de monitoreo analizadas (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). Los taxa más abundantes correspondieron a: *Amphora acutiuscula*, *Amphora boliviana*, *Amphora carvajaliana*, *Cyclotella ocellata* y *Nitzschia halloyii*.

La riqueza de taxa fueron más bajos que en las campañas previas al 2015

Los valores de abundancia total de la presente campaña 2015, fueron más bajos que los registrados para la campaña previa del 2014.

c. Sector Aguas de Quelana

7.4.2.1.c.1 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 23 taxa de diatomeas bentónicas. Los mayores valores de abundancia total de fitobentos se registraron en la estación Q-3 con 119.000 Cél/ml, correspondiente a un lugar cercano a un sector con surgencia de aguas subterráneas con mayor temperatura y los valores más altos de riqueza de especies de fitobentos se registraron en estación Q-1 (12 taxa). Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial y abundancia, destacan la presencia de *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Amphora coffeaeformis*, *Brachysira aponina*, *Cyclotella stelligera*, *Cyclotella ocellata*, *Denticula valida*, *Diploneis smithii var rhombica*, *Mastogloia smithii*, *Navicula kuripanensis* y *Proschkinia bulnheimii*. En términos generales y como se puede apreciar en la Figura 5-49, que resume los principales parámetros comunitarios, en el Sector Aguas de Quelana se determinó una gran heterogeneidad entre sus comunidades del fitobentos.

A diferencia de lo observado en campañas previas, los valores de Índice de Diversidad de Shanon-Wiener de la presente campaña fueron muy bajos, pero siempre coincidente en el tiempo, con la baja diversidad observada en la estación Q-0 (Figura 5-37-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 del fitobentos en este punto.

d. Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)

7.4.2.1.d.1 Diversidad General del Área de Estudio

Considerando todos los puntos de monitoreo del Sector Peine Laguna Interna (PE-1, PE-2 y PE-3); Laguna Salada (SA-2) y Laguna Saladita (SA-1), se determinó un total de 43 taxa de diatomeas bentónicas (Anexo X: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota). Al igual que en campañas anteriores al 2015, este sector presentó el mayor número de taxa, entre todos los sectores analizados (Puilar, Soncor,

Quelana y Peine). Los valores de riqueza y abundancia de diatomeas más altos de este sector, se determinaron en la laguna Salada (SA-2). En relación con los taxa con mayor rango de distribución espacial, 43 especies estuvieron presente en las estaciones de monitoreo, en la presente campaña. De éstos, los que fueron más significativos en cuanto a su aporte a la abundancia total fueron: *Achnathes submarina*, *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Cyclotella ocellata*, *Navicula carvajaliana* v *carvajaliana*, *Navicula salinicola* var *bolivana* y *Nitzschia ovalis*

7.4.2.2 — Fitoplancton

a. Diversidad General del Área

Las Figura 7-1A; B; C y D, muestran el análisis de los parámetros comunitarios más importantes, para la variables microalgas del fitoplancton, en la campaña 2015 en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama (Puilar, Soncor; Aguas de Quelana y Peine).

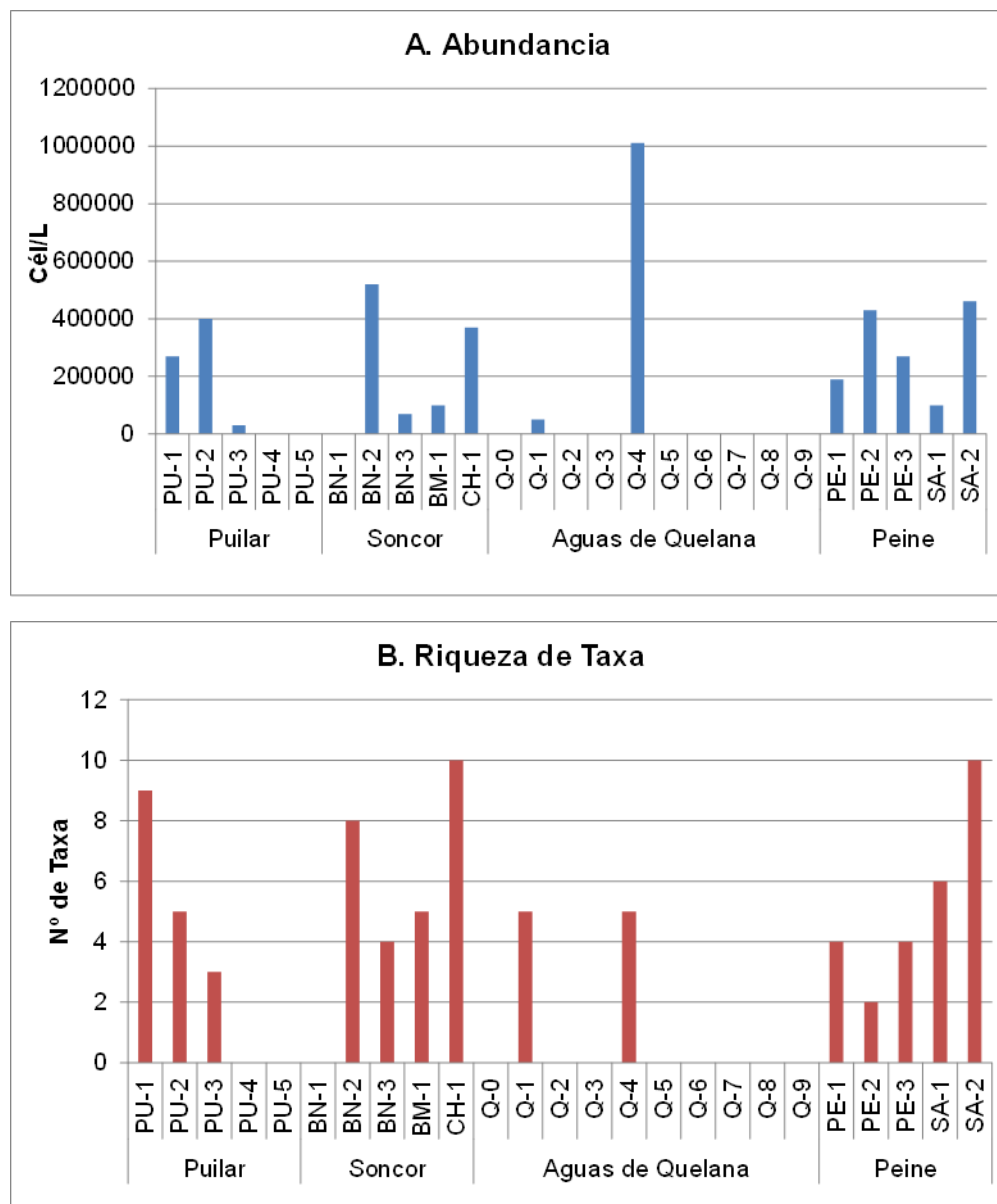
En relación con la abundancia total del fitoplancton, cabe destacar que la falta de información de un buen número de estaciones que no pudieron ser muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua, hace difícil realizar un análisis completo del área. Sin embargo, se puede afirmar que, al igual que en monitoreos previos al 2015, en el actual se presentó una alta variabilidad entre los sectores analizados. A diferencia de la campaña anterior, donde los valores más altos se observaron en el Sector Peine, en la presente campaña éste se registró en la estación del Sector Aguas de Quelana (estación Q-4).

En lo referente a la riqueza específica, se observó una disminución en el número de taxa en la presente campaña, respecto de campaña anterior al 2015. La Figura 7-1-B, muestra que los valores más altos para esta variable se registraron entre las estaciones del Sector Soncor y Sector Peine. En cuanto al valor individual más alto, éste se presentó en la estación de monitoreo CH-1 y SA-2, con un total de 10 taxa, representados en estos puntos. 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 Sector Peine. La riqueza total, incluyendo las especies de fitoplancton de los 4 sectores analizados, fue de 44 taxa.

Respecto de las abundancias relativas, en la presente campaña, hubo 1 taxa que se presentó con valores altos coincidentemente en los 4 sectores muestreados (Puilar, Soncor; Aguas de Quelana y Peine) éste fue la clorofícea: *Chorella vulgaris*. Este taxa representó en promedio aproximadamente el 50% de la abundancia total en cada sector monitoreado. Es importante señalar que, en campañas anteriores, se observa un predominio de taxa distintos a las diatomeas en la columna de agua, lo cual representa un cambio respecto campañas previas al 2015.

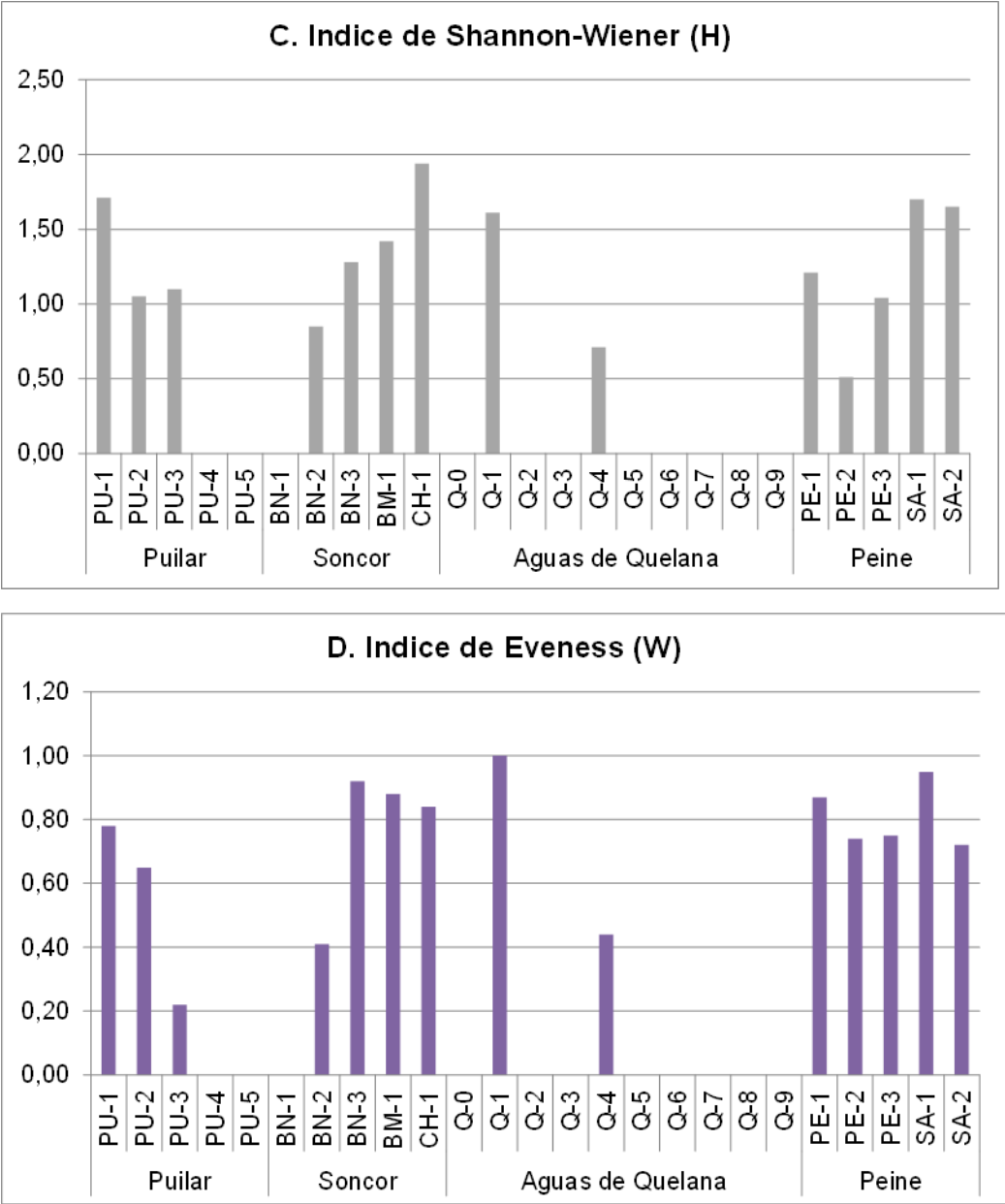
Respecto de los índices de biodiversidad, las Figura 7-1-C y D, representan el comportamiento de los índice de Shannon-Wiener (H) y de Evenness (W), respectivamente. El comportamiento general de ambas variables, indica que los valores fueron más altos en los Sector Soncor para H y Sector Aguas de Quelana para W. Semejante a lo observado en campañas previas, no hubo una completa coincidencia de los valores más altos de Diversidad (H) y Equidad (W) en cada uno de los sectores.

Figura 7-1. Análisis de los principales parámetros comunitarios del fitoplancton en los 4 sectores monitoreados



Fuente: Elaboración propia

Figura 7-1. Análisis de los principales parámetros comunitarios del fitoplancton en los 4 sectores monitoreados



Fuente: Elaboración propia

b. Sector Soncor: Puillar

7.4.2.2.b.1 Diversidad General del Área de Estudio:

Se determinó un total de 14 taxa de microalgas fitoplanctónicas entre las 4 estaciones de monitoreo analizadas, ya que en la PU-5 no fue posible muestrearla, por encontrarse sin lámina superficial de agua (Anexo X: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). La riqueza máxima se registró en la estación

PU-1 (Puilar vertiente), mientras que la abundancia más alta se determinó en la estación PU-2 (Puilar canal 2). En relación con los grupos de microalgas representados, con mayor número de taxa, en esta oportunidad y a diferencia de la campaña previa (2014), donde predominaron las Cianobacterias o Cyanophyceae, en la presente campaña, predominaron las Chlorophyceae. Respecto de los taxa que aportaron mayormente a la riqueza y abundancia del sector, éstos fueron: *Chlorella vulgaris*, *Chorella fusca*, *Nitzschia accendens* y *Diploneis smithii*.

c. Sector Soncor: Soncor

7.4.2.2.c.1 Diversidad General del Área de Estudio

En Soncor y sus lagunas constituyentes Barros Negros y Chaxas y sus canales Barros Negros y Burro Muerto se determinó un total de 21 taxa de microalgas fitoplanctónicas (Anexo X: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). Entre las algas registradas se encontraron representantes de las clases Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Cyanophyceae. En la presente campaña, los valores más altos de riqueza del fitoplancton se presentaron en la estación localizada en CH-1 (laguna Chaxas) y los valores más altos de abundancia del fitoplancton se presentaron en la estación BN-2 (entrada laguna Barros Negros). En términos de la contribución por clases taxonómica a la riqueza total, el grupo que aportó más en número de taxa fue Bacillariophyceae, similar a la campaña previa del 2014, con la excepción que en dicha campaña, además de este taxa, aportaron a la riqueza total ejemplares del grupo Cyanophyceae. Respecto a la distribución espacial y el aporte a la abundancia total del sistema, los taxa más importantes, entre las estaciones de monitoreo fueron: *Amphora acutiuscula*, *Amphora carvajaliana*, *Diploneis minuta*, *Diploneis smithii*, *Navicula carvajaliana*, *Nitzschia bacillum*, *Chorella fusca* y *Chlorella vulgaris*.

d. Sector Aguas de Quelana

7.4.2.2.d.1 Diversidad General del Área de Estudio:

En la presente campaña, en el Sector de Aguas de Quelana, se determinaron sólo 9 taxa de microalgas fitoplanctónicas, mostrando un descenso, respecto a la campaña previa de 2014 (34 taxa), pero la campaña del 2012 sigue siendo donde se registró la menor presencia con tan solo 3 taxa. Cabe destacar sin embargo, que muchas de las estaciones de este monitoreo que son zonas de afloramiento dinámico de aguas se encontraban sin lámina superficial de agua, al momento de ser muestreadas. Respecto de los taxa más importantes, en cuanto a su abundancia, sobresale *Chlorella vulgaris* perteneciente al grupo de las Chlorophyceae.

e. Sector Peine

7.4.2.2.e.1 Diversidad General del Área de Estudio

En el Sector Peine y sus lagunas constituyentes: Interna, Salada y Saladita, se determinó un total de 16 taxa de microalgas fitoplanctónicas. Entre las algas registradas se encontraron representantes de las clases Bacillariophyceae y Chlorophyceae. Particularmente alta fue la riqueza y la abundancia del fitoplancton en la estación SA-2 (laguna Saladita). En términos de su contribución a la riqueza y abundancia del sector, sobresalen los taxa *Amphora acutiuscula* y *Chlorella vulgaris*.

7.4.2.3 — Zoobentos

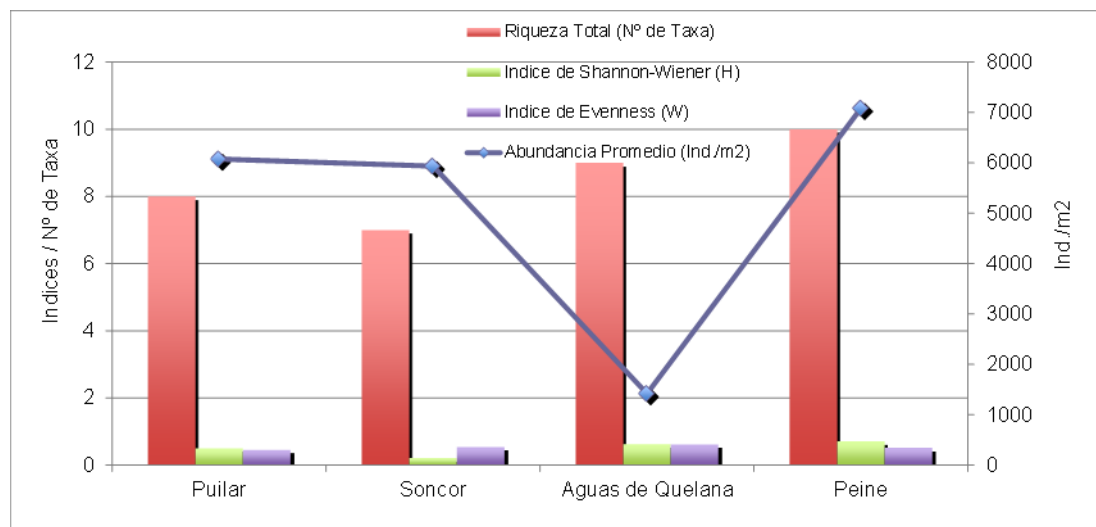
a. Diversidad General del Área

La Figura 7-2 muestra el análisis de los parámetros comunitarios más importantes, para la variable zoobentos en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama, para la presente campaña 2015 (Puilar, Soncor; Aguas de Quelana y Peine).

Respecto de la abundancia total de organismos zoobentónicos, el valor promedio más alto se registró en el Sector Peine, a diferencia de la campaña previa 2014, donde el Sector Aguas de Quelana presentó los valores más altos de abundancia. El valor promedio más bajo, para la abundancia del zoobentos se registró en el Sector Aguas de Quelana, al igual que lo observado los años 2012 y 2013. En relación con la riqueza de taxa, el valor promedio fue similar entre los sectores, con un valor de 9 +/- 1 taxa representados por estación de monitoreo. La riqueza máxima de zoobentos, considerando todos los sectores, alcanzó a 15 taxa. El valor máximo de riqueza fue de 10 taxa, que se observó en el Sector Peine y los valores mínimos de riqueza del zoobentos se observaron en el Sector Soncor con 7 taxa. Respecto de los Índices de Shannon-Wiener y Evenness, los valores fluctuaron en un rango menor y similar entre los sectores a semejanza con la campaña previa 2014. Así, los valores de H (Índice de Diversidad de Shannon-Wiener) variaron entre 0 (con sólo 1 taxa) en la mayoría de los sectores, pero sólo en una de sus estaciones y 1,22 en el Sector Puilar. En cuanto a W (Índice de Equidad de Evenness) los valores fluctuaron entre 0,06 en la estación BM-1 (canal Burro Muerto) y 1,0 en BN-3 (laguna Barros Negros) ambas estaciones en el Sector Soncor.

En el caso de las comunidades del 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 con oxígeno, afectan la abundancia del zoobentos.

En relación con los aportes de los taxa determinados, a través de sus abundancias relativas, en la presente campaña (2015) y en los cuatro sectores monitoreados sobresalen el Orden Diptera, *Gastropoda Hydrobiidae*, Ostracoda *Darwinula stevensonii* y Harpacticoida *Cletocamptus cecuriensis*, como los taxa más abundantes.

Figura 7-2. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados.

Fuente: Elaboración propia

b. Sector Soncor: Puillar**7.4.2.3.b.1 Diversidad General del Área de Estudio**

Se determinó un total de 8 taxa representantes del zoobentos entre las 4 estaciones de monitoreo analizadas (estación PU-5 no fue posible muestrear por encontrarse sin lámina superficial de agua). El número mayor de taxa del zoobentos (6 taxa) junto con la abundancia máxima (13.884,3 Ind./m²), se registraron en la estación PU-4 (canal 1 Puillar). Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial y un mayor aporte a la abundancia total del sector, fueron: Gastropoda Hidrobiidae *Littoridina* sp, Ostracoda *Darwinula stevensonii*, Diptera larva *Ceratopogomidae* y Harpacticoida *Cletocamptus cecsurisensis*.

c. Sector Soncor: Soncor**7.4.2.3.c.1 Diversidad General del Área de Estudio**

El número de taxa determinado en todo el Sector Soncor fue de 7 taxa. El número mayor de taxa del zoobentos por estación, se registró en la estación BM-1 (canal Burro Muerto) con 7 taxa representados en este punto. Mientras que, el valor mínimo se determinó en las estaciones BN-2 (entrada laguna Barros Negros) y CH-1 (laguna Chaxas) con 1 taxa representado en cada uno de estos puntos. En cuanto a la abundancia en el sector, los valores fueron bajos, alcanzándose el máximo en la estación BM-1 (canal Burro Muerto) y el mínimo en el resto de las 3 estaciones monitoreadas; BN-2, BN-3 y CH-1. Cabe señalar que en este sector no pudo ser monitoreada la estación BN-1, por encontrarse sin lámina superficial de agua. Los taxa más importantes en todos los sectores en cuanto su distribución y abundancia correspondió a Harpacticoida *Cletocamptus cecsurisensis* y Diptera larva de Ephydriidae.

d. Sector Aguas de Quelana

7.4.2.3.d.1 Diversidad General del Área de Estudio

Respecto de la riqueza máxima del sector, se determinó un total de 9 taxa de organismos zoobentónicos entre las estaciones de monitoreo analizadas. Cabe destacar que en la presente campaña varias estaciones del Sector Aguas de Quelana, se encontraban sin lámina superficial de agua, al momento de ser monitoreadas (Q-2, Q-5, Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9). El valor máximo de riqueza se presentó en la estación Q-4 y el valor mínimo de riqueza se registró en la estación Q-0 donde sólo se presentó 2 taxa. La abundancia máxima se presentó en la estación Q-4, mientras que la estación Q-0, mostró una abundancia mínima.

e. Sector Peine

7.4.2.3.e.1 Diversidad General del Área de Estudio

La riqueza máxima de organismos zoobentónicos en todo el Sector Peine durante la presente campaña (2015), correspondió a 10 taxa (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). En esta oportunidad, el mayor número de taxa del zoobentos se registró en la estación SA-2 (laguna Salada). Por otra parte, la abundancia más alta de organismos zoobentónicos, medida como Ind./m², se registró en la estación PE-3 (laguna Interna). Respecto de los taxa más conspicuos en el sector, considerando distribución y abundancia, éstos correspondieron a: Gastropoda Hydrobiidae *Littoridina* sp, Diptera pupa Ceratopogonidae, Diptera Chironomidae Paratrichocladius y Harpacticoida *Cletocamptus cecsuricensis*.

7.4.2.4 — Zooplancton

a. Diversidad General del Área

La Figura 7-3 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 2015, se determinaron en la laguna Puilar, particularmente en la Estación PU-2, correspondiente al sector del canal 2, de igual manera que lo observado en la campaña previa. Los valores más bajos de abundancia del zooplancton se determinaron entre las estaciones de Sector Soncor. Cabe destacar que en todos los sectores en general, la abundancia total de zooplancton fue baja al igual que en la campaña previa (Figura 7-3).

Respecto de la riqueza de taxa del zooplancton, al igual que la abundancia fue baja para todos los sectores, con un valor que fluctuó entre 0 y 4 taxa en las estaciones de los 4 sectores monitoreados (Figura 7-3). El Índice de Shannon-Wiener fue máximo en el Sector Puilar y mínimo en la mayoría de los otros sectores. El Índice de Evenness, mostró un valor máximo en el Sector Soncor.

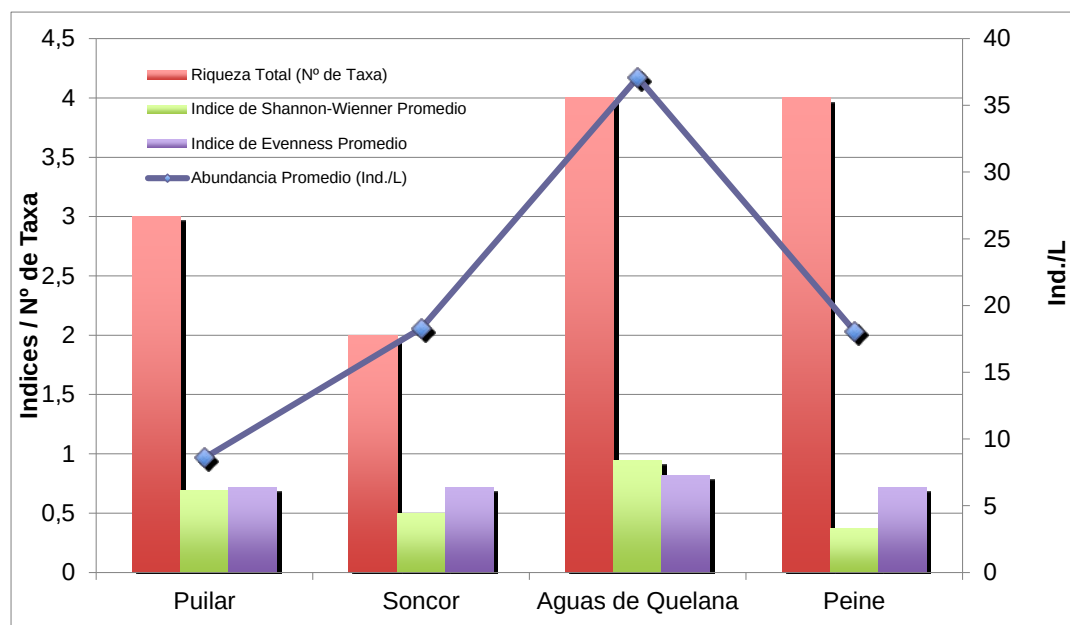
Respecto de la riqueza máxima entre todos los sectores monitoreados, ésta alcanzó a 4 taxa (Anexo X: Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Los altos valores de abundancia del zooplancton en Puilar, tendrían que ver con la heterogeneidad de habitats, así como, con los gradientes de salinidad de las aguas en sus estaciones de monitoreo (Tabla

5-41). No obstante la salinidad, puede ser un factor condicionante de la sobrevivencia de las poblaciones del zooplanctónicos.

Respecto de las abundancias relativas, como en campañas previas al 2015, los taxa que fueron dominantes en todos los sectores fueron: *Darwinula stenvensoni*, *Cletocamptus cecsuriensis* y *Artemia franciscana*.

**Figura 7-3. Análisis de los principales parámetros comunitarios del zooplancton
En los 4 sectores monitoreados**



Fuente: Elaboración propia

b. Sector Soncor: Puilar

7.4.2.4.b.1 Diversidad General del Área de Estudio

En el Sistema Puilar, se determinó un total de 3 taxa representantes del zooplancton entre sus 4 estaciones de monitoreo analizadas (la estaciones PU-4 y PU-5 no fueron muestreadas por encontrarse sin lámina superficial de agua). El número mayor de taxa del zooplancton (3 taxa) se registró en la estación PU-2 (canal 2), mientras que la menor abundancia se registró en la estación PU-3 (laguna 2). Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial, éstos correspondieron a individuos de las especies *Darwinula stenvensoni* y larva Nauplius de *Cletocamptus cecsuriensis* y adultos de *Cletocamptus cecsuriensis*.

c. Sector Soncor: Soncor

7.4.2.4.c.1 Diversidad General del Área de Estudio

El número máximo de taxa determinado en todo el sistema fue de 2. El número mayor de taxa del zooplancton, se registró en la estación BN-2 (entrada laguna) y BN-3 (laguna Barros Negros) con 2 taxa representados en este punto. En cuanto al valor mínimo de la riqueza, éste se determinó en la estación

CH-1 y BM-1 con 0 taxa representado. Coincidente con la campaña previa, los únicos dos taxa presentes en los sectores monitoreados en la presente campaña en el Sistema Soncor son: Harpacticoida *Cletocamptus cecsurirensis* y Anostraca *Artemia franciscana*.

d. Sector Aguas de Quelana

7.4.2.4.d.1 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 4 taxa entre las estaciones de monitoreo analizadas (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). El número máximo de taxa del zooplancton por estación, fue igual a 3 en la estación Q-4. Por otra parte, el valor más alto de abundancia se determinó en la estación Q-1. Respecto de los taxa que mayormente contribuyeron a la distribución espacial y abundancia total del zooplancton, correspondieron a Nauplius y adultos de Harpacticoida *Cletocamptus cecsurirensis*, *Darwinula stevensoni* y *Artemia franciscana*.

e. Sector Peine

7.4.2.4.e.1 Diversidad General del Área de Estudio

La riqueza máxima de organismos zooplanctónicos del Sector Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita, correspondió a 4 taxa entre las estaciones de monitoreo analizadas (Anexo X Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). El mayor número de taxa del zooplancton se registró en las estaciones PE-3, SA-1 y SA-2, correspondientes a laguna Interna, laguna Salada y Saladita. Por otra parte, la abundancia más alta de organismos en el sector en la actual campaña, se registró en la estación SA-1. Respecto de los taxa más importante, en cuanto a su distribución espacial y abundancia, éstos correspondieron a Nauplius y adultos de Harpacticoida *Cletocamptus cecsurirensis*, Anostraca *Artemia franciscana* y Secernentea Rhabditidae.

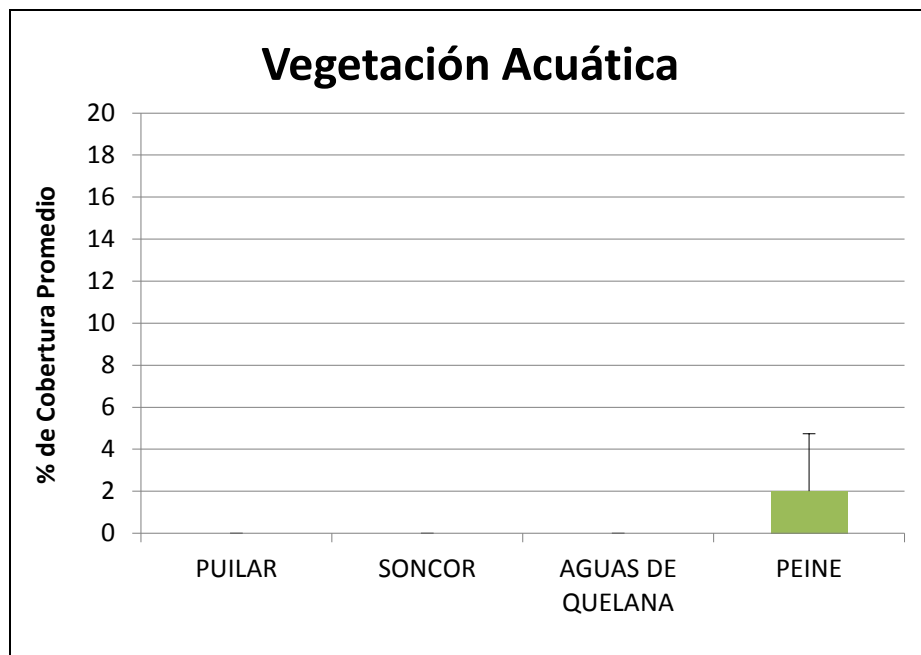
7.4.2.5 — Macrófitas

a. Diversidad General del Área

La Figura 7-4, 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, en las estaciones del Sector Peine, alcanzando un promedio de 2 +/- 2,7 de cobertura. Los elevados valores de desviación estándar para los sectores analizados, indica que hubo gran variabilidad dentro de cada sector (Tabla 5-71).

Respecto del valor mínimo, este se presentó en los otros 3 sectores, Puillar, Soncor y Aguas de Quelana, donde no se determinó la presencia de este tipo de organismos. Esto es similar a lo observado en la campaña previa 2014, sin embargo es opuesto a lo observado en la campaña 2013, donde estos sectores registraron valores altos de cobertura de macrófitas. La Tabla 5-71, muestra la distribución de valores de cobertura en las estaciones de los diferentes sectores monitoreados en abril del año 2015 en el Salar de Atacama.

Figura 7-4. Análisis de la cobertura de vegetación acuática en los 4 sectores analizados en el salar de atacama. Campaña del 2015.



Fuente: Elaboración propia

8 — REFERENCIAS

8.1 — Vegetación y Flora

Ahumada, M. & L. Faundez. 2009. Guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión Altiplánica (SVAHT). SAG. 114pp.

Ahumada, M., Aguirre, F., Contreras M, & A. Figueroa 2012. Guía para la Conservación y seguimiento ambiental de ecosistemas andinos. SAG.

Gajardo R (1994) La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 165 pp.

Gastó, J. & Gallardo, S. (1995) Ecorregiones de Chile. Superficies de pastizales, existencia de ganado y productividad. Ciencia e Investigación Agraria. Vol. 22(1-2)_ 25-39.

Luebert, F. & R. Gajardo. 2000. Vegetación de los Andes áridos del norte de Chile. Lazaroa 21: 111-130.

Luebert, F. & Pliscoff, P. 2006.

Luzio W.; Casanova M. y Seguel O. 2010. Suelos de Chile. Luzio W. (Editor). Universidad de Chile. 346 p.

Luzio y Casanova, 2006. Avances en el conocimiento de los suelos de Chile. Universidad de Chile-Servicio Agrícola y Ganadero. 393 p.

Martínez, E. 2001. Esquema sintaxonómico de la vegetación de regiones salinas de Argentina. Multequina 10: 67-74.

Montesinos-Tubée, D. 2012. Vegetación halófila de tres localidades andinas en la vertiente pacífica del sur de Perú. Chloris Chilensis: año 15 N° 2. URL://<http://www.chlorischile.cl>

Ramírez, C., C. San Martín, D. Contreras. & J. San Martín. 1989. Flora de las marismas del centro-sur de Chile. Medio Ambiente 10: 11-24.

Salisbury, F. y Ross, C. 1985. Plant physiology. Wadsworth, California, 1985.

Schoeneberger, P. J.; Wysocki, D. A.; Benham E. C. and Soil Survey Staff. 2012. Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE. 300 p. Díaz y Wright, 1965

TEILLIER, S. 1998. Flora y vegetación alto-andina del área de Collaguasi - Salar de Coposa, Andes del norte de Chile. Revista Chilena Hist. Nat. 71: 313-329.

TEILLIER, S. & P. BECERRA. 2003. Flora y vegetación del Salar de Ascotán, Andes del norte de Chile. Gayana Bot. 60: 114-122.

Villagran, C. & V. Castro. 2004. Ciencia Indígena de Los Andes del Norte de Chile. Editorial Universitaria. 362 pp.

8.2 — Fauna

Araya B. & G. Millie. 1998. Guía de campo de las aves de Chile. Octava edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 406 p.

Araya B., M. Bernal, R. Schlatter y M. Salaberry. 1995. Lista Patrón de las aves Chilenas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 35 p.

Arntz, W. and Fahrbach, E. (1996): El Nino Experimento climatico de la naturaleza Causas físicas y efectos biológicos. Trad. de C. Wosnitza-Mendo, J. Mendo. Fondo de Cultura Economica, Mexico , 312 p.

Blanco, D. y M. Carbonell. 2001. El censo neotropical de aves acuáticas. Los primeros 10 años: 1990-1999. Wetlands International, Buenos Aires & Ducks Unlimited, Memphis, 96pp.

Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems, 4th ed. Malden, M.A: Blackwell Publishing.

Bibby, C.J., N.D. Burgess y D.A. Hill. 1992. Bird census techniques. Academic Press, London.

Campos H. 1986. Mamíferos terrestres de Chile. Colección Naturaleza de Chile. Volumen 5, Corporación Nacional Forestal & María Cúneo Ediciones. Valdivia 248 pp.

Cei JM. 1962. Los Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile 240 pp.

CONAMA. 2009. Convenio sobre diversidad biológica. Cuarto informe nacional de biodiversidad. Chile. 137 pp.

Decreto Supremo N° 5/1998 Reglamento de Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.

Decreto Supremo N° 75/2005 Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

Decreto Supremo N° 151/2007. Chile. Oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario Oficial, 24 de marzo de 2007.

Decreto Supremo N° 50/2008. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de junio de 2008.

Decreto Supremo N° 51/2008. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de junio de 2008.

Decreto Supremo N° 23/2009. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 7 de mayo de 2009.

Decreto Supremo N° 33/2011. Chile. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 27 de febrero de 2012.

Decreto Supremo N° 41/2011. Chile. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de abril de 2012.

Decreto Supremo N° 42/2011. Chile. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de abril de 2012.

Decreto Supremo N° 19/2012. Chile. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de febrero de 2013.

Decreto Supremo N° 13/2013. Chile. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 25 de julio de 2013.

Decreto Supremo N° 52/2014. Chile. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 29 de agosto de 2014.

Decreto Supremo N° 38/2015. Chile. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, undécimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 04 de septiembre de 2015

Delany, S. 2005. Guidelines for participants in the International Waterbird Census (IWC). Wetlands International, Wageningen, 15pp.

Díaz-Páez H. & J.C. Ortiz. 2003. Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 76 (3): 509 - 525.

Donoso-Barros R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile, 458 pp.

Espinosa, L. 1998. Censo Neotropical de aves acuáticas 1997. Boletín Chileno de Ornitología 5: 34-40.

Houston, J. 2006. The great Atacama flood of 2001 and implications for Andean hydrology. Hydrol. Process. 20, 591-610.

Iriarte JA. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España. 420 pp.

Jaksic, F. M. 1996. Ecología de los vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 262 pp.

Jaramillo A. 2005. Aves de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España. 240 pp.

Johnson, A.W. 1965. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Vol. I. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 398 pp.

Johnson, A.W. 1967. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Vol. II. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 447 pp.

Ley N° 19.473 de Caza de 27.09.96 del Ministerio de Agricultura.

López-Lanús, B. y D. E. Blanco (Eds.). 2005. El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2004. Global Series No. 17. Wetlands International. Buenos Aires, 114pp.

Mann G. 1958. Clave de determinación para las especies de mamíferos silvestres de Chile. Trabajos del Centro de Investigaciones Zoológicas 4: 1-38.

Mann G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40:1-342.

Marquet, P. F. Bozinovic, G. Bradshaw, C. Cornelius, H. González, J. Gutierrez, E. Hajek, J. Lagos, F. López-Cortéz, L. Núñez, E. Rosello, C. Santoro, H. Samaniego, V. Standen, J. Torres-Mura y F. Jaksic. 1998. Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina adyacente en el norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71:593-617.

Martínez, D. y G. González. 2005. Aves de Chile. Nueva guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago, 620 pp.

Memorandum DJ N° 387/2008. Minuta prelación para efectos del SEIA de las clasificaciones y/o categorizaciones de las especies de flora y fauna silvestre. Comisión Nacional del Medio Ambiente. División Jurídica.

Mills J.N., J.E. Childs, T.G. Ksiazek y C.J. Peters. 1998. Métodos para trampeo y muestreo de pequeños mamíferos para estudios virológicos. Organización Panamericana de la Salud. 64 pp.

Miller S. & J. Rottmann 1976. Guía para el reconocimiento de mamíferos chilenos. Editorial Nacional Gabriela Mistral, Santiago, Chile.

Muñoz-Pedrerros A. 2008. Huellas y signos de mamíferos de Chile. Cea Ediciones.

Muñoz-Pedrerros A. & J.L. Yañez. 2000. Mamíferos de Chile. Ediciones CEA, Valdivia Chile. 464 pp.

Muñoz-Pedrerros A., J. Rau, J. Yañez. 2004. Aves rapaces de Chile. Cea Ediciones.

Muñoz-Pedrerros A., J. R. Rau, M. Valdebenito, V. Quintana & D. R. Martínez. 1995. Densidad relativa de pumas (*Felis concolor*) en un ecosistema forestal del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 68: 501-507.

Núñez H. & F. Jaksic. 1992. Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 43: 63-91.

Osgood WH. 1943. The Mammals of Chile. Field Museum of Natural History. Zoological Series 30: 1-268.

Parada, M. 1990a. Flamencos en el norte de Chile, distribución, abundancia y fluctuaciones estacionales del número. Pp. 52-66 en Actas I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos. Corporación Nacional Forestal, 217pp.

Parada, M. 1990b. Flamencos en el norte de Chile; decrementos invernales y proposición de movimientos migratorios. Pp. 148-153 en Actas I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos. Corporación Nacional Forestal, 217pp.

Pearson, D. y L. Ruggiero. 2003. Transect versus grid trapping arrangements for sampling small-mammal communities. *Wildlife Society Bulletin*. Vol. 31 (2): 454- 459 pp.

Pincheira-Donoso D. & H. Nuñez. 2005. Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann 1843 (Iguania: Tropicoduridae: Liolaeminae). Taxonomía, sistemática y evolución. Publicación ocasional, Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 59: 1-486.

Rau, J., C. Zuleta, A. Gantz, F. Sáiz, , A. Cortés, L. Yates, A. Spotorno y E. Couve. 1998. Biodiversidad de artrópodos y vertebrados del Norte Grande de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71:527-554.

Reise D. 1973. Clave para la determinación de los cráneos de marsupiales y roedores chilenos. *Gayana Zoología*. Universidad de Concepción.

Reynolds, R.T., J.M. Scott y R.A.1980. Nussbaum. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor* Vol. 82: 290-313 pp.

Rottmann J. 1995. Guía de identificación de aves de ambientes acuáticos. Unión de Ornítólogos de Chile. 78 p.

SAG. 2004. Medidas de mitigación de impactos ambientales en fauna silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Subdepartamento de Gestión Ambiental. Santiago de Chile. 180 pp.

Santoro, A. 1990. Situación de los flamencos y su relación con los proyectos de áreas silvestres protegidas en los Andes de Antofagasta. Pp. 185-212 en Actas I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos. Corporación Nacional Forestal, 217pp.

Skewes, O. 2009. Manual de huellas de mamíferos silvestres de Chile. Chillán, Chile. Imprenta La Discusión. 100 pp.

Stotz, D., J. Fitzpatrick, T. Parker III, & D. Moskovits. 1997. Neotropical birds, ecology and conservation. The University of Chicago Press, Chicago, 478pp.

Tala, C. 2006. Qué hacen aquí esas gaviotas, qué hacen aquí, tan lejos de su lugar natal. *Boletín Veterinario Oficial* N° 5, I semestre 2006. Servicio Agrícola y Ganadero.

Tellería, J.L.1986. Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Madrid, España, Ed. Raíces. 279 pp.

Veloso A. & J. Navarro. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino 6: 481-539.

Vidal M. & A. Labra. 2008. Herpetología de Chile. Science Verlag, Santiago,