

Medidas Vegetacionales Pedernales EST-01 y EST-02

Informe de Gestión Anual 2026

Apéndice 05 – Ecosistemas Acuáticos Continentales

Preparado para: Codelco Salvador

DSAEST_Anuual26_Apendice05_Rev0

Santiago, 26 de junio 2026



En este apéndice se consolidan los resultados del periodo para Ecosistemas Acuáticos Continentales, el cual contiene integrados los componentes Limnología, Calidad de agua y sedimentos y Caudales. En detalle:

- Informe de Terreno – Campaña primavera 2025; Componente: Ecosistemas Acuáticos Continentales
- Archivo digital “DSAEST_Anual26_Apéndice05_Anexos.zip”

Medidas Vegetacionales Pedernales EST-01 y EST-02

Informe de Campaña Primavera 2025

Componente: Ecosistemas Acuáticos Continentales

Preparado para: Codelco Salvador

DSAEST_PRI25_EAC_Rev0

Santiago, 26 de junio 2026



Control del documento

REV	Fecha	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
A	14-05-2026	Claudio Valdovinos	David Rubinos Jacques Wiertz Daniela Gamboa	Daniela Gamboa
B	24-06-2026	Claudio Valdovinos	José Manuel Riveros	José Manuel Riveros
C	26-06-2026	Claudio Valdovinos	Daniela Gamboa	Daniela Gamboa
0	26-06-2026	Daniela Gamboa		

Índice de Contenidos

1. Resumen	1
2. Introducción	2
3. Objetivos	3
3.1 Objetivo general	3
3.2 Objetivos específicos	3
4. Alcance espacial y temporal	3
4.1 Área de Estudio	3
4.2 Levantamiento de datos en terreno	4
4.3 Sectores estudiados y estaciones de monitoreo	5
5. Materiales y métodos	10
5.1 Caracterización de hábitat	10
5.2 Mediciones <i>in situ</i> , muestreo y análisis de agua	11
5.3 Muestreo y análisis de sedimentos	12
5.4 Medición de caudales	13
5.5 Comunidades planctónicas	16
5.6 Comunidades bentónicas	17
6. Resultados	18
6.1 Caracterización de hábitats	18
6.2 Condición fisicoquímica y química del agua superficial	25
6.3 Sedimentos	36
6.4 Caudales	42
6.5 Comunidades planctónicas	43
6.6 Comunidades bentónicas	68
7. Discusión	97
7.1 Heterogeneidad ambiental del área de estudio	97
7.2 Gradiente salino entre sectores	97
7.3 Disponibilidad hídrica y conectividad	98
7.4 Sedimentos y hábitat bentónico	99
7.5 Comunidades microalgales: fitoplancton y fitobentos	99
7.6 Comunidades de invertebrados: Comunidades microalgales	100
7.7 Caracterización inicial integrada de los ecosistemas acuáticos	101
8. Conclusiones	103
9. Listado de profesionales	105
10. Referencias	106
11. Anexos	109

11.1	Anexo 01. Registro fotográfico de estaciones de monitoreo.....	109
11.2	Anexo 02. Mediciones in situ en aguas superficiales.....	109
11.3	Anexo 03. Resultados de análisis de aguas superficiales.....	109
11.4	Anexo 04. Resultados de análisis de sedimentos.....	109
11.5	Anexo 05. Resultados de mediciones de caudales.....	109
11.6	Anexo 06. Resultados de fitoplancton y fitobentos.	109
11.7	Anexo 07. Resultados de zooplancton y zoobentos.	109

Índice de Tablas

Tabla 1. Estaciones limnológicas consideradas en la Campaña 1.	5
Tabla 2. Puntos de aforo considerados en la Campaña 1. Se indica el código del punto, sector asociado y coordenadas UTM, huso 19S.....	7
Tabla 3. Variables fisicoquímicas medidas o determinadas en terreno durante la Campaña 1 y métodos aplicados.	11
Tabla 4. Parámetros analizados en muestras de agua superficial y métodos analíticos aplicados.	12
Tabla 5. Parámetros determinados en sedimentos durante la Campaña 1 y métodos analíticos aplicados.	13
Tabla 6. Caracterización física y estructural de los hábitats acuáticos en las estaciones limnológicas evaluadas.	22
Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos y químicos del agua superficial registrados y analizados durante la Campaña 1.	28
Tabla 8. Rangos por sector de variables fisicoquímicas y químicas del agua superficial registrados y analizados durante la Campaña 1.....	34
Tabla 9. Concentraciones de metales en sedimentos por estación durante la Campaña 1.....	38
Tabla 10. Rangos por sector de metales en sedimentos registrados durante la Campaña 1.	41
Tabla 11. Caudales registrados en los puntos de aforo durante la Campaña 1. Se indica el código de la estación y caudal medido en (L/s).	42
Tabla 12. Composición taxonómica y abundancia del fitoplancton (cél./L) registrado en las estaciones limnológicas L1 a L10 durante la Campaña 1.....	46
Tabla 13. Composición taxonómica y abundancia del fitoplancton (cél./L) registrado en las estaciones limnológicas L11 a L20 durante la Campaña 1.....	49
Tabla 14. Composición taxonómica y abundancia del fitoplancton (cél./L) registrado en las estaciones limnológicas L21 a L30 durante la Campaña 1.....	52
Tabla 15. Composición taxonómica y abundancia del fitoplancton (cél./L) registrado en las estaciones limnológicas L31 a L35 durante la Campaña 1.....	55
Tabla 16. Parámetros comunitarios del fitoplancton por estación durante la Campaña 1.....	57

Tabla 17. Rangos por sector de riqueza, abundancia total, diversidad de Shannon (H') y equidad (J') del fitoplancton registrados durante la Campaña 1.	60
Tabla 18. Composición y abundancia de organismos obtenidos en las muestras de zooplancton (ind./L) registrados en las estaciones limnológicas L1 a L18 de la Campaña 1.	63
Tabla 19. Composición y abundancia de organismos obtenidos en las muestras de zooplancton (ind./L) registrados en las estaciones limnológicas L19 a L35 de la Campaña 1.	64
Tabla 20. Parámetros comunitarios del zooplancton por estación durante la Campaña 1.	65
Tabla 21. Rangos por sector de riqueza, abundancia total, diversidad de Shannon (H') y equidad (J') del zooplancton registrados durante la Campaña 1.	68
Tabla 22. Composición taxonómica y abundancia del fitobentos (cél./cm ²) registrado en las estaciones limnológicas L1 A L10 durante la Campaña 1.	71
Tabla 23. Composición taxonómica y abundancia del fitobentos (cél./cm ²) registrado en las estaciones limnológicas L11 A L20 en la Campaña 1.	74
Tabla 24. Composición taxonómica y abundancia del fitobentos (cél./cm ²) registrado en las estaciones limnológicas L21 A L30 en la Campaña 1.	77
Tabla 25. Composición taxonómica y abundancia del fitobentos (cél./cm ²) registrado en las estaciones limnológicas L31 A L35 en la Campaña 1.	80
Tabla 26. Parámetros comunitarios del fitobentos por estación durante la Campaña 1.	82
Tabla 27. Rangos por sector de riqueza, abundancia total, diversidad de Shannon (H') y equidad (J') del fitobentos registrados durante la Campaña 1.	85
Tabla 28. Composición y abundancia (ind./m ²) de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones limnológicas L1- L7 de la Campaña 1. Las abundancias se expresan como media ± desviación estándar, en ind./m ² (N = 6 réplicas por estación).	88
Tabla 29. Composición y abundancia (ind./m ²) de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones limnológicas L8- L14 de la Campaña 1. Las abundancias se expresan como media ± desviación estándar, en ind./m ² (N = 6 réplicas por estación).	89
Tabla 30. Composición y abundancia (ind./m ²) de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones limnológicas L15- L21 de la Campaña 1. Las abundancias se expresan como media ± desviación estándar, en ind./m ² (N = 6 réplicas por estación).	90
Tabla 31. Composición y abundancia (ind./m ²) de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones limnológicas L22- L28 de la Campaña 1. Las abundancias se expresan como media ± desviación estándar, en ind./m ² (N = 6 réplicas por estación).	91
Tabla 32. Composición y abundancia (ind./m ²) de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones limnológicas L29-L35 de la Campaña 1. Las abundancias se expresan como media ± desviación estándar, en ind./m ² (N = 6 réplicas por estación).	92
Tabla 33. Parámetros comunitarios del zoobentos por estación durante la Campaña 1.	93
Tabla 34. Rangos por sector de riqueza, abundancia total, diversidad de Shannon (H') y equidad (J') del zoobentos registrados durante la Campaña 1.	96

Índice de Figuras

Figura 1. Área de estudio de las Medidas EST-01 y EST-02.....	4
Figura 2. Distribución espacial de las estaciones limnológicas y de sedimentos, y puntos de aforo en los sectores Ciénaga, Colorado, Tinajas, Tordillo, Río Negro y Vertiente 2.....	8
Figura 3. Distribución espacial de las estaciones limnológicas y de sedimentos, y puntos de aforo en los sectores Salar de Pedernales, Salar Piedra Parada, Salar La Laguna, Pastos Largos, Quebrada Leoncito y Cabecera Sur del río La Ola.....	9
Figura 4. Ejemplos de mediciones en sectores contrastantes de caudal. (a) Alto caudal en sector Quebrada Leoncito (C4); b) Caudal bajo en sector Cabecera Sur Río La Ola (C3); (c) Caudal muy bajo en sector Salar La Laguna (C2), en el cual se requirió la instalación temporal de un vertedero portátil de fondo plano, utilizado como dispositivo de encauzamiento y concentración del flujo.	15
Figura 5. Variación de parámetros fisicoquímicos del agua superficial registrados in situ en las estaciones L1 a L35 durante la Campaña 1: a) temperatura, b) pH, c) conductividad eléctrica, d) oxígeno disuelto y e) alcalinidad total. Para graficar, los valores <LC se representaron como LC/2.	30
Figura 6. Parámetros químicos del agua superficial registrados durante la Campaña 1: a) sólidos suspendidos totales, b) sólidos disueltos, c) fosfato, d) fósforo total y e) amonio. Para graficar, los valores <LC se representaron como LC/2.....	31
Figura 7. Parámetros nitrogenados del agua superficial registrados durante la Campaña 1: a) nitrito, b) nitrato, c) nitrógeno Kjeldahl, d) nitrógeno orgánico y e) nitrógeno total. Para graficar, los valores <LC se representaron como LC/2.	32
Figura 8. Metales disueltos en el agua superficial registrados durante la Campaña 1: a) aluminio, b) cobre, c) hierro, d) manganeso y e) molibdeno. Para graficar, los valores <LC se representaron como LC/2.	33
Figura 9. Metales en sedimentos registrados durante la Campaña 1: a) aluminio, b) cobre, c) hierro, d) manganeso y e) molibdeno. Para graficar, los valores <LC se representaron como LC/2.....	40
Figura 10. Parámetros comunitarios del fitoplancton registrados en las estaciones L1 a L35 durante la Campaña 1: a) riqueza, b) abundancia total, c) diversidad de Shannon (H') y d) equidad (J')...	59
Figura 11. Parámetros comunitarios del zooplancton registrados en las estaciones L1 a L35 durante la Campaña 1: a) riqueza, b) abundancia total, c) diversidad de Shannon (H') y d) equidad (J')...	67
Figura 12. Parámetros comunitarios del fitobentos registrados en las estaciones L1 a L35 durante la Campaña 1: a) riqueza, b) abundancia total, c) diversidad de Shannon H' y d) equidad J'.....	84
Figura 13. Parámetros comunitarios del zoobentos registrados en las estaciones L1 a L35 durante la Campaña 1: a) riqueza, b) abundancia total, c) diversidad de Shannon H' y d) equidad J'. Los valores se calcularon a partir de seis réplicas por estación.....	95

1. Resumen

El presente informe entrega los resultados de la Campaña 1 (Primavera 2025), del seguimiento de ecosistemas acuáticos continentales asociados al Salar de Pedernales y sistemas relacionados, en el marco de las Medidas Vegetacionales EST-01 y EST-02. La campaña tuvo como objetivo establecer una caracterización inicial integrada de estos ecosistemas, considerando hábitat acuático, disponibilidad hídrica superficial, condición fisicoquímica y química del agua, composición química de sedimentos y comunidades biológicas acuáticas.

El monitoreo consideró 35 estaciones limnológicas distribuidas en salares, lagunas someras, bofedales, vegas, quebradas, vertientes, arroyos, canales y pozas, además de 16 puntos de aforo para la medición de caudales superficiales. Los resultados evidenciaron una alta heterogeneidad espacial, expresada en diferencias de profundidad, sustrato, flujo, conectividad superficial, superficie de los cuerpos de agua y disponibilidad de hábitat.

La condición fisicoquímica y química del agua mostró un gradiente salino marcado. Los salares presentaron mayores conductividades eléctricas, sólidos disueltos y concentraciones de fósforo, mientras que algunos sectores de menor salinidad registraron aumentos puntuales de nitrato, nitrógeno total y metales disueltos. Salar Pedernales NE destacó como el sector de mayor salinidad y debe interpretarse como una unidad limnológica marcadamente diferenciada dentro del área de estudio. Los caudales registrados también mostraron alta variabilidad. La mayoría de los puntos presentó caudales menores a 1 L/s, asociados a escurrimientos someros, localizados o discontinuos, mientras que Quebrada Leoncito registró el mayor valor de la campaña, con 542 L/s. Esta diferencia confirma la coexistencia de ambientes de alto flujo relativo, cuerpos de bajo caudal y microhábitats aislados. Los sedimentos presentaron una composición química variable entre estaciones y sectores. Las concentraciones de aluminio, cobre, hierro, manganeso y molibdeno reflejaron diferencias locales de sustrato, acumulación de partículas finas y procesos geoquímicos.

Las comunidades microalgales estuvieron dominadas por Bacillariophyceae, tanto en fitoplancton como en fitobentos, confirmando la importancia de las diatomeas como componente principal. Las mayores abundancias no siempre coincidieron con mayor diversidad o equidad, lo que indica dominancia de pocas taxa en algunos sectores. En aguas corrientes someras, el fitobentos adquiere especial relevancia, mientras que parte del fitoplancton puede corresponder a formas bentónicas desprendidas o resuspendidas. El zooplancton presentó baja riqueza relativa y estuvo compuesto por microcrustáceos y organismos de afinidad bentónica o litoral, condición esperable en ambientes someros y de bajo tiempo de residencia. El zoobentos mostró una señal más representativa de estos hábitats, con diferencias entre sectores y presencia de taxa asociados a condiciones salinas, variables o de menor salinidad relativa.

La Campaña 1 establece una línea inicial de referencia para el seguimiento ecosistémico de largo plazo. Los resultados confirman que la cuenca no debe evaluarse bajo una única condición de referencia, sino por tipo de ambiente, sector y unidad de hábitat, integrando agua superficial, caudales, sedimentos, hábitat y biota acuática. La repetición sistemática del monitoreo permitirá distinguir entre heterogeneidad espacial, variabilidad estacional y eventuales cambios persistentes en la condición limnológica, sedimentaria y biológica de los ecosistemas evaluados.

2. Introducción

En el marco del Avenimiento y Transacción suscrito entre Codelco y el Consejo de Defensa del Estado, aprobado por el Primer Tribunal Ambiental, el presente informe entrega los resultados de la Campaña 1 (Primavera 2025) del seguimiento de los ecosistemas acuáticos continentales asociados al Salar de Pedernales y sectores aledaños. La evaluación integra antecedentes de agua superficial, sedimentos, hábitat, caudales y biota acuática, con el propósito de caracterizar la condición limnológica, hidrológica y sedimentaria de los ambientes monitoreados.

Los humedales altoandinos, salares, bofedales, vegas, quebradas y cuerpos de agua someros corresponden a ecosistemas sensibles, cuya estructura y funcionamiento dependen de la disponibilidad hídrica, la composición química del agua, la heterogeneidad del hábitat y las características del sustrato. Los bofedales altoandinos han sido descritos como sistemas frágiles, dependientes del aporte de agua superficial y subterránea (Squeo et al., 2006), mientras que los salares del norte de Chile presentan una marcada complejidad hidroquímica asociada a procesos de evaporación, acumulación de sales y concentración de sólidos disueltos (Risacher et al., 2003). En este contexto, la medición de caudales permite complementar la interpretación de la disponibilidad de hábitat acuático y de las diferencias hidrológicas entre ambientes.

Los sedimentos constituyen un compartimento relevante para la caracterización de estos sistemas, ya que integran información sobre la matriz bentónica y la acumulación de elementos químicos en el fondo de los ambientes evaluados. A diferencia de la columna de agua, que puede variar rápidamente frente a cambios de caudal, evaporación o mezcla, los sedimentos pueden conservar señales ambientales de mayor persistencia. Además, pueden actuar como reservorio de sustancias químicas y como vía de exposición para organismos bentónicos, por lo que su evaluación debe interpretarse en conjunto con las condiciones del agua, el hábitat y la biota asociada (Burton, 2002; Chapman & Wang, 2001).

Las comunidades planctónicas y bentónicas complementan esta aproximación, al incorporar organismos que responden a gradientes de salinidad, sólidos disueltos, nutrientes, oxígeno disuelto, tipo de sustrato, estabilidad del hábitat y disponibilidad de agua. En ambientes altoandinos y salinos, las diatomeas y los macroinvertebrados bentónicos han mostrado respuestas relevantes frente a gradientes ambientales e hidroquímicos, por lo que constituyen componentes útiles para interpretar la condición ecológica de estos sistemas (Heine-Fuster et al., 2021; Vila et al., 2020).

En la cuenca del Salar de Pedernales, estudios recientes han descrito una alta heterogeneidad ambiental y biológica entre salares, lagunas, cursos naturales, quebradas y ambientes intervenidos, reflejada en diferencias de conductividad eléctrica, pH, sólidos disueltos, nutrientes, metales traza y estructura de las comunidades acuáticas (González-Saldías et al., 2026). Por ello, el seguimiento de estos ecosistemas requiere integrar información hidrológica, fisicoquímica, sedimentaria y biológica, considerando tanto la columna de agua como los sustratos bentónicos.

Dado que este informe corresponde al primer muestreo de un programa de seguimiento de ocho años, sus resultados deben entenderse como una caracterización inicial de los ecosistemas acuáticos continentales evaluados. La interpretación espacial y temporal de los patrones observados será progresivamente más robusta a medida que se incorporen nuevas campañas, permitiendo distinguir la variabilidad natural de eventuales cambios en la disponibilidad de agua superficial, la composición química del agua y los sedimentos, y la estructura de las comunidades acuáticas.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar la condición inicial de los ecosistemas acuáticos continentales asociados al Salar de Pedernales y sistemas relacionados, mediante el monitoreo integrado del hábitat acuático, la disponibilidad hídrica superficial, la condición fisicoquímica y química del agua superficial, la composición química de los sedimentos y las comunidades biológicas acuáticas, con el fin de generar información de referencia para el seguimiento ecosistémico durante el periodo de monitoreo de ocho años.

3.2 Objetivos específicos

- a) Evaluar la condición del hábitat acuático y la disponibilidad hídrica superficial en los ambientes monitoreados, considerando su variabilidad física, estructural e hidrológica.
- b) Determinar la condición fisicoquímica y química del agua superficial en las estaciones evaluadas, considerando parámetros generales, nutrientes, sólidos disueltos, sólidos suspendidos y metales disueltos, así como la composición química de los sedimentos, considerando metales en la matriz sedimentaria.
- c) Evaluar la estructura de las comunidades biológicas acuáticas presentes en las estaciones de monitoreo, considerando los componentes fitoplancton, fitobentos, zooplancton y zoobentos.
- d) Integrar la información de hábitat, caudal, condición fisicoquímica y química del agua superficial, sedimentos y biota acuática para establecer una caracterización inicial de la condición de los ecosistemas acuáticos continentales asociados al Salar de Pedernales y sistemas relacionados.

4. Alcance espacial y temporal

4.1 Área de Estudio

El área de estudio corresponde a los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres (SVAHT) y ambientes acuáticos asociados ubicados en las inmediaciones del Salar de Pedernales, considerados en el marco de las Medidas EST-01 y EST-02 establecidas en el Avenimiento y Transacción suscrito entre Codelco y el Consejo de Defensa del Estado (Figura 1).

El monitoreo incluye ambientes asociados al Salar de Pedernales, Salar La Laguna y Salar Piedra Parada, además de quebradas, vegas, bofedales, vertientes, arroyos y cursos de agua vinculados funcionalmente al sistema. Los salares de Pedernales, La Laguna y Piedra Parada se emplazan dentro del sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad “Salar de Pedernales y sus alrededores”, lo que destaca la relevancia ambiental del seguimiento. La información obtenida durante los tres primeros años de ejecución de la Medida EST-02 será utilizada como insumo para el desarrollo del Modelo Ecosistémico contemplado en la Medida EST-01.

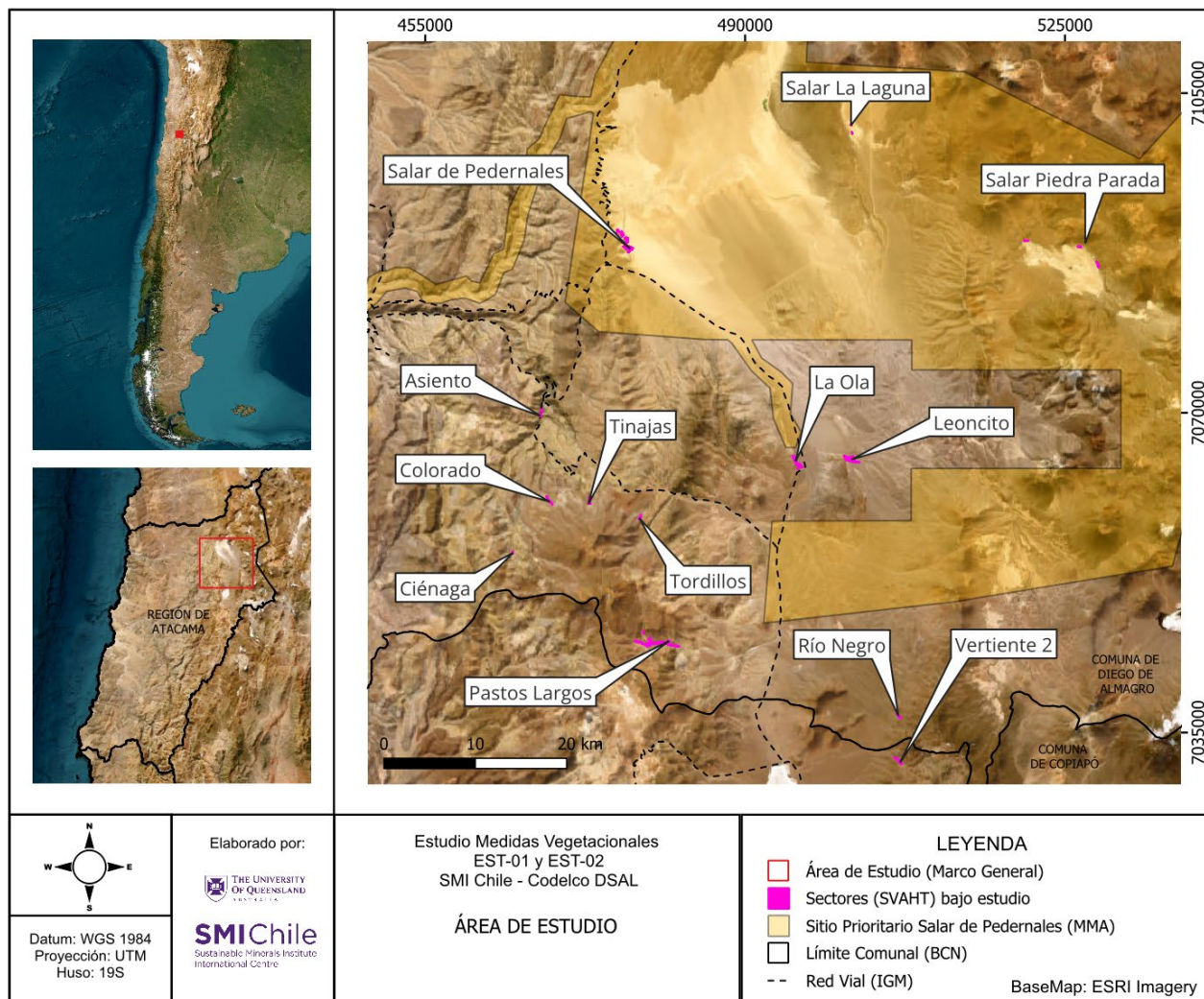


Figura 1. Área de estudio de las Medidas EST-01 y EST-02.

4.2 Levantamiento de datos en terreno

La Campaña 1 constituye el primer levantamiento de información de este Proyecto, en el seguimiento de ecosistemas acuáticos continentales en el área de estudio. Las actividades de terreno se realizaron entre el 26 de noviembre y el 2 de diciembre de 2025. Durante esta campaña se caracterizaron el hábitat acuático, la disponibilidad hídrica superficial, la condición fisicoquímica y química del agua superficial, la composición química de los sedimentos y las comunidades biológicas acuáticas. Estos componentes fueron evaluados de acuerdo con el diseño definido para el programa, que contempla una duración total de ocho años, con dos campañas anuales, hasta completar 16 campañas de monitoreo.

Dado que este levantamiento corresponde al inicio del programa, sus resultados representan una caracterización inicial de las condiciones observadas durante el periodo de terreno. En consecuencia, la interpretación temporal debe considerarse preliminar y será complementada con las campañas posteriores, una vez que exista una serie de datos suficiente para evaluar patrones estacionales, variabilidad interanual y eventuales tendencias de cambio.

4.3 Sectores estudiados y estaciones de monitoreo

El diseño muestral de la Campaña 1 consideró 35 estaciones limnológicas, identificadas como L1 a L35, distribuidas en los principales ambientes acuáticos del área de estudio. Adicionalmente, se consideraron 16 puntos de aforo, identificados como C1 a C16, destinados exclusivamente a la medición de caudales superficiales. Estos puntos se ubicaron en la estación limnológica correspondiente o en el curso de agua más próximo, según las condiciones de terreno y la factibilidad de medición. Por lo tanto, los puntos C no corresponden a estaciones adicionales de muestreo limnológico, sino a puntos complementarios para caracterizar la disponibilidad hídrica superficial de los sectores evaluados.

La distribución de las estaciones buscó representar la variabilidad espacial de los sistemas acuáticos monitoreados, incluyendo ambientes asociados al Salar de Pedernales, Salar La Laguna, Salar Piedra Parada, río La Ola y quebradas aledañas. En el Salar de Pedernales se consideraron estaciones en dos sectores principales, correspondientes al sector suroeste y al sector noreste del sistema. Además, se incluyeron quebradas, bofedales, vegas, vertientes, arroyos, canales y cursos de agua dulce localizados al sur y sureste del salar.

La ubicación de las estaciones limnológicas y de sedimentos L1 a L35 se presenta en la Tabla 1, indicando sector asociado y coordenadas UTM, huso 19S. Esta información permite mantener la trazabilidad espacial de las muestras y mediciones realizadas durante la campaña, así como asegurar la comparabilidad de los resultados con los futuros monitoreos del programa. Los registros fotográficos de las estaciones se presentan en el Anexo 01.

La ubicación de los puntos de aforo C1 a C16 se presenta en la Tabla 2. Los puntos C15 y C16, ubicados en el sector noreste del Salar de Pedernales, se incorporaron como puntos complementarios de medición de caudal. Estos puntos no forman parte de las obligaciones establecidas en el Avenimiento y Transacción. Sin embargo, se incluyen en este informe porque aportan información hidrológica adicional para interpretar la disponibilidad de agua superficial en dicho sector (para mantener esta distinción, ambos puntos se identifican con asterisco en la Tabla 2).

La distribución espacial de las estaciones limnológicas y de los puntos de aforo se muestra en las Figura 2 y Figura 3, permitiendo visualizar la cobertura del diseño muestral y la disposición de los principales grupos de estaciones en relación con los salares, quebradas y cursos de agua monitoreados.

Tabla 1. Estaciones limnológicas consideradas en la Campaña 1.

Estación	Sector	Este (m)	Norte (m)
L1	Salar Pedernales SO	476110	7090036
L2	Salar Pedernales SO	477211	7088181
L3	Salar Pedernales SO	477388	7088110
L4	Salar Pedernales SO	477081	7087304
L5	Salar Pedernales SO	477203	7087782
L6	Salar Pedernales SO	476793	7091206
L7	Salar La Laguna	501482	7101490

Estación	Sector	Este (m)	Norte (m)
L8	Salar La Laguna	501808	7100800
L9	Cabecera Sur Río La Ola	495296	7065420
L10	Cabecera Sur Río La Ola	495661	7064569
L11	Cabecera Sur Río La Ola	495314	7065301
L12	Salar Piedra Parada	520704	7088800
L13	Salar Piedra Parada	526349	7088153
L14	Salar Piedra Parada	528589	7086025
L15	Quebrada Ciénaga	464575	7054667
L16	Pastos Largos	478515	7044925
L17	Pastos Largos	480097	7044797
L18	Pastos Largos	481665	7044654
L19	Río Negro	506641	7037112
L20	Río Negro	506718	7036976
L21	Quebrada Tinajas	473052	7060377
L22	Quebrada Tordillo	478518	7058591
L23	Quebrada Tordillo	478614	7058807
L24	Vertiente 2	507185	7031621
L25	Vertiente 2	506713	7032089
L26	Quebrada Leoncito	501685	7065100
L27	Quebrada Leoncito	500874	7065288
L28	El Colorado	468452	7060531
L29	El Colorado	468192	7060957
L30	Salar Pedernales NE	492549	7104959
L31	Salar Pedernales NE	492441	7104650
L32	Salar Pedernales NE	492432	7104183
L33	Salar Pedernales NE	492380	7104025
L34	Salar Pedernales NE	492302	7103454
L35	Salar Pedernales NE	492343	7103188

Tabla 2. Puntos de aforo considerados en la Campaña 1. Se indica el código del punto, sector asociado y coordenadas UTM, huso 19S.

Estación	Sector	Este (m)	Norte (m)
C1	Salar de Pedernales SO	477375	7088117
C2	Salar La Laguna	501441	7101550
C3	Cabecera Sur Río La Ola	495312	7065306
C4	Quebrada Leoncito	500872	7065288
C5	Salar Piedra Parada	520604	7088809
C6	Salar Piedra Parada	526218	7088102
C7	Salar Piedra Parada	528600	7086004
C8	Quebrada Ciénaga	464575	7054667
C9	Pastos Largos	478029	7045046
C10	Río Negro	506645	7037112
C11	Quebrada Tinajas	473053	7060378
C12	Quebrada Tordillo	478517	7058591
C13	Vertiente 2	507185	7031621
C14	El Colorado	468467	7060494
C15*	Salar de Pedernales NE	492513	7104720
C16*	Salar de Pedernales NE	492337	7103254

* Nota: Los puntos C15 y C16 corresponden a mediciones complementarias realizadas en el sector noreste del Salar de Pedernales y no forman parte de las obligaciones establecidas en el Avenimiento y Transacción.

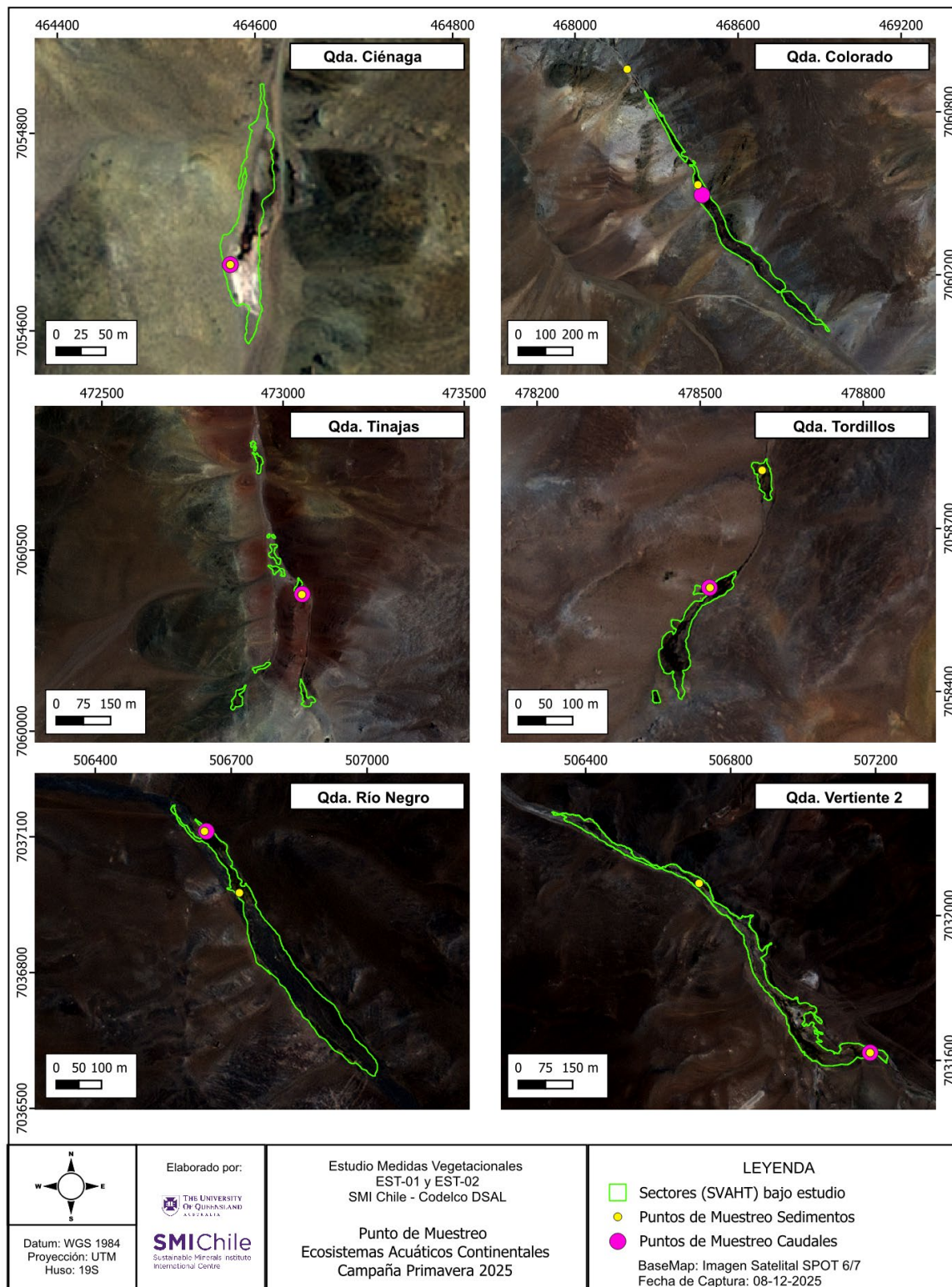


Figura 2. Distribución espacial de las estaciones limnológicas y de sedimentos, y puntos de aforo en los sectores Ciénaga, Colorado, Tinajas, Tordillo, Río Negro y Vertiente 2.

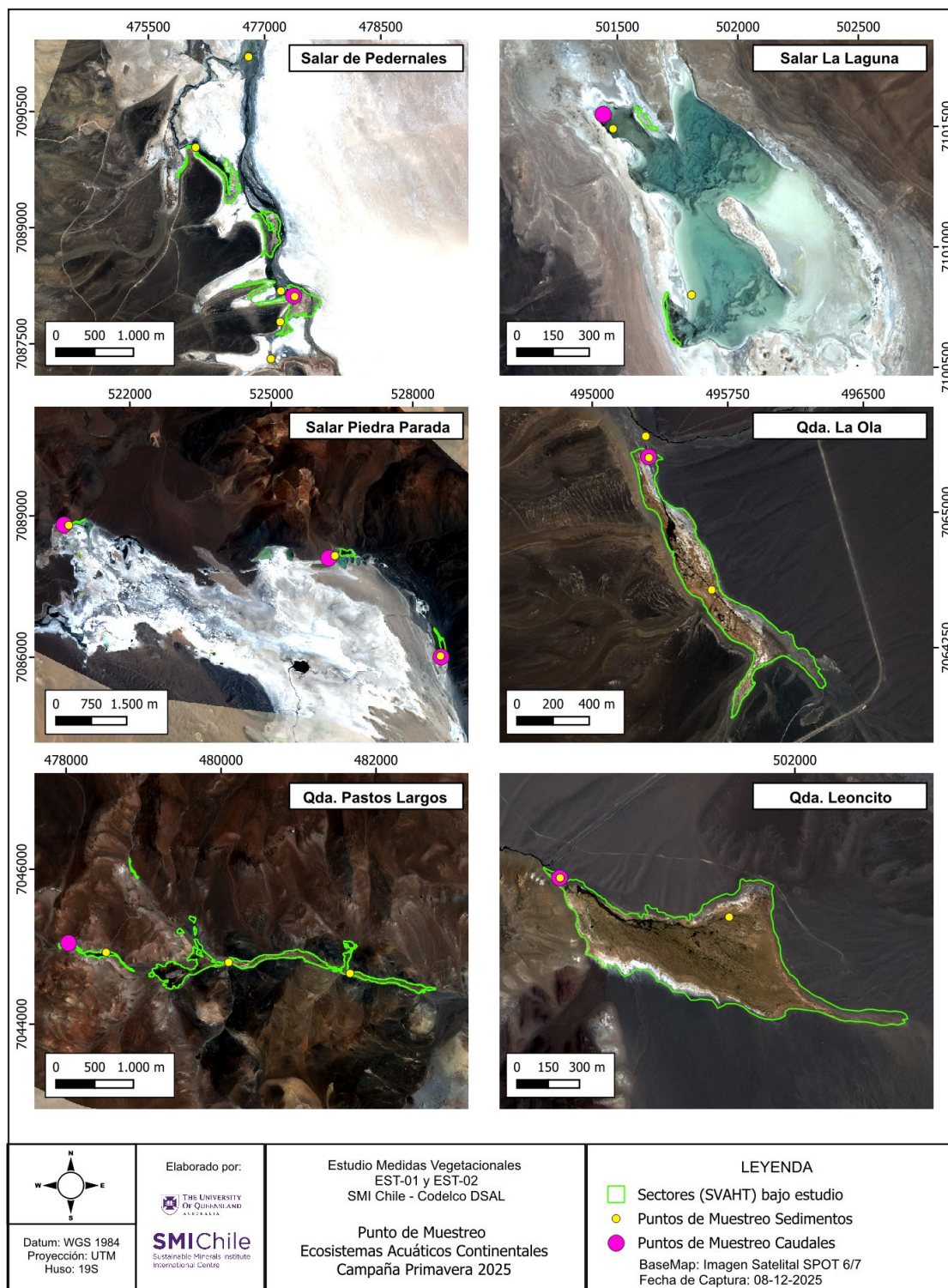


Figura 3. Distribución espacial de las estaciones limnológicas y de sedimentos, y puntos de aforo en los sectores Salar de Pedernales, Salar Piedra Parada, Salar La Laguna, Pastos Largos, Quebrada Leoncito y Cabecera Sur del río La Ola.

5. Materiales y métodos

5.1 Caracterización de hábitat

La caracterización del hábitat acuático tuvo como objetivo registrar las condiciones físicas y estructurales locales de los ambientes evaluados. La selección de atributos consideró criterios generales utilizados en la evaluación de hábitats acuáticos, incluyendo variables relacionadas con morfología local, sustrato, profundidad, flujo y vegetación asociada (Barbour et al., 1999).

En cada estación se registró el tipo de sistema, origen del ambiente, patrón estructural del hábitat, ancho medio del canal cuando correspondió, profundidad máxima y profundidad media, tipo de sustrato dominante, condición de flujo, velocidad máxima de la corriente, presencia de masas de algas filamentosas, vegetación acuática en el fondo y vegetación ribereña. Las observaciones fueron realizadas directamente en terreno mediante inspección visual y mediciones básicas de las condiciones físicas del hábitat. La condición de flujo se clasificó de manera cualitativa-operacional como nula, baja, media o alta, considerando la presencia de escurrimiento superficial, su continuidad, la velocidad máxima de la corriente y, cuando correspondió, el caudal medido en el sitio. Se consideró flujo nulo cuando no se observó escurrimiento superficial aparente; flujo bajo cuando el escurrimiento fue débil, somero o discontinuo; flujo medio cuando el flujo fue continuo y más definido; y flujo alto cuando el escurrimiento presentó mayor energía hidráulica aparente. La velocidad máxima de la corriente fue registrada en cm/s cuando existió escurrimiento superficial observable. En aquellas estaciones donde la profundidad media no pudo ser medida directamente con precisión, esta fue estimada de manera aproximada sobre la base de observaciones de terreno, lo que se indicó mediante asterisco en la tabla correspondiente. Cada estación fue georreferenciada mediante un GPS Garmin GPSMAP 60CSx, registrándose sus coordenadas en sistema UTM, huso 19S. Adicionalmente, se tomaron fotografías representativas para respaldar visualmente la caracterización del hábitat.

Para complementar la caracterización física de los hábitats acuáticos, se estimó la superficie aproximada de los cuerpos de agua asociados a las estaciones de muestreo. Estas estimaciones fueron utilizadas como antecedente contextual para interpretar la escala espacial, conectividad y grado de aislamiento de los hábitats evaluados. Aunque corresponden a valores referenciales, constituyen información relevante para el análisis ecológico, ya que la extensión, continuidad superficial, estabilidad aparente y aislamiento de los cuerpos de agua pueden influir en la disponibilidad de hábitat, la colonización biológica, la acumulación de materia orgánica y la estructura de las comunidades acuáticas. Las superficies de los cuerpos de agua de mayor extensión fueron estimadas a partir de imágenes satelitales disponibles en Google Earth, considerando la continuidad visible del espejo de agua o de la unidad hídrica superficial. En el caso de pozas, vertientes, afloramientos y tramos someros de quebradas, las superficies fueron estimadas directamente en terreno mediante GPS y observación del límite superficial del hábitat acuático. Para la interpretación de estas superficies se consideró la conectividad superficial entre estaciones. Las estaciones conectadas por flujo continuo o pertenecientes a una misma unidad hídrica superficial fueron consideradas como parte de un mismo cuerpo de agua, en cambio, cuando el agua afloraba, se infiltraba y volvía a aflorar aguas abajo sin continuidad superficial evidente, las estaciones fueron tratadas como cuerpos de agua independientes desde el punto de vista del hábitat.

5.2 Mediciones *in situ*, muestreo y análisis de agua

En los puntos de monitoreo definidos se registraron variables fisicoquímicas *in situ* para caracterizar las condiciones del agua superficial al momento del muestreo. Las variables consideradas fueron conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH y temperatura, conforme a los procedimientos aplicados por el Organismo de Inspección EULA-Chile / ETFA 021-03. Adicionalmente, se determinó alcalinidad total mediante titulación realizada en terreno.

Las mediciones y determinaciones se realizaron mediante instrumental de terreno y métodos basados en *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 24^a edición, además de procedimientos internos del Centro EULA-Chile. Los métodos aplicados para cada variable se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3. Variables fisicoquímicas medidas o determinadas en terreno durante la Campaña 1 y métodos aplicados.

Variable medida <i>in situ</i>	Método de medición
Conductividad eléctrica	2510 B. Laboratory Method. Conductivity. <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> , 24 ^a edición, 2023
Oxígeno disuelto	4500-O G. Membrane Electrode Method. Oxygen (Dissolved). <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> , 24 ^a edición, 2023
pH	4500-H+ B. Electrometric Method. pH Value. <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> , 24 ^a edición, 2023
Temperatura	2550 B. Laboratory and Field Methods. Temperature. <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> , 24 ^a edición, 2023
Alcalinidad total*	LEE-MET-504-VAL33 v1, basado en 2320 B. Titration Method. Alkalinity. <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> , 24 ^a edición, 2023.

*Nota: La alcalinidad total no corresponde a una medición instrumental *in situ*, sino a una determinación por titulación realizada en terreno. Para ello, las muestras fueron recolectadas en los puntos de monitoreo y analizadas dentro de las 24 h posteriores a su recolección en un área de análisis habilitada en terreno, utilizando el equipamiento de titulación correspondiente.

El instrumental empleado incluyó una sonda multiparamétrica HI 98494 para el registro de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, y un equipo HI 935005 para la medición de temperatura. Antes y durante el desarrollo de las mediciones se aplicaron controles de verificación instrumental para pH, conductividad eléctrica, temperatura y oxígeno disuelto.

Las muestras de agua superficial fueron colectadas por el Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, conforme al procedimiento interno LEE-MDT-507-01 v10 y a NCh ISO 5667/6:2015. Para cada muestra se utilizaron envases y preservantes proporcionados por el Laboratorio de Ensayos EULA-Chile, manteniendo su identificación y trazabilidad mediante la cadena de custodia correspondiente. Los análisis fueron realizados por el Laboratorio de Ensayos EULA-Chile, acreditado bajo NCh-ISO/IEC 17025:2017.

Los parámetros analizados incluyeron nutrientes, sólidos disueltos, sólidos suspendidos y metales disueltos. En conjunto con las variables registradas en terreno, estos antecedentes permitieron caracterizar la calidad fisicoquímica y química del agua superficial en los ambientes evaluados. La Tabla 4 resume los parámetros considerados y los métodos analíticos aplicados.

Tabla 4. Parámetros analizados en muestras de agua superficial y métodos analíticos aplicados.

Parámetro	Método analítico
Aluminio disuelto	3120 B. Inductively Coupled Plasma (ICP) Method. Metals by Plasma Emission Spectroscopy; 3030 B. Filtration for Dissolved and Suspended Metals. SM, 24ª edición, 2023
Amonio	LEE-MET-504-VAL43 v2, basado en 4500-NH ₃ F. Phenate Method. <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> , 24ª edición, 2023.
Cobre disuelto	3120 B. ICP Method; 3030 B. Filtration for Dissolved and Suspended Metals. SM, 24ª edición, 2023
Fosfato	LEE-MET-504-VAL14 v02, basado en 4500-P E. Ascorbic Acid Method. <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> , 24ª edición, 2023.
Fósforo total	4500-P B. Sample Preparation; 4500-P E. Ascorbic Acid Method. SM, 24ª edición, 2023
Hierro disuelto	3120 B. ICP Method; 3030 B. Filtration for Dissolved and Suspended Metals. SM, 24ª edición, 2023
Manganeso disuelto	3120 B. ICP Method; 3030 B. Filtration for Dissolved and Suspended Metals. SM, 24ª edición, 2023
Molibdeno disuelto	3120 B. ICP Method; 3030 B. Filtration for Dissolved and Suspended Metals. SM, 24ª edición, 2023
Nitrato	4500-NO ₃ E. Cadmium Reduction Method. SM, 24ª edición, 2023
Nitrito	4500-NO ₂ B. Colorimetric Method. SM, 24ª edición, 2023
Nitrógeno Kjeldahl / nitrógeno orgánico	4500-Norg B. Macro-Kjeldahl Method. SM, 24ª edición, 2023
Nitrógeno total	Cálculo a partir de nitrógeno Kjeldahl, nitrato y nitrito
Sólidos disueltos totales	2540 C. Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. SM, 24ª edición, 2023
Sólidos suspendidos totales	2540 D. Total Suspended Solids Dried at 103–105 °C. SM, 24ª edición, 2023

5.3 Muestreo y análisis de sedimentos

El muestreo de sedimentos correspondió a muestras compuestas del estrato superficial en los sitios definidos para este componente. Las muestras fueron recolectadas por el Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, conforme al procedimiento interno LEE-MDT-507-01 v10, considerando criterios de representatividad, trazabilidad, conservación, rotulación y prevención de contaminación aplicables al muestreo de matrices ambientales acuáticas. En cada punto de muestreo se obtuvieron tres submuestras independientes de sedimento superficial, recolectadas en sectores representativos del microhábitat local. Estas submuestras fueron integradas y homogenizadas en terreno, conformando una única muestra compuesta por estación. Este procedimiento permitió representar de mejor manera la condición media del sedimento superficial en cada punto, reduciendo el efecto de la heterogeneidad espacial de pequeña escala propia de los ambientes evaluados.

La extracción de las submuestras se realizó mediante un core de PVC, evitando el uso de implementos metálicos que pudieran generar contaminación cruzada por metales. Las muestras

compuestas fueron almacenadas en recipientes adecuados, rotuladas con el código correspondiente y transportadas al laboratorio siguiendo los procedimientos de conservación y cadena de custodia del Centro EULA-Chile.

Los análisis químicos fueron efectuados por el Laboratorio de Ensayos EULA-Chile, acreditado bajo NCh-ISO/IEC 17025:2017. Los parámetros analizados correspondieron a aluminio, cobre, hierro, manganeso y molibdeno, determinados mediante el método interno LEE-MET-504-VAL17 v01, basado en EPA Method 3050B para digestión ácida fuerte, y cuantificados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24^a edición, método 3120B (Tabla 5). Dado que el procedimiento EPA 3050B utiliza digestión ácida fuerte sin incorporación de ácido fluorhídrico, los resultados no corresponden a una digestión total geoquímica de la matriz mineral. En consecuencia, las concentraciones se interpretan operacionalmente como metales recuperables mediante digestión ácida fuerte (USEPA, 1996). Los límites de cuantificación informados fueron 8,0 mg/kg para aluminio, 8,3 mg/kg para cobre, 27,5 mg/kg para hierro, 11,0 mg/kg para manganeso y 5,5 mg/kg para molibdeno.

Tabla 5. Parámetros determinados en sedimentos durante la Campaña 1 y métodos analíticos aplicados.

Parámetro	Método analítico
Aluminio	LEE-MET-504-VAL17 v01. Basado en EPA 3050-B, digestión; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24 ^a edición, 3120B, cuantificación.
Cobre	LEE-MET-504-VAL17 v01. Basado en EPA 3050-B, digestión; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24 ^a edición, 3120B, cuantificación.
Hierro	LEE-MET-504-VAL17 v01. Basado en EPA 3050-B, digestión; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24 ^a edición, 3120B, cuantificación.
Manganeso	LEE-MET-504-VAL17 v01. Basado en EPA 3050-B, digestión; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24 ^a edición, 3120B, cuantificación.
Molibdeno	LEE-MET-504-VAL17 v01. Basado en EPA 3050-B, digestión; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24 ^a edición, 3120B, cuantificación.

5.4 Medición de caudales

Las mediciones de caudal fueron ejecutadas por el Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, en su calidad de Organismo de Inspección EULA-Chile / ETFA 021-03, acreditado bajo NCh-ISO 17020:2012. La medición de caudal se efectuó conforme al procedimiento LEE-MDT-507-01 v10, basado en ASTM D3858-95 (2014), *Standard Test Method for Open-Channel Flow Measurement of Water by Velocity-Area Method*. Este método permite estimar el caudal en corrientes superficiales y canales abiertos a partir del área de la sección transversal y de la velocidad media del flujo. En cada punto de aforo se seleccionó una sección representativa del escurrimiento superficial, considerando condiciones de acceso, estabilidad del cauce, continuidad del flujo y presencia de una lámina de agua medible. Cuando correspondió, la sección fue subdividida en segmentos, calculándose el caudal parcial de cada uno de ellos mediante el producto entre el área y la velocidad correspondiente. El caudal total se obtuvo como la suma de los caudales parciales, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q = \sum_{i=1}^n V_i \cdot A_i$$

donde Q corresponde al caudal total, V_i a la velocidad media del flujo en el segmento i , A_i al área del segmento i , y n al número total de segmentos considerados en la sección transversal.

Las mediciones fueron realizadas con un medidor de caudal GURLEY 625. Los resultados se expresaron en litros por segundo (L/s) y fueron registrados en la carta de terreno. En cinco puntos de aforo (C2, C3, C5, C6 y C11), los canales presentaron baja profundidad (<3 cm), por lo que se instaló temporalmente un vertedero portátil de fondo plano como dispositivo de encauzamiento y concentración del flujo (Figura 4c). Esta estructura permitió reducir el escurrimiento difuso, aumentar localmente la profundidad efectiva de la lámina de agua y definir una sección hidráulica más estable para la medición con micromolinetes. El uso de dispositivos portátiles, tales como vertederos o canaletas, constituye una alternativa operativa para mediciones de bajo caudal o en secciones naturales poco favorables (Rodier & Roche, 1978; Rantz et al., 1982; Turnipseed & Sauer, 2010). En la Figura 4 se muestran ejemplos de mediciones en sectores contrastantes de caudal: alto caudal en Quebrada Leoncito (C4), caudal bajo en Cabecera Sur Río La Ola (C3) y caudal muy bajo en Salar La Laguna (C2), donde se requirió la instalación temporal del vertedero portátil.

Los caudales registrados en puntos con profundidades muy someras deben interpretarse como estimaciones puntuales obtenidas bajo condiciones limitantes de terreno. Esta consideración es especialmente relevante para caudales <1 L/s, los cuales reflejan escurrimientos superficiales reducidos, de baja profundidad y alta sensibilidad a pequeñas variaciones locales de la sección de medición.

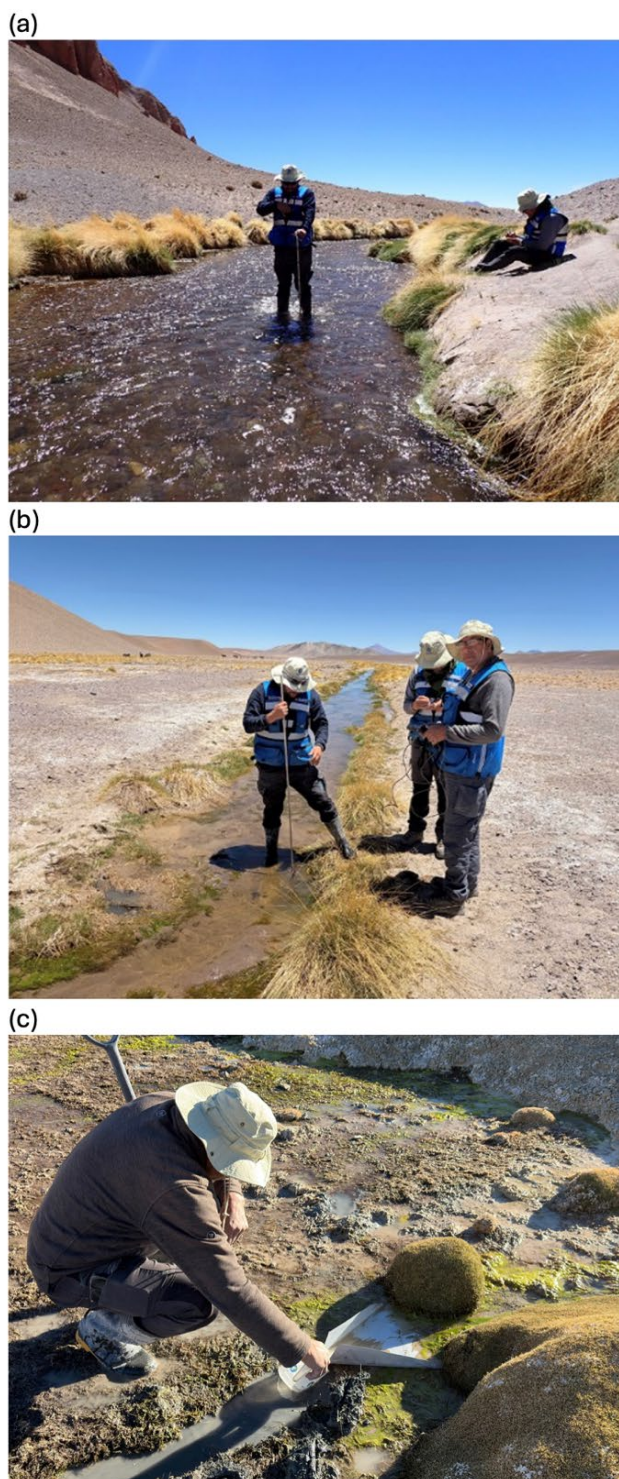


Figura 4. Ejemplos de mediciones en sectores contrastantes de caudal. (a) Alto caudal en sector Quebrada Leoncito (C4); b) Caudal bajo en sector Cabecera Sur Río La Ola (C3); (c) Caudal muy bajo en sector Salar La Laguna (C2), en el cual se requirió la instalación temporal de un vertedero portátil de fondo plano, utilizado como dispositivo de encauzamiento y concentración del flujo.

5.5 Comunidades planctónicas

5.5.1 Fitoplancton

El muestreo de fitoplancton tuvo como objetivo caracterizar las comunidades de microalgas presentes en la columna de agua, considerando su composición taxonómica, riqueza y abundancia celular. El procedimiento de muestreo se basó en los métodos de *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* aplicables al muestreo y análisis de fitoplancton (APHA, AWWA & WEF, 2023). Las muestras fueron obtenidas mediante arrastre con red Hydro-Bios de 55 µm de abertura de trama, en transectos aleatorios de 10 m de longitud. En ambientes de muy baja profundidad, donde no fue posible realizar arrastres con red, se obtuvieron 10 submuestras de 1 L mediante probeta certificada, las que fueron posteriormente filtradas con red Hydro-Bios de 55 µm. Las muestras fueron almacenadas en frascos etiquetados de 100 mL y fijadas con solución de Lugol al 10%. En todos los casos se obtuvo una muestra por estación.

El análisis de laboratorio se realizó siguiendo UNE-EN 15204:2007 y los procedimientos de *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* para fitoplancton (APHA, AWWA & WEF, 2023), mediante microscopía invertida y técnica de Utermöhl. Para el análisis cualitativo, una fracción de cada muestra fue oxidada con el fin de facilitar la observación y determinación taxonómica de Bacillariophyceae. La identificación taxonómica se efectuó mediante microscopía fotónica, utilizando un microscopio Zeiss Axioplan y literatura especializada para algas continentales de Chile y Sudamérica, incluyendo Parra et al. (1982–1983), Parra y Bicudo (1996) y Parra (2006). La abundancia celular fue determinada mediante recuento en microscopio invertido, utilizando cámaras de sedimentación de 20 mL. A partir de los recuentos obtenidos se calculó la abundancia de microalgas fitoplanctónicas, expresada como células/L.

5.5.2 Zooplancton

El muestreo de zooplancton tuvo como objetivo caracterizar las comunidades presentes en la columna de agua, considerando su composición taxonómica, riqueza y abundancia. El procedimiento se basó en los métodos de *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* aplicables al muestreo y recuento de zooplancton, incluyendo 10200B, *Zooplankton – Sample Collection*, y 10200G, *Zooplankton – Counting Techniques* (APHA, AWWA & WEF, 2023). Las muestras fueron obtenidas mediante arrastre con red Hydro-Bios de 100 µm de abertura de trama, en transectos aleatorios de 10 m de longitud. En ambientes de muy baja profundidad, donde no fue posible realizar arrastres con red, se obtuvieron 10 submuestras de 1 L mediante probeta certificada, las que fueron posteriormente filtradas con red Hydro-Bios de 100 µm. Las muestras fueron almacenadas en frascos etiquetados de 100 mL y fijadas con formalina al 10%. En todos los casos se obtuvo una muestra por estación.

En laboratorio, la identificación taxonómica se realizó mediante estereomicroscopio con luz fría Schott KL1500-Z y microscopio fotónico Zeiss Axioplan. La determinación se apoyó en literatura especializada para zooplancton y fauna dulceacuícola, incluyendo Pennak (1978), Araya y Zúñiga (1985) y Valdovinos et al. (2019). La abundancia fue estimada mediante recuento de organismos en alícuotas de volumen conocido, considerando submuestreo cuando fue necesario. A partir de estos recuentos se calculó la abundancia del zooplancton, expresada como individuos/L.

5.6 Comunidades bentónicas

5.6.1 Fitobentos

El muestreo de fitobentos tuvo como objetivo caracterizar las comunidades de microalgas asociadas al sustrato, considerando su composición taxonómica, riqueza y abundancia celular. El procedimiento se basó en los métodos de *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* aplicables al muestreo y análisis de perifiton (APHA, AWWA & WEF, 2023). Las muestras fueron obtenidas desde el estrato superficial del sustrato, procurando representar las condiciones locales del hábitat bentónico. Para ello, se recolectaron tres submuestras independientes de perifiton desde sustratos representativos y comparables dentro del área de muestreo. Cada submuestra correspondió a una superficie de 1,33 cm², integrando una superficie total de 4,0 cm² por muestra. Las submuestras fueron reunidas, homogenizadas y analizadas como una única muestra compuesta, de acuerdo con criterios utilizados en protocolos de evaluación de perifiton que consideran la integración de submuestras para representar la condición media del área evaluada (Barbour et al., 1999; NEON, 2015).

Las muestras fueron fijadas con Lugol al 10% y conservadas para su posterior análisis en laboratorio. La identificación taxonómica y el recuento celular se realizaron siguiendo los mismos criterios microscópicos y bibliográficos indicados para fitoplancton, incluyendo la oxidación de una fracción de la muestra para facilitar la determinación de Bacillariophyceae y el recuento mediante microscopía invertida con cámaras de sedimentación de 20 mL. A partir de los recuentos obtenidos se calculó la abundancia de microalgas fitobentónicas, expresada como células/cm².

5.6.2 Zoobentos

El muestreo de zoobentos tuvo como objetivo caracterizar las comunidades de macroinvertebrados bentónicos, considerando su composición taxonómica, riqueza y abundancia. El muestreo consideró una fracción cualitativa y una cuantitativa. La fracción cualitativa se realizó mediante colecta manual en los microhábitats disponibles, utilizando pinzas, bandejas plásticas blancas y tamices certificados de 500 µm. En terreno se efectuó una identificación preliminar hasta nivel de familia y la prospección continuó hasta observar saturación de taxa, registrándose el tiempo de muestreo y la superficie recorrida. La fracción cuantitativa fue obtenida mediante seis réplicas independientes por estación, recolectadas al azar en sectores representativos del hábitat bentónico. En ambientes con fondos blandos se utilizó un corer de plexiglás de 7,1 cm de diámetro, equivalente a una superficie de muestreo de 40 cm², extrayéndose sedimento hasta una profundidad aproximada de 10 cm. En la estación L27, correspondiente a Quebrada Leoncito, el sustrato dominado por bolones y la presencia de aguas corrientes someras requirieron el uso de una red Surber de 500 µm de abertura de trama y 0,1 m² de superficie de muestreo (las diferencias en la superficie de muestreo entre ambos métodos fueron corregidas mediante la estandarización de las abundancias a individuos por metro cuadrado, ind·m⁻²).

Durante el muestreo se registraron condiciones locales que limitaron la aplicación homogénea del método cuantitativo de zoobentos en algunos sectores. En las estaciones del sector Salar de Pedernales NE, el hábitat bentónico estuvo dominado por fondo duro, lo que restringió la disponibilidad de sustratos blandos adecuados para la inserción del corer. En los sectores donde existió fondo blando, las réplicas cuantitativas fueron obtenidas mediante corer; sin embargo, el sustrato duro constituyó la condición dominante del hábitat. Adicionalmente, en algunos puntos se observaron clastos sueltos, los cuales fueron inspeccionados cualitativamente en terreno, sin

registrarse macrofauna asociada. Una condición de muestreo similarmente restrictiva se observó en la estación L21, correspondiente a Quebrada Tinajas, donde el escurrimiento superficial ocurrió principalmente entre vegetación herbácea densa y con escasa disponibilidad de fondo blando expuesto. En esta estación, el corer fue insertado en la matriz de vegetación herbácea por donde escurría el agua, procurando representar el microhábitat efectivamente disponible para la comunidad bentónica.

En laboratorio, las muestras cuantitativas fueron tamizadas con agua corriente mediante tamiz certificado Retsch 5657/Hann Germany de 500 μm . La macrofauna retenida fue separada bajo estereomicroscopio con luz fría Schott KL1500-Z e identificada hasta el nivel taxonómico más bajo posible, utilizando estereomicroscopio, microscopio óptico y/o microscopio electrónico de barrido, según correspondiera. La identificación se apoyó en literatura especializada para macroinvertebrados dulceacuícolas, incluyendo Merritt & Cummins (1996), Domínguez & Fernández (2009) y Valdovinos et al. (2019). Los individuos fueron contabilizados por taxón y la abundancia fue expresada como ind/m².

6. Resultados

6.1 Caracterización de hábitats

El área de estudio presentó una alta heterogeneidad de hábitats acuáticos representados por salares, lagunas someras, canales, bofedales, vegas, arroyos, pozas y vertientes (Tabla 6). Esta variabilidad se expresó en diferencias de altitud, superficie del cuerpo acuático, profundidad, tipo de sustrato, condición de flujo, velocidad máxima de la corriente, vegetación acuática o ribereña, presencia de algas filamentosas y caudal superficial asociado. Los puntos de aforo C1 a C16 se incorporan en la tabla como información complementaria de disponibilidad hídrica superficial, cuando existió una medición en la estación o en el curso de agua más próximo. Los registros fotográficos de las estaciones evaluadas se presentan en el Anexo 01.

Las estaciones evaluadas se distribuyeron en un gradiente altitudinal amplio, desde ambientes salinos ubicados en torno a 3.368–3.515 m s.n.m., hasta bofedales, arroyos y vertientes localizados sobre los 4.000 m s.n.m. En términos espaciales, los hábitats acuáticos abarcaron desde grandes unidades salinas y lagunares hasta pequeños afloramientos, pozas y tramos someros de quebrada, con superficies de pocos metros cuadrados. Aunque las superficies estimadas son referenciales, constituyen un antecedente fundamental para interpretar los resultados ecológicos, ya que la extensión, conectividad, aislamiento y estabilidad superficial aparente de los cuerpos de agua influyen en la disponibilidad de hábitat, la colonización biológica y la estructura de las comunidades acuáticas.

6.1.1 Salar de Pedernales

En el Salar de Pedernales se diferenciaron dos sectores principales: suroeste (SO) y noreste (NE). En el sector SO, ubicado entre 3.368 y 3.378 m s.n.m., las estaciones L1, L2, L3, L5 y L6 forman parte de una unidad acuática conectada por flujo superficial continuo, con una superficie estimada de aproximadamente 10.000.000 m². Esta unidad estuvo representada por canales de ancho variable entre 14 y 25 m, además de sectores con lagunas y múltiples pozas someras. Las profundidades máximas variaron entre 4 y 10 cm en la unidad conectada, con profundidades medias entre 2 y 6 cm. Los sustratos dominantes correspondieron a arena fangosa, fango arenoso y fango.

Las condiciones de flujo variaron entre nulas, bajas y medias, con velocidades máximas generalmente bajas, entre <1 y 2 cm/s. El caudal medido en C1, asociado al sector, fue de $5,42$ L/s. La presencia de vegetación acuática de fondo y vegetación ribereña fue variable, mientras que las masas de algas filamentosas estuvieron ausentes en la mayor parte de las estaciones.

Dentro del mismo sector SO, L4 correspondió a un conjunto de tres pozas pequeñas y aisladas, con una superficie estimada de 49 m². Esta estación presentó mayor profundidad máxima relativa, de 30 cm, profundidad media de 10 cm, sustrato fangoso, flujo nulo y velocidad máxima <1 cm/s. La presencia de algas filamentosas y la ausencia de vegetación acuática de fondo y ribereña diferencian este microhábitat de la unidad acuática conectada del sector SO.

El sector NE del Salar de Pedernales, ubicado en torno a 3.372 – 3.373 m s.n.m., estuvo representado por dos unidades lagunares principales. La primera corresponde a la laguna asociada a L30 y L31, con una superficie estimada de $1.360.000$ m². La segunda incluye las estaciones L32, L33, L34 y L35, con una superficie aproximada de $3.820.000$ m². Estas lagunas presentaron mayor profundidad relativa que el sector SO, con profundidades máximas entre 60 y >300 cm y profundidades medias estimadas entre 40 y 100 cm. A diferencia del sector SO, donde predominaron sustratos blandos, las estaciones del sector NE presentaron fondo duro, probablemente asociado a la alta salinidad del sistema y a la formación de superficies endurecidas o costras minerales en el fondo. No obstante, en algunos sectores se observaron depósitos localizados y escasos de sedimento fino, los cuales permitieron obtener las muestras destinadas al análisis de sedimentos y zoobentos. Estos ambientes no presentaron flujo superficial aparente, registraron velocidades máximas <1 cm/s y carecieron de masas de algas filamentosas, vegetación acuática de fondo y vegetación ribereña. Los caudales registrados en C15 y C16 fueron de $0,54$ y $0,35$ L/s, respectivamente; sin embargo, corresponden a puntos complementarios medidos en cursos próximos al sistema lagunar y no deben interpretarse como caudales internos de las lagunas.

6.1.2 Salar La Laguna y Salar Piedra Parada

El Salar La Laguna, ubicado a 3.515 m s.n.m., estuvo representado por L7 y L8, que forman parte de una unidad acuática continua de $2.830.000$ m². Este sector presentó lagunas someras sin flujo superficial aparente, con profundidades máximas de 10 a 12 cm y profundidad media de 5 cm. El sustrato dominante fue fango, la velocidad máxima de corriente fue <1 cm/s y el caudal asociado al punto C2 fue de $0,14$ L/s. En ambas estaciones se observó vegetación acuática de fondo, sin vegetación ribereña ni presencia de masas de algas filamentosas.

En Salar Piedra Parada, ubicado entre 4.140 y 4.145 m s.n.m., se distinguieron tres unidades superficiales diferenciadas: L12, con 460.000 m²; L13, con $1.100.000$ m²; y L14, con $1.520.000$ m². Estos ambientes estuvieron representados por canales y sistemas de canales con múltiples pozas, con anchos medios entre 12 y 25 m, profundidades máximas entre 8 y 9 cm y profundidades medias entre 4 y 5 cm. El sustrato dominante fue fango, con flujo nulo, velocidades máximas <1 cm/s y caudales bajos en los puntos C5, C6 y C7, entre $0,11$ y $0,25$ L/s. Las masas de algas filamentosas estuvieron presentes en todas las estaciones del sector, mientras que la vegetación acuática de fondo y la vegetación ribereña presentaron una distribución variable.

6.1.3 Red hídrica La Ola–Leoncito

Las estaciones L9, L10, L11 y L27, asociadas a Cabecera Sur del río La Ola y Quebrada Leoncito, forman parte de una red hídrica conectada que escurre pendiente abajo, con una superficie

estimada de 1.520.000 m². A diferencia de las unidades lagunares, este sistema corresponde a una red longitudinal de escurrimiento superficial, donde las estaciones se relacionan por continuidad hidrológica.

En Cabecera Sur del Río La Ola, las estaciones se ubicaron entre 3.640 y 3.642 m s.n.m. y presentaron canales someros de 1,8 a 4,0 m de ancho, profundidades máximas entre 4 y 25 cm y profundidades medias entre 2 y 15 cm. Los sustratos dominantes correspondieron a arena fangosa y fango. Las condiciones de flujo fueron bajas a medias, con velocidades máximas de 1 cm/s, y el caudal medido en C3 fue de 3,69 L/s. En estas estaciones se registraron masas de algas filamentosas, vegetación ribereña y, en los canales más definidos, vegetación acuática de fondo.

En Quebrada Leoncito, L27 correspondió al tramo de mayor caudal y energía hidráulica del conjunto evaluado. Esta estación presentó un canal de 8,5 m de ancho, profundidad máxima de 25 cm, profundidad media de 12 cm, sustrato dominado por bolones, flujo alto, velocidad máxima de 15 cm/s y caudal de 542,0 L/s. En contraste, L26 correspondió a una poza localizada dentro del sector de Quebrada Leoncito, con una superficie estimada de 28 m², profundidad máxima de 25 cm, profundidad media de 10 cm, sustrato fangoso, flujo nulo y velocidad máxima <1 cm/s. Esta diferencia refleja la coexistencia, dentro de una misma quebrada, de tramos conectados de alta energía y microhábitats lénticos de pequeña escala.

6.1.4 Hábitat de los otros sectores

En varias quebradas, vegas, bofedales y vertientes se observaron estaciones espacialmente próximas, pero no conectadas de manera superficial continua. En estos casos, el agua aflora, se infiltra y vuelve a aflorar aguas abajo, generando cuerpos de agua superficiales independientes desde el punto de vista del hábitat. Estos ambientes fueron generalmente pequeños, someros y de bajo caudal, pero ecológicamente relevantes por representar unidades discretas de hábitat acuático. Las características de estos sectores son las siguientes:

- a) **Quebrada Ciénaga**, representada por L15 a 3.646 m s.n.m., correspondió a una vega con un canal de 0,6 m de ancho, superficie estimada de 30 m², profundidad máxima de 12 cm y profundidad media de 3 cm. Presentó sustrato de grava y arena, flujo bajo, velocidad máxima de 4 cm/s y caudal de 0,26 L/s. Se registró vegetación ribereña y presencia de algas filamentosas, sin vegetación acuática de fondo.
- b) **Pastos Largos** incluyó tres cuerpos de agua superficiales independientes: L16, L17 y L18, ubicados entre 3.995 y 4.183 m s.n.m., con superficies estimadas de 7,5; 1,2 y 25 m², respectivamente. Estos ambientes correspondieron a canales pequeños y múltiples pozas, con profundidades máximas entre 3 y 10 cm, profundidades medias entre 1 y 4 cm, sustratos de arena y grava o arena fangosa, y condiciones de flujo bajas o nulas. El caudal medido en C9 fue de 0,90 L/s. En general, presentaron vegetación ribereña, sin vegetación acuática de fondo ni masas de algas filamentosas.
- c) **Río Negro**, representado por L19 y L20, se ubicó entre 4.236 y 4.249 m s.n.m. y estuvo compuesto por dos cuerpos de agua independientes de 25 y 30 m². Estos arroyos presentaron canales estrechos de 0,1 a 0,15 m de ancho, profundidades máximas de 4 a 5 cm y profundidades medias de 1 a 4 cm. El sustrato dominante fue arena y grava, con flujo bajo, velocidades máximas de 1 a 2 cm/s y caudal de 0,11 L/s en C10. Ambas estaciones presentaron vegetación ribereña y ausencia de vegetación acuática de fondo y algas filamentosas.

- d) **Quebrada Tinajas**, representada por L21 a 3.883 m s.n.m., correspondió a un bofedal con un cuerpo de agua muy pequeño, de 2 m². Presentó un canal de 0,8 m de ancho, profundidad máxima y media de 1 cm, sustrato de fango arenoso, flujo bajo, velocidad máxima <1 cm/s y caudal de 0,42 L/s. Se registró vegetación ribereña, sin vegetación acuática de fondo ni masas de algas filamentosas.
- e) **Quebrada Tordillo**, representada por L22 y L23, se ubicó entre 3.944 y 3.976 m s.n.m. y presentó cuerpos de agua independientes de 3 y 6 m². Estos bofedales correspondieron a canales someros de 0,6 a 1,2 m de ancho, profundidades máximas de <1 a 1 cm, sustrato de arena y grava, flujo bajo y velocidad máxima <1 cm/s. El caudal medido en C12 fue de 0,16 L/s. Ambas estaciones presentaron vegetación ribereña, sin vegetación acuática de fondo ni masas de algas filamentosas.
- f) **Vertiente 2**, representada por L24 y L25, se ubicó entre 4.327 y 4.355 m s.n.m. y presentó dos cuerpos de agua independientes de 45 y 26 m². Estos arroyos correspondieron a canales y pozas someras, con anchos de 0,2 a 0,3 m, profundidades máximas de 3 a 5 cm y profundidades medias de 2 a 3 cm. El sustrato dominante fue arena y grava, con flujo bajo, velocidades máximas entre <1 y 2 cm/s y caudal de 0,10 L/s en C13. Ambas estaciones presentaron vegetación ribereña, sin vegetación acuática de fondo ni algas filamentosas.
- g) **El Colorado**, representado por L28 y L29, se ubicó entre 3.830 y 3.839 m s.n.m. y presentó cuerpos de agua de 70 y 35 m². Estos ambientes correspondieron a un arroyo y pozas con canales de 0,8 a 1,2 m de ancho, profundidades máximas de 6 a 10 cm y profundidades medias de 3 cm. El sustrato dominante estuvo compuesto por bolones y grava, con flujo bajo, velocidades máximas de 2 a 5 cm/s y caudal de 0,31 L/s en C14. En ambas estaciones se registraron masas de algas filamentosas y vegetación ribereña, mientras que la vegetación acuática de fondo estuvo presente solo en L28.

Tabla 6. Caracterización física y estructural de los hábitats acuáticos en las estaciones limnológicas evaluadas.

Estación	Sector (y equivalencia de estaciones de mediciones de caudal C1-C16)	Tipo de Sistema	Altura (msnm)	Patron estructural	Ancho medio del canal (m)	Profundidad máxima (cm)	Profundidad media (cm)	Tipo de sustrato de fondo dominante	Condición de flujo	Velocidad máxima de la corriente (cm/s)	Caudal medido en el sitio más próximo	Presencia de masas de algas	Presencia de Vegetación acuática	Presencia de Vegetación en la
L1	Salar Pedernales SO (C1)	Salar	3.368	Canal	14	10	6	Arena fangosa	Medio	2	5,42	No	Si	Si
L2	Salar Pedernales SO	Salar	3.370	Canal	20	5	3	fango arenoso	Bajo	1		No	Si	Si
L3	Salar Pedernales SO	Salar	3.370	Canal y múltiples pozas	18	6	5	Fango	Bajo	1		No	Si	Si
L4	Salar Pedernales SO	Salar	3.378	Tres pozas	-	30	10	Fango	Nulo	<1		Si	No	No
L5	Salar Pedernales SO	Salar	3.370	Laguna y múltiples pozas	-	10	5	Fango	Nulo	<1		No	No	No
L6	Salar Pedernales SO	Salar	3.369	Canal	25	4	2	Fango	Nulo	<1		No	No	No
L7	Salar La Laguna (C2)	Salar	3.515	Laguna	-	12	5	Fango	Nulo	<1	(0,14)	No	Si	No
L8	Salar La Laguna	Salar	3.515	Laguna	-	10	5	Fango	Nulo	<1		No	Si	No
L9	Cabecera Sur Río La Ola	Bofedal	3.640	Canal	4	4	2	Arena fangosa	Bajo	1		Si	No	Si
L10	Cabecera Sur Río La Ola	Canal	3.642	Canal	3	25	15	Fango	Bajo	1		Si	Si	Si
L11	Cabecera Sur Río La Ola (C3)	Canal	3.640	Canal	1,8	6	4	Fango	Medio	1	3,69	Si	Si	Si
L12	Salar Piedra Parada (C5)	Salar	4.145	Canal	22	8	5	Fango	Nulo	<1	(0,13)	Si	No	Si
L13	Salar Piedra Parada (C6)	Salar	4.140	Canal y múltiples pozas	12	9	5	Fango	Nulo	<1	(0,11)	Si	Si	No
L14	Salar Piedra Parada (C7)	Salar	4.142	Canal y múltiples pozas	25	8	4	Fango	Nulo	<1	(0,25)	Si	Si	No
L15	Quebrada Ciénaga (C8)	Vega	3.646	Canal	0,6	12	3	Grava y arena	Bajo	4	0,26	Si	No	Si
L16	Pastos Largos (C9)	Bofedal	4.183	Canal	0,3	8	3	Arena y grava	Bajo	5	0,90	No	No	Si

Estación	Sector (y equivalencia de estaciones de mediciones de caudal C1-C16)	Tipo de Sistema	Altura (msnm)	Patron estructural	Ancho medio del canal (m)	Profundidad máxima (cm)	Profundidad media (cm)	Tipo de sustrato de fondo dominante	Condición de flujo	Velocidad máxima de la corriente (cm/s)	Caudal medido en el sitio más próximo	Presencia de masas de algas	Presencia de Vegetación acuática	Presencia de Vegetación en la
L17	Pastos Largos	Bofedal	4.086	Múltiples pozas	-	10	4	Arena fangosa	Nulo	<1		No	No	Si
L18	Pastos Largos	Bofedal	3.995	Canal	0,3	3	1	Arena y grava	Bajo	3		No	No	Si
L19	Río Negro	Arroyo	4.236	Canal y pozas	0,1	5	4	Arena y grava	Bajo	1		No	No	Si
L20	Río Negro (C10)	Arroyo	4.249	Canal	0,15	4	1	Arena y grava	Bajo	2	0,11	No	No	Si
L21	Quebrada Tinajas (C11)	Bofedal	3.883	Canal	0,8	1	1	Fango arenoso	Bajo	<1	0,42	No	No	Si
L22	Quebrada Tordillo (C12)	Bofedal	3.976	Canal	1,2	<1	<1	Arena y grava	Bajo	<1	0,16	No	No	Si
L23	Quebrada Tordillo	Bofedal	3.944	Canal	0,6	1	<1	Arena y grava	Bajo	<1		No	No	Si
L24	Vertiente 2 (C13)	Arroyo	4.355	Canal y pozas	0,3	3	2	Arena y grava	Bajo	<1	0,10	No	No	Si
L25	Vertiente 2	Arroyo	4.327	Canal	0,2	5	3	Arena y grava	Bajo	2		No	No	Si
L26	Quebrada Leoncito	Bofedal	3.730	Poza	-	25	10	Fango	Nulo	<1		Si	No	Si
L27	Quebrada Leoncito (C4)	Canal	6.690	Canal	8,5	25	12	Bolones	Alto	15	542,0	No	No	Si
L28	El Colorado (C14)	Arroyo	3.839	Canal	1,2	10	3	Bolones y grava	Bajo	2	0,31	Si	Si	Si
L29	El Colorado	Pozas	3.830	Canal	0,8	6	3	Bolones y grava	Bajo	5		Si	No	Si
L30	Salar Pedernales (C15)	NESalar	3.373	Laguna	-	>300	100*	Fondo duro	Nulo	<1	(0,54)	No	No	No
L31	Salar Pedernales NE	Salar	3.372	Laguna	-	60	40*	Fondo duro	Nulo	<1		No	No	No
L32	Salar Pedernales NE	Salar	3.372	Laguna	-	>300	100*	Fondo duro	Nulo	<1		No	No	No
L33	Salar Pedernales NE	Salar	3.373	Laguna	-	>300	100*	Fondo duro	Nulo	<1		No	No	No

Estación	Sector (y equivalencia de estaciones de mediciones de caudal C1-C16)	Tipo de Sistema	Altura (msnm)	Patron estructural	Ancho medio del canal (m)	Profundidad máxima (cm)	Profundidad media (cm)	Tipo de sustrato de fondo dominante	Condición de flujo	Velocidad máxima de la corriente (cm/s)	Caudal medido en el sitio más próximo	Presencia de masas de algas	Presencia de Vegetación acuática	Presencia de Vegetación en la
L34	Salar Pedernales (C16)	NESalar	3.373	Laguna	-	>300	100*	Fondo duro	Nulo	<1	(0,35)	No	No	No
L35	Salar Pedernales NE	Salar	3.373	Laguna	-	>300	100*	Fondo duro	Nulo	<1		No	No	No

Nota: Los valores de profundidad media marcados con asterisco (*) corresponden a estimaciones aproximadas realizadas sobre la base de observaciones de terreno. Los caudales indicados corresponden a mediciones efectuadas en puntos de aforo asociados o próximos a la estación limnológica o sector evaluado. Los puntos C15 y C16 señalados entre paréntesis corresponden a mediciones complementarias realizadas en el sector noreste del Salar de Pedernales y no deben interpretarse como caudales internos de las lagunas.

6.2 Condición fisicoquímica y química del agua superficial

La condición fisicoquímica y química del agua superficial mostró diferencias claras entre sectores, principalmente asociadas a la salinidad, la concentración de sólidos disueltos, los nutrientes y algunos metales disueltos (Tabla 7; Figura 5 a Figura 8; Anexos 02 y 03). En términos generales, los sectores asociados a salares presentaron las mayores conductividades eléctricas, alcalinidades y concentraciones de sólidos disueltos, mientras que las quebradas, vegas, arroyos y cursos de menor salinidad presentaron valores más bajos de estas variables, aunque con aumentos puntuales de nutrientes y metales disueltos.

6.2.1 Salinidad, sólidos disueltos y alcalinidad

El gradiente más marcado correspondió a la salinidad del agua. En el Salar de Pedernales se diferenciaron dos condiciones contrastantes entre los sectores SO y NE. El sector NE presentó las concentraciones más altas de sólidos disueltos, con un rango entre 201.273 y 255.913 mg/L, superando ampliamente al resto de los sectores. Este sector también presentó las conductividades eléctricas más elevadas, entre 148,900 y 160,100 mS/cm, y alta alcalinidad, entre 401,4 y 727,0 mg/L.

El Salar de Pedernales SO también presentó alta salinidad, aunque con mayor variabilidad interna. La conductividad eléctrica fluctuó entre 5,070 y 111,000 mS/cm, mientras que los sólidos disueltos variaron entre 3.035 y 100.117 mg/L. Esta amplitud de rangos muestra que el sector suroeste del salar fue heterogéneo, con estaciones de baja a alta salinidad relativa dentro del mismo sistema. Además, este sector presentó el rango más amplio de sólidos suspendidos totales, entre 4,7 y 375,2 mg/L.

Los otros salares evaluados, Salar La Laguna y Salar Piedra Parada, presentaron condiciones intermedias dentro del grupo de ambientes salinos. El Salar La Laguna registró conductividades eléctricas entre 16,180 y 29,700 mS/cm y sólidos disueltos entre 11.917 y 28.213 mg/L. Por su parte, el Salar Piedra Parada presentó conductividades eléctricas entre 13,380 y 36,600 mS/cm y sólidos disueltos entre 10.570 y 38.038 mg/L. Ambos sectores compartieron alta salinidad, aunque sin alcanzar los niveles extremos observados en Salar Pedernales NE.

En contraste, los sectores no salinos o de menor salinidad presentaron conductividades eléctricas considerablemente más bajas. Pastos Largos mostró el rango más bajo, entre 0,073 y 0,382 mS/cm, seguido por Río Negro, con 0,224–0,250 mS/cm; Quebrada Tinajas, con 0,373 mS/cm; El Colorado, con 0,378–0,498 mS/cm; Quebrada Tordillo, con 0,325–0,508 mS/cm; Vertiente 2, con 0,478–0,589 mS/cm; y Ciénaga, con 0,809 mS/cm. Cabecera Sur del río La Ola y Quebrada Leoncito presentaron valores algo mayores dentro de los sistemas no salinos, con rangos de 1,167–1,268 mS/cm y 0,941–1,408 mS/cm, respectivamente.

6.2.2 pH y oxígeno disuelto

El pH fue mayoritariamente alcalino en todos los sectores, con valores generalmente superiores a 7,4. Los rangos más bajos se observaron en Pastos Largos (7,41–8,71), Río Negro (7,89–8,16) y Salar Pedernales NE (7,45–7,94), mientras que los valores más altos se registraron en Quebrada Leoncito (8,74–9,86), Quebrada Ciénaga (9,42) y Cabecera Sur del río La Ola (8,89–9,32). No se registraron condiciones ácidas en ninguno de los sectores evaluados.

El oxígeno disuelto mostró condiciones generalmente oxigenadas, aunque con diferencias entre sectores. Los mayores rangos se observaron en Quebrada Leoncito (9,9–13,8 mg/L) y Cabecera Sur del río La Ola (7,0–9,5 mg/L), mientras que el valor mínimo se registró en Río Negro (4,2 mg/L). Los salares presentaron valores intermedios: Salar Pedernales SO (5,2–9,4 mg/L), Salar Pedernales NE (5,8–7,4 mg/L), Salar La Laguna (6,3–6,5 mg/L) y Salar Piedra Parada (5,3–6,3 mg/L). En general, la mayoría de los sectores presentó concentraciones de oxígeno disuelto sobre 5 mg/L, salvo el valor mínimo registrado en Río Negro.

6.2.3 Nutrientes

Respecto de los nutrientes fosforados, los mayores rangos de fosfato y fósforo total se concentraron en los ambientes salinos. El Salar Pedernales SO presentó el rango más amplio de fosfato (0,121–4,665 mg/L) y fósforo total (0,150–9,362 mg/L). El Salar Pedernales NE también presentó concentraciones elevadas y relativamente consistentes, con fosfato entre 2,393 y 2,923 mg/L y fósforo total entre 1,015 y 1,743 mg/L.

Salar Piedra Parada mostró fosfato entre 0,360 y 2,165 mg/L y fósforo total entre 0,910 y 4,532 mg/L, mientras que Salar La Laguna presentó fosfato entre 0,682 y 1,635 mg/L y fósforo total entre 0,799 y 2,822 mg/L. En comparación con los salares, los sectores de menor salinidad tendieron a presentar menores concentraciones de fósforo total, especialmente Vertiente 2 (0,010–0,011 mg/L), Río Negro (0,020–0,026 mg/L) y Quebrada Ciénaga (0,029 mg/L).

El nitrógeno mostró un patrón distinto al fósforo. Los mayores valores de nitrato se registraron en sectores de menor salinidad, especialmente El Colorado (5,95–8,08 mg/L), Quebrada Tinajas (2,74 mg/L) y Quebrada Tordillo (0,87–2,33 mg/L). En cambio, los salares presentaron rangos de nitrato más bajos o moderados: Salar Pedernales SO registró valores entre <0,05 y 0,33 mg/L, Salar La Laguna entre 0,13 y 0,20 mg/L, Salar Piedra Parada entre 0,06 y 0,25 mg/L, y Salar Pedernales NE entre 0,24 y 1,64 mg/L. Este contraste indica que el nitrato presentó mayores concentraciones relativas en quebradas y cursos de menor salinidad, mientras que el fósforo fue más alto en los sectores salinos.

El nitrógeno total varió menos que el fósforo, pero mostró valores más altos en algunos sectores no salinos. El Colorado presentó el rango más alto (1,62–2,08 mg/L), seguido por Cabecera Sur del río La Ola (0,76–1,82 mg/L), Quebrada Leoncito (1,30–1,37 mg/L) y Quebrada Tordillo (1,01–1,05 mg/L). En los salares, los rangos fueron generalmente moderados, con Salar Pedernales SO entre 0,48 y 1,60 mg/L, Salar La Laguna entre 0,58 y 0,59 mg/L, Salar Piedra Parada entre 0,50 y 0,64 mg/L, y Salar Pedernales NE entre 0,44 y 1,04 mg/L.

6.2.4 Metales disueltos

Los metales disueltos se registraron, en general, en concentraciones bajas o bajo los límites de cuantificación en varios sectores. El aluminio disuelto fue mayoritariamente inferior a 0,005 mg/L, con detecciones puntuales en Salar Pedernales SO, Pastos Largos, Quebrada Tordillo, El Colorado y Quebrada Leoncito, donde los valores máximos fueron 0,026; 0,020; 0,017; 0,012 y 0,007 mg/L, respectivamente. El cobre disuelto también presentó concentraciones bajas, con máximos por sector de 0,0084 mg/L en Salar Pedernales SO, 0,0072 mg/L en Quebrada Tordillo, 0,0067 mg/L en El Colorado y 0,0066 mg/L en Quebrada Leoncito.

El hierro disuelto mostró mayores diferencias entre sectores. Los máximos se registraron en Quebrada Leoncito (0,241–0,765 mg/L), El Colorado (0,001–0,548 mg/L) y Pastos Largos (0,068–

0,518 mg/L). En cambio, los salares presentaron valores generalmente bajos, particularmente Salar Pedernales NE, donde el hierro varió entre $<0,001$ y $0,002$ mg/L. El manganeso disuelto presentó su mayor valor en Salar Piedra Parada ($0,004$ – $0,546$ mg/L), seguido por Pastos Largos ($0,002$ – $0,119$ mg/L) y El Colorado ($<0,001$ – $0,075$ mg/L).

El molibdeno disuelto se concentró principalmente en ambientes salinos, con los rangos más altos en Salar Pedernales SO ($0,013$ – $0,195$ mg/L), Salar Piedra Parada ($0,010$ – $0,184$ mg/L) y Salar Pedernales NE ($0,074$ – $0,087$ mg/L). En contraste, en la mayoría de las quebradas y cursos de menor salinidad las concentraciones de molibdeno fueron $<0,001$ mg/L.

6.2.5 Síntesis espacial

La comparación por sectores muestra tres patrones principales (Tabla 8): a) Los salares presentaron las aguas más mineralizadas, especialmente el Salar de Pedernales NE, seguido por los sectores salinos de menor salinidad relativa; b) Las quebradas y cursos de menor salinidad presentaron baja conductividad eléctrica y bajos sólidos disueltos, pero algunos sectores mostraron concentraciones relativamente altas de nitrato y nitrógeno total, especialmente El Colorado, Quebrada Tinajas y Quebrada Tordillo; c) Los metales disueltos no mostraron un patrón único: el molibdeno se asoció principalmente a sectores salinos, mientras que hierro y manganeso alcanzaron valores más altos en algunos sistemas no salinos o sectores específicos.

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos y químicos del agua superficial registrados y analizados durante la Campaña 1.

Sector	Estación de muestreo	Temperatura (°C)	pH	Conductividad eléctrica (mS/cm)	Oxígeno disuelto	Alcalinidad total (mg/L)	SST (mg/L)	SD (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Amonio (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrógeno Kjeldahl	Nitrógeno orgánico	Nitrógeno total (mg/L)	Aluminio disuelto (mg/L)	Cobre disuelto (mg/L)	Hierro disuelto (mg/L)	Manganeso disuelto (mg/L)	Molibdeno disuelto (mg/L)
Salar Pedernales SO	L1	21,2	8,98	13,110	7,9	156,7	4,7	7.637	0,121	0,150	0,08	0,081	0,33	0,52	0,45	0,62	0,026	<0,0005	0,016	0,002	0,055
Salar Pedernales SO	L2	14,2	9,02	10,450	6,3	159,6	90,0	6.420	3,348	1,129	1,51	0,008	<0,05	1,60	0,43	1,60	0,005	0,0031	0,015	0,005	0,040
Salar Pedernales SO	L3	19,6	8,11	5,070	7,5	147,1	50,8	3.035	1,064	0,408	0,26	0,046	0,16	1,47	1,27	1,52	<0,005	0,0023	0,006	<0,001	0,014
Salar Pedernales SO	L4	18,5	9,20	14,010	6,1	201,2	24,0	10.107	2,627	0,969	0,49	0,122	0,20	0,47	0,09	0,55	<0,005	0,0066	0,002	0,001	0,036
Salar Pedernales SO	L5	21,4	8,32	111,000	9,4	668,3	375,2	100.117	4,285	9,362	0,59	0,009	<0,05	0,48	0,02	0,48	<0,005	0,0084	0,017	0,021	0,013
Salar Pedernales SO	L6	19,4	8,89	42,300	5,2	334,5	95,4	29.210	4,665	1,905	0,36	0,014	<0,05	0,50	0,22	0,51	<0,005	0,0025	0,004	0,005	0,195
Salar La Laguna	L7	12,5	8,54	16,180	6,5	548,8	19,4	11.917	0,682	0,799	0,12	0,059	0,20	0,52	0,43	0,59	<0,005	0,0031	0,004	0,003	0,015
Salar La Laguna	L8	13,9	8,32	29,700	6,3	461,4	158,4	28.213	1,635	2,822	0,30	0,056	0,13	0,53	0,30	0,58	<0,005	0,002	0,003	0,002	0,035
Cabecera Sur río Ola	LaL9	24,1	9,17	1,268	9,2	112,9	9,8	1.232	0,134	0,240	0,28	0,351	0,59	1,65	1,44	1,82	<0,005	0,0032	0,019	0,002	<0,001
Cabecera Sur río Ola	LaL10	22,0	9,32	1,167	7,0	127,9	19,9	993	0,079	0,150	0,10	0,077	0,21	1,50	1,43	1,58	<0,005	0,002	0,044	0,002	<0,001
Cabecera Sur río Ola	LaL11	20,3	8,89	1,204	9,5	157,8	<1,0	1.143	0,117	0,041	0,19	0,305	0,59	0,54	0,39	0,76	<0,005	0,0026	0,028	0,001	<0,001
Salar Piedra Parada	L12	14,3	8,45	14,360	6,3	492,0	67,6	13.152	2,165	4,532	0,16	0,032	0,13	0,46	0,33	0,50	<0,005	0,0027	0,024	0,546	0,010
Salar Piedra Parada	L13	16,3	8,54	13,380	5,6	410,0	147,6	10.570	0,360	0,910	0,09	0,010	0,06	0,50	0,43	0,51	<0,005	0,0014	0,008	0,004	0,030
Salar Piedra Parada	L14	15,3	8,43	36,600	5,3	458,2	132,6	38.038	0,740	1,437	0,13	0,129	0,25	0,55	0,45	0,64	<0,005	<0,0005	0,002	0,093	0,184
Ciénaga	L15	9,4	9,42	0,809	7,3	168,6	20,4	628	0,018	0,029	<0,02	0,009	1,57	0,53	0,53	0,89	<0,005	<0,0005	0,002	0,001	<0,001
Pastos Largos	L16	14,4	8,71	0,073	5,9	87,9	62,2	53	0,268	0,365	0,03	0,028	0,51	0,59	0,56	0,71	0,020	0,0009	0,108	0,010	<0,001
Pastos Largos	L17	20,0	7,41	0,312	10,9	158,7	4,7	248	0,284	0,300	<0,02	<0,005	<0,05	0,80	0,80	0,80	<0,005	0,0013	0,518	0,002	<0,001
Pastos Largos	L18	19,1	7,45	0,382	5,9	184,5	49,6	291	0,104	0,098	0,03	0,006	<0,05	0,73	0,71	0,73	<0,005	0,0027	0,068	0,119	<0,001

Sector	Estación de muestreo	Temperatura (°C)	pH	Conductividad eléctrica (mS/cm)	Oxígeno disuelto	Alcalinidad total (mg/L)	SST (mg/L)	SD (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Amonio (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrógeno Kjeldahl	Nitrógeno orgánico	Nitrógeno total (mg/L)	Aluminio disuelto (mg/L)	Cobre disuelto (mg/L)	Hierro disuelto (mg/L)	Manganeso disuelto (mg/L)	Molibdeno disuelto (mg/L)
Río Negro	L19	12,4	7,89	0,250	5,8	141,6	3,2	180	0,062	0,026	<0,02	<0,005	<0,05	0,11	0,11	0,11	<0,005	0,002	0,003	<0,001	<0,001
Río Negro	L20	13,5	8,16	0,224	4,2	246,5	5,6	176	0,063	0,020	<0,02	<0,005	<0,05	0,24	0,24	0,24	<0,005	0,0015	0,036	<0,001	<0,001
Quebrada Tinajas	L21	9,3	8,53	0,373	6,2	118,2	<1,0	300	0,192	0,095	0,09	0,085	2,74	0,14	0,07	0,78	<0,005	0,002	0,001	<0,001	<0,001
Quebrada Tordillo	L22	6,7	8,90	0,325	5,3	52,4	<1,0	261	0,128	0,060	0,03	0,007	2,33	0,53	0,50	1,05	0,017	0,0031	0,018	0,024	<0,001
Quebrada Tordillo	L23	10,0	8,10	0,508	5,1	175,2	39,2	395	0,076	0,040	<0,02	0,057	0,87	0,79	0,79	1,01	<0,005	0,0072	0,011	<0,001	<0,001
Vertiente 2	L24	18,5	8,47	0,478	6,5	213,7	<1,0	390	0,041	0,011	<0,02	0,066	0,50	0,30	0,30	0,43	<0,005	0,0011	0,004	<0,001	<0,001
Vertiente 2	L25	17,9	8,24	0,589	5,2	260,8	<1,0	446	0,043	0,010	<0,02	0,005	<0,05	0,20	0,20	0,20	<0,005	0,003	0,003	0,002	<0,001
Leoncito	L26	21,8	8,74	0,941	13,8	195,4	8,1	751	0,134	0,103	0,08	0,005	<0,05	1,37	1,31	1,37	<0,005	0,0022	0,241	0,005	<0,001
Leoncito	L27	21,5	9,86	1,408	9,9	317,0	6,1	1.107	1,691	0,778	0,41	<0,005	<0,05	1,30	0,98	1,30	0,007	0,0066	0,765	0,052	<0,001
El Colorado	L28	22,8	8,56	0,378	5,3	197,7	<1,0	298	0,189	0,282	0,14	0,400	8,08	0,25	0,14	2,08	0,012	0,0067	0,548	0,075	<0,001
El Colorado	L29	13,4	7,83	0,498	7,4	148,0	8,2	293	0,104	0,039	<0,02	0,012	5,95	0,15	0,15	1,62	<0,005	0,0018	0,001	<0,001	<0,001
Salar Pedernales NE	L30	18,3	7,48	160,1007,4		401,4	119,2	244.088	2,531	1,743	0,08	0,027	0,24	0,98	0,92	1,04	<0,005	<0,0005	<0,001	0,023	0,075
Salar Pedernales NE	L31	23,4	7,46	157,0006,3		501,8	153,7	255.913	2,643	1,015	0,10	0,026	0,33	0,36	0,28	0,44	<0,005	<0,0005	<0,001	0,023	0,074
Salar Pedernales NE	L32	19,2	7,45	157,5006,6		625,0	122,6	215.158	2,658	1,024	0,18	0,385	1,15	0,31	0,16	0,68	<0,005	<0,0005	<0,001	0,004	0,087
Salar Pedernales NE	L33	19,9	7,85	153,8006,3		613,1	138,2	219.225	2,808	1,078	0,19	0,356	1,22	0,40	0,26	0,79	<0,005	<0,0005	<0,001	0,003	0,086
Salar Pedernales NE	L34	18,8	7,94	148,9005,8		727,0	305,0	207.878	2,923	1,202	0,20	0,342	0,92	0,40	0,24	0,71	<0,005	<0,0005	<0,001	0,003	0,085
Salar Pedernales NE	L35	17,8	7,84	151,7006,2		591,5	120,3	201.273	2,393	1,324	0,17	0,342	1,64	0,38	0,25	0,85	<0,005	<0,0005	0,002	0,004	0,080

Nota: SST = sólidos suspendidos totales; SD = sólidos disueltos totales.

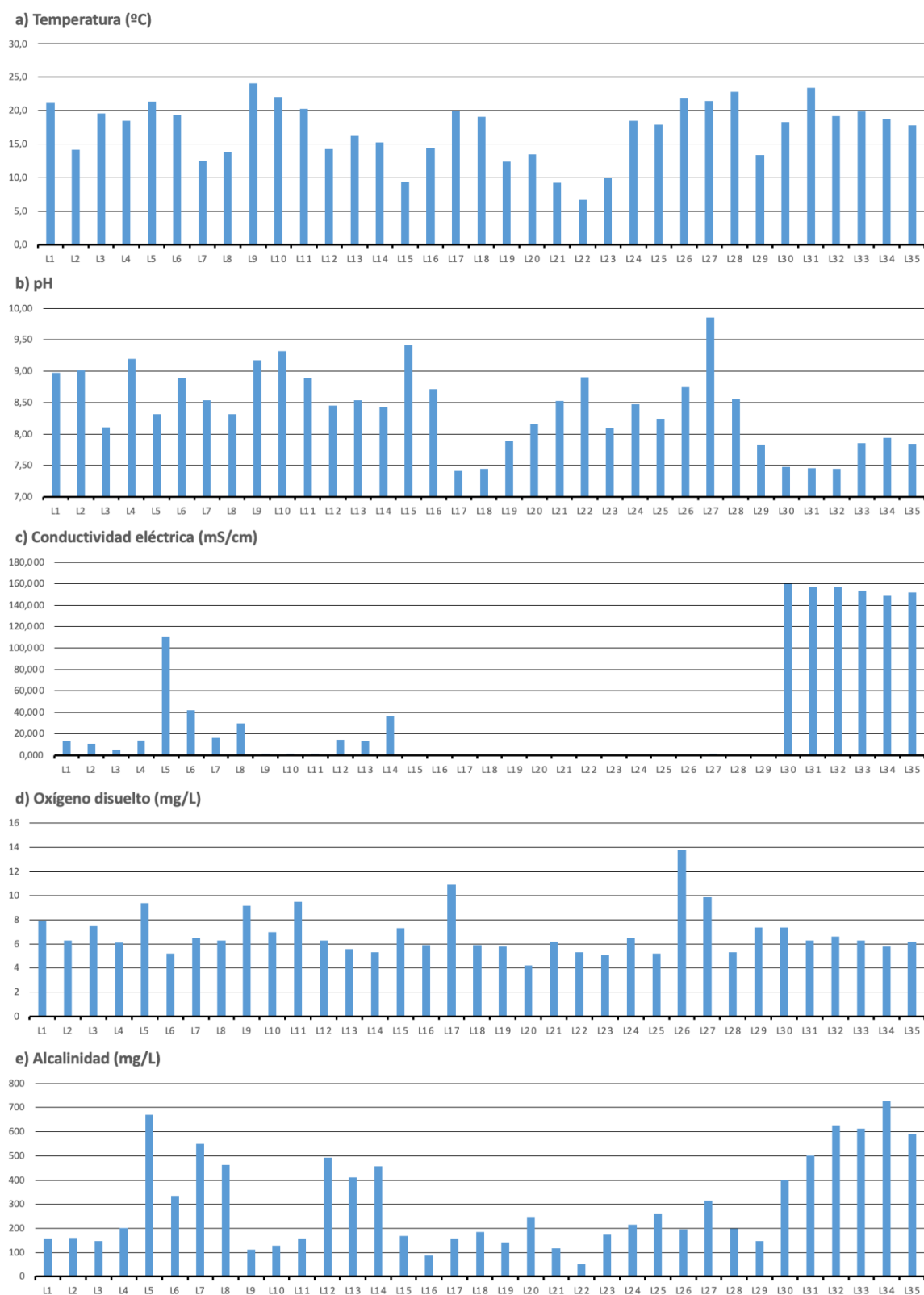


Figura 5. Variación de parámetros fisicoquímicos del agua superficial registrados in situ en las estaciones L1 a L35 durante la Campaña 1: a) temperatura, b) pH, c) conductividad eléctrica, d) oxígeno disuelto y e) alcalinidad total. Para graficar, los valores <LC se representaron como LC/2.

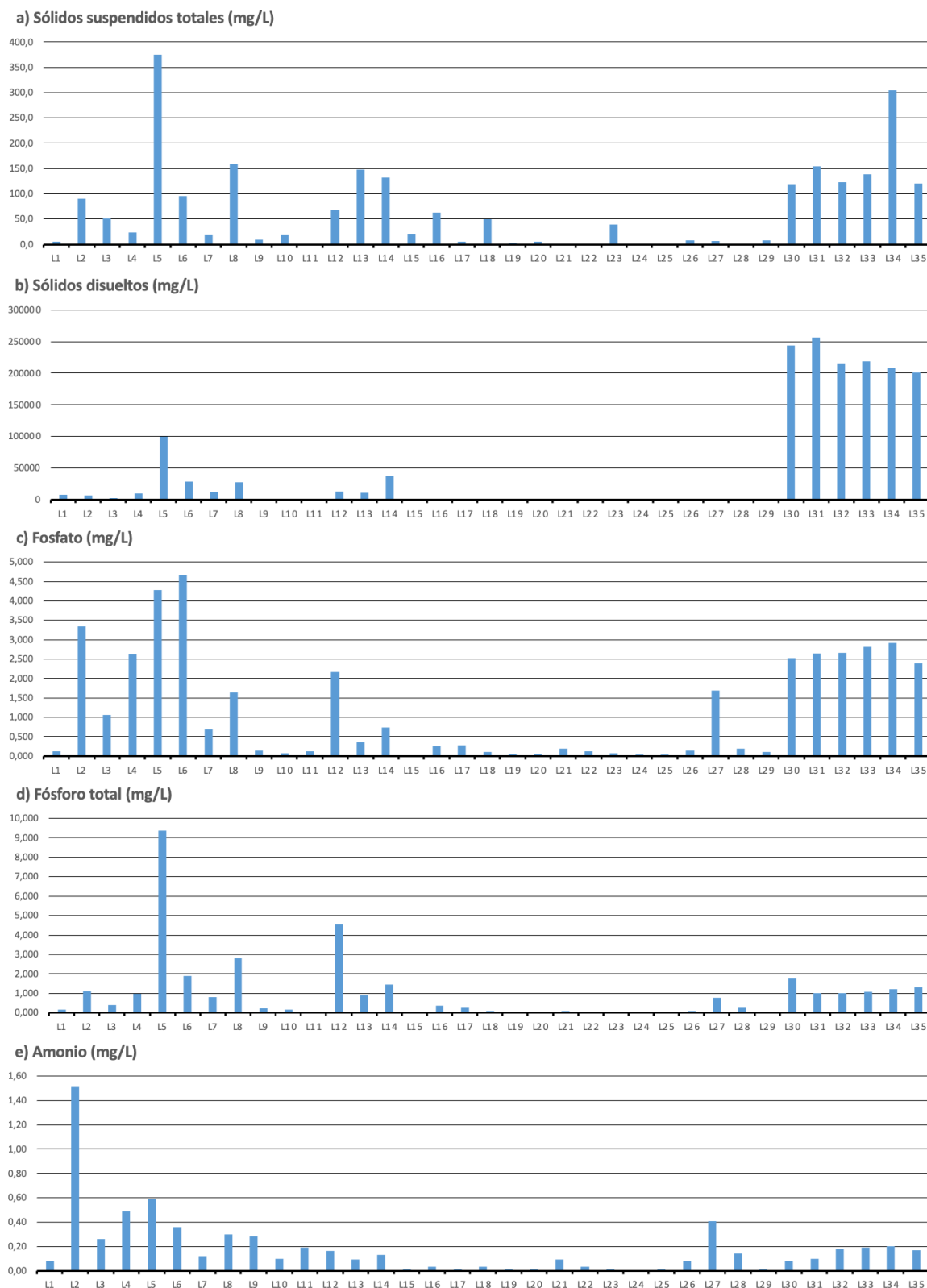


Figura 6. Parámetros químicos del agua superficial registrados durante la Campaña 1: a) sólidos suspendidos totales, b) sólidos disueltos, c) fósforo, d) fósforo total y e) amonio. Para graficar, los valores <LC se representaron como LC/2.



Figura 7. Parámetros nitrogenados del agua superficial registrados durante la Campaña 1: a) nitrito, b) nitrato, c) nitrógeno Kjeldahl, d) nitrógeno orgánico y e) nitrógeno total. Para graficar, los valores <LC se representaron como LC/2.

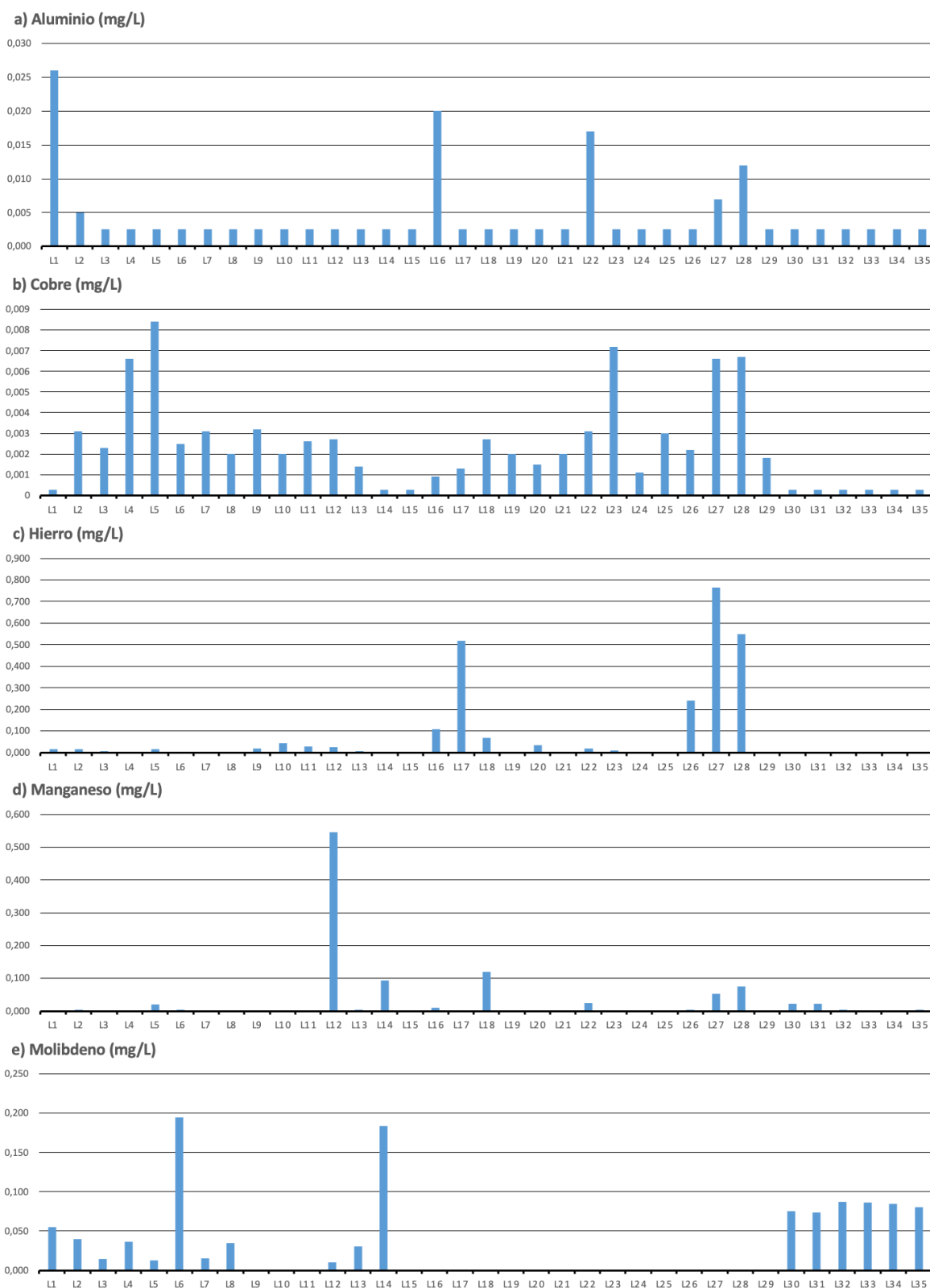


Figura 8. Metales disueltos en el agua superficial registrados durante la Campaña 1: a) aluminio, b) cobre, c) hierro, d) manganeso y e) molibdeno. Para graficar, los valores <LC se representaron como LC/2.

Tabla 8. Rangos por sector de variables fisicoquímicas y químicas del agua superficial registrados y analizados durante la Campaña 1.

Sector	Temp. (°C)	pH	Cond. (mS/cm)	OD (mg/L)	Alc. total (mg/L)	SST (mg/L)	SD (mg/L)	Fosfato (mg/L)	P- total (mg/L)	Amonio (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	N- Kjeldahl (mg/L)	N- orgánico (mg/L)	N-total (mg/L)	Al (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Mo (mg/L)
Salar Pedernales SO (L1–L6)	14,2– 21,4	8,11– 9,20	5,070– 111,000	5,2– 9,4	147,1– 668,3	4,7– 375,2	3035– 100117	0,121– 4,665	0,150– 9,362	0,08– 1,51	0,008– 0,122	<0,05– 0,47– 0,33	1,60	0,02– 1,27	0,48– 1,60	<0,005– 0,026	<0,0005– 0,0084	0,002– 0,017	<0,001– 0,021	0,013– 0,195
Salar La Laguna (L7–L8)	12,5– 13,9	8,32– 8,54	16,180– 29,700	6,3– 6,5	461,4– 548,8	19,4– 158,4	11917– 28213	0,682– 1,635	0,799– 2,822	0,12– 0,30	0,056– 0,059	0,13– 0,20	0,52– 0,53	0,30– 0,43	0,58– 0,59	<0,005	0,0020– 0,0031	0,003– 0,004	0,002– 0,003	0,015– 0,035
Cabecera Sur río La Ola (L9–L11)	20,3– 24,1	8,89– 9,32	1,167– 1,268	7,0– 9,5	112,9– 157,8	<1,0– 19,9	993– 1232	0,079– 0,134	0,041– 0,240	0,10– 0,28	0,077– 0,351	0,21– 0,59	0,54– 1,65	0,39– 1,44	0,76– 1,82	<0,005	0,0020– 0,0032	0,019– 0,044	0,001– 0,002	<0,001
Salar Piedra Parada (L12–L14)	14,3– 16,3	8,43– 8,54	13,380– 36,600	5,3– 6,3	410,0– 492,0	67,6– 147,6	10570– 38038	0,360– 2,165	0,910– 4,532	0,09– 0,16	0,010– 0,129	0,06– 0,25	0,46– 0,55	0,33– 0,45	0,50– 0,64	<0,005	<0,0005– 0,0027	0,002– 0,024	0,004– 0,546	0,010– 0,184
Ciénaga (L15)	9,4	9,42	0,809	7,3	168,6	20,4	628	0,018	0,029	<0,02	0,009	1,57	0,53	0,53	0,89	<0,005	<0,0005	0,002	0,001	<0,001
Pastos Largos (L16–L18)	14,4– 20,0	7,41– 8,71	0,073– 0,382	5,9– 10,9	87,9– 84,5	4,7– 62,2	53– 291	0,104– 0,284	0,098– 0,365	<0,02– 0,03	<0,005– 0,028	<0,05– 0,51	0,59– 0,80	0,56– 0,80	0,71– 0,80	<0,005– 0,020	0,0009– 0,0027	0,068– 0,518	0,002– 0,119	<0,001
Río Negro (L19–L20)	12,4– 13,5	7,89– 8,16	0,224– 0,250	4,2– 5,8	141,6– 246,5	3,2– 5,6	176– 1800	0,062– 0,063	0,020– 0,026	<0,02	<0,005	<0,05	0,11– 0,24	0,11– 0,24	0,11– 0,24	<0,005	0,0015– 0,0020	0,003– 0,036	<0,001	<0,001
Quebrada Tinajas (L21)	9,3	8,53	0,373	6,2	118,2	<1,0	300	0,192	0,095	0,09	0,085	2,74	0,14	0,07	0,78	<0,005	0,0020	0,001	<0,001	<0,001
Quebrada Tordillo (L22–L23)	6,7– 10,0	8,10– 8,90	0,325– 0,508	5,1– 5,3	52,4– 175,2	<1,0– 39,2	261– 395	0,076– 0,128	0,040– 0,060	<0,02– 0,03	0,007– 0,057	0,87– 2,33	0,53– 0,79	0,50– 0,79	1,01– 1,05	<0,005– 0,017	0,0031– 0,0072	0,011– 0,018	<0,001– 0,024	<0,001
Vertiente 2 (L24–L25)	17,9– 18,5	8,24– 8,47	0,478– 0,589	5,2– 6,5	213,7– 260,8	<1,0	390– 446	0,041– 0,043	0,010– 0,011	<0,02	0,005– 0,066	<0,05– 0,50	0,20– 0,30	0,20– 0,30	0,20– 0,43	<0,005	0,0011– 0,0030	0,003– 0,004	<0,001– 0,002	<0,001
Leoncito (L26–L27)	21,5– 21,8	8,74– 9,86	0,941– 1,408	9,9– 13,8	195,4– 317,0	6,1– 8,1	751– 1107	0,134– 1,691	0,103– 0,778	0,08– 0,41	<0,005	<0,05	1,30– 1,37	0,98– 1,31	1,30– 1,37	<0,005– 0,007	0,0022– 0,0066	0,241– 0,765	0,005– 0,052	<0,001
El Colorado (L28–L29)	13,4– 22,8	7,83– 8,56	0,378– 0,498	5,3– 7,4	148,0– 197,7	<1,0– 8,2	293– 298	0,104– 0,189	0,039– 0,282	<0,02– 0,14	0,012– 0,400	5,95– 8,08	0,15– 0,25	0,14– 0,15	1,62– 2,08	<0,005– 0,012	0,0018– 0,0067	0,001– 0,548	<0,001– 0,075	<0,001

Sector	Temp. (°C)	pH	Cond. (mS/cm)	OD (mg/L)	Alc. total (mg/L)	SST (mg/L)	SD (mg/L)	Fosfato (mg/L)	P- total (mg/L)	Amonio (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	N- Kjeldahl (mg/L)	N- orgánico (mg/L)	N-total (mg/L)	Al (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Mo (mg/L)
Salar Pedernales NE (L30-L35)	17,8– 23,4	7,45– 7,94	148,900– 160,100	5,8– 7,4	401,4– 727,0	119,2– 305,0	201273– 255913	2,393– 2,923	1,015– 1,743	0,08– 0,20	0,026– 0,385	0,24– 1,64	0,31– 0,98	0,16– 0,92	0,44– 1,04	<0,005	<0,0005	<0,001– 0,002	0,003– 0,023	0,074– 0,087

Nota: SST = sólidos suspendidos totales; SD = sólidos disueltos totales.

6.3 Sedimentos

La composición química de los sedimentos, evaluada a partir de aluminio, cobre, hierro, manganeso y molibdeno, mostró una alta variabilidad espacial entre sectores (Tabla 9; Figura 9; Anexo 04). Esta variabilidad indica que la composición sedimentaria no siguió un patrón único entre salares, quebradas, vegas, arroyos y canales, sino que dependió del sector y del elemento analizado.

6.3.1 Aluminio

El aluminio presentó una variación amplia entre sectores. Los mayores valores se registraron en el Salar Piedra Parada, con un rango entre 7.295,6 y 175.276,5 mg/kg, alcanzando el máximo general en L12. También se observaron concentraciones elevadas en Quebrada Ciénaga (109.290,0 mg/kg), Quebrada Tordillo (82.259,4–86.198,4 mg/kg), Vertiente 2 (23.191,9–88.882,1 mg/kg) y El Colorado (52.418,4–80.306,3 mg/kg). En contraste, las concentraciones más bajas se registraron en Pastos Largos, donde el rango fue de 2.740,6–75.156,4 mg/kg, y en Cabecera Sur del río La Ola, con 4.174,7–72.360,1 mg/kg, aunque ambos sectores mostraron una alta variabilidad interna.

6.3.2 Cobre

El cobre mostró concentraciones generalmente moderadas, pero con máximos puntuales importantes. El valor más alto se registró en El Colorado, con un rango de 21,6–254,9 mg/kg, determinado por la estación L29. También destacaron Quebrada Tinajas (121,9 mg/kg) y Salar Piedra Parada, con valores entre <8,3 y 98,2 mg/kg. Río Negro presentó concentraciones entre 37,8 y 66,2 mg/kg, mientras que Salar de Pedernales SO varió entre 12,3 y 47,0 mg/kg. Los valores más bajos o bajo el límite de cuantificación se observaron en algunas estaciones de Cabecera Sur del río La Ola, Salar Piedra Parada y Salar de Pedernales NE.

6.3.3 Hierro

El hierro presentó sus mayores concentraciones en Cabecera Sur del río La Ola, con un rango entre 11.077,5 y 75.066,4 mg/kg, alcanzando el máximo general en L10. También fueron altos los valores en Río Negro (21.557,1–53.669,1 mg/kg), Quebrada Tordillo (31.272,7–47.620,6 mg/kg), Vertiente 2 (31.800,2–38.067,7 mg/kg) y Quebrada Ciénaga (33.043,8 mg/kg). En contraste, los menores valores se observaron en Pastos Largos, con un rango amplio de 191,9–27.386,4 mg/kg, y en Salar de Pedernales NE, con 1.664,9–12.220,0 mg/kg. El Salar de Pedernales SO también presentó valores relativamente bajos en comparación con los sectores dulceacuícolas, con 2.576,7–8.027,2 mg/kg.

6.3.4 Manganeso

El manganeso mostró un patrón claramente diferenciado. Los valores más altos se registraron en Río Negro, con un rango entre 1.142,9 y 8.943,9 mg/kg, alcanzando el máximo en L20. También se observaron concentraciones elevadas en Quebrada Tinajas (841,8 mg/kg) y Vertiente 2 (579,6–724,6 mg/kg). Cabecera Sur del río La Ola presentó valores entre 145,9 y 549,9 mg/kg, y Quebrada Tordillo entre 240,9 y 578,0 mg/kg. En comparación, los salares presentaron rangos más bajos: Salar de Pedernales SO varió entre 71,2 y 191,1 mg/kg, Salar Piedra Parada entre 29,0 y 207,9 mg/kg, y Salar de Pedernales NE entre 88,8 y 331,1 mg/kg.

6.3.5 Molibdeno

El molibdeno presentó varios valores bajo el límite de cuantificación (<5,5 mg/kg), pero con concentraciones detectables en algunos sectores. Los valores más altos se registraron en Salar de Pedernales SO, con un rango entre <5,5 y 43,4 mg/kg, seguido por Salar Piedra Parada (<5,5–18,1 mg/kg) y Pastos Largos (<5,5–15,5 mg/kg). También se detectó molibdeno en Quebrada Ciénaga (11,6 mg/kg), Quebrada Tordillo (6,5–11,1 mg/kg), Quebrada Leoncito (<5,5–6,4 mg/kg), El Colorado (<5,5–7,3 mg/kg) y Salar de Pedernales NE (<5,5–9,1 mg/kg). En Salar La Laguna, Río Negro, Quebrada Tinajas y Vertiente 2, los valores estuvieron bajo el límite de cuantificación informado.

6.3.6 Síntesis espacial

Los resultados muestran que los metales en sedimentos no siguieron un patrón único entre ambientes salinos y sistemas dulceacuícolas (Tabla 10). Algunos elementos, como el molibdeno, tendieron a presentar mayores valores en ambientes asociados a salares, especialmente en Salar de Pedernales SO y Salar Piedra Parada. En cambio, hierro y manganeso alcanzaron sus mayores concentraciones en sectores dulceacuícolas o de menor salinidad, como Cabecera Sur del Río La Ola, Río Negro, Quebrada Tordillo y Vertiente 2. El cobre presentó un máximo puntual relevante en L29, en El Colorado, mientras que el aluminio mostró valores altos tanto en ambientes salinos como en quebradas y arroyos.

Tabla 9. Concentraciones de metales en sedimentos por estación durante la Campaña 1.

Sector	Estación	Aluminio (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Hierro (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Molibdeno (mg/kg)
Salar de Pedernales SO	L1	53.874,6	13,8	5.414,3	90,3	43,4
Salar de Pedernales SO	L2	48.851,9	16,8	6.323,0	106,7	<5,5
Salar de Pedernales SO	L3	53.593,4	32,4	4.742,6	103,2	9,5
Salar de Pedernales SO	L4	27.031,8	19,3	2.576,7	71,2	<5,5
Salar de Pedernales SO	L5	27.329,1	47,0	2.646,2	81,7	11,7
Salar de Pedernales SO	L6	56.179,1	12,3	8.027,2	191,1	31,6
Salar La Laguna	L7	28.091,9	10,3	3.455,5	174,5	<5,5
Salar La Laguna	L8	31.507,7	10,2	4.125,6	163,6	<5,5
Cabecera Sur Río La Ola	L9	5.475,2	<8,3	72.259,8	549,9	<5,5
Cabecera Sur Río La Ola	L10	72.360,1	13,6	75.066,4	145,9	5,7
Cabecera Sur Río La Ola	L11	4.174,7	<8,3	11.077,5	175,9	<5,5
Salar Piedra Parada	L12	175.276,5	98,2	20.607,0	77,1	18,1
Salar Piedra Parada	L13	52.130,9	<8,3	29.107,9	207,9	<5,5
Salar Piedra Parada	L14	7.295,6	<8,3	14.771,6	29,0	<5,5
Quebrada Ciénaga	L15	109.290,0	37,0	33.043,8	208,4	11,6
Pastos Largos	L16	2.740,6	16,3	191,9	135,5	<5,5
Pastos Largos	L17	75.156,4	15,9	27.386,4	165,9	15,5
Pastos Largos	L18	37.681,5	51,2	7.825,2	346,2	7,1
Río Negro	L19	55.978,6	66,2	21.557,1	1142,9	<5,5
Río Negro	L20	40.875,9	37,8	53.669,1	8.943,9	<5,5
Quebrada Tinajas	L21	5.683,3	121,9	19.844,7	841,8	<5,5

Sector	Estación	Aluminio (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Hierro (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Molibdeno (mg/kg)
Quebrada Tordillo	L22	86.198,4	25,0	31.272,7	240,9	6,5
Quebrada Tordillo	L23	82.259,4	44,6	47.620,6	578,0	11,1
Vertiente 2	L24	88.882,1	21,8	31.800,2	724,6	<5,5
Vertiente 2	L25	23.191,9	18,6	38.067,7	579,6	<5,5
Quebrada Leoncito	L26	41.824,7	43,2	9.651,5	360,4	6,4
Quebrada Leoncito	L27	50.650,3	14,1	15.535,2	207,9	<5,5
El Colorado	L28	80.306,3	21,6	18.304,5	177,5	<5,5
El Colorado	L29	52.418,4	254,9	16.785,4	193,0	7,3
Salar de Pedernales NE	L30	48.588,4	<8,3	5.000,9	88,8	9,1
Salar de Pedernales NE	L31	41.697,2	<8,3	1.664,9	331,1	<5,5
Salar de Pedernales NE	L32	53.226,1	11,8	10.629,6	159,4	6,4
Salar de Pedernales NE	L33	30.958,6	9,5	5.971,1	190,3	<5,5
Salar de Pedernales NE	L34	5.425,9	<8,3	7.922,8	126,9	<5,5
Salar de Pedernales NE	L35	74.254,5	12,8	12.220,0	169,5	5,9

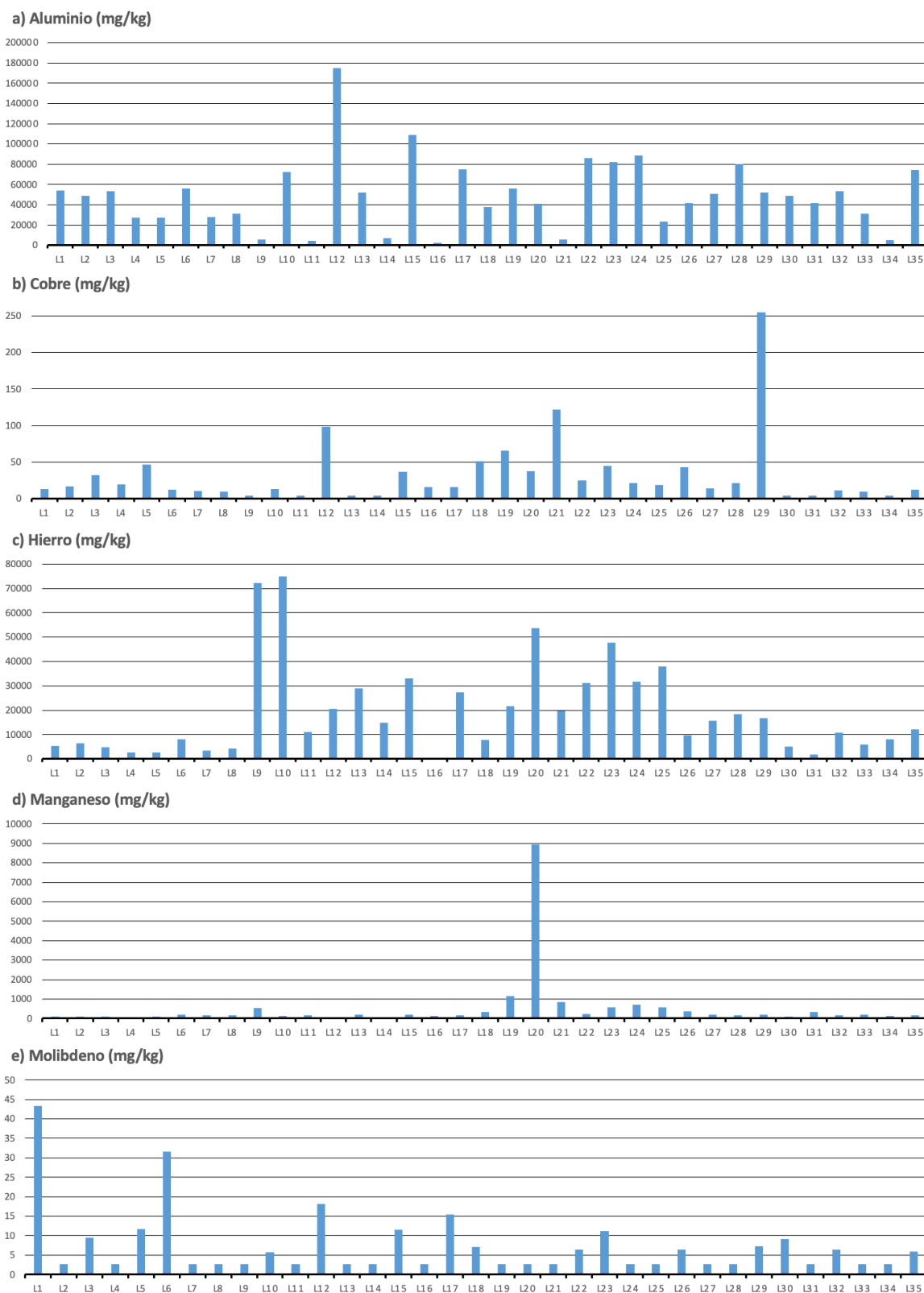


Figura 9. Metales en sedimentos registrados durante la Campaña 1: a) aluminio, b) cobre, c) hierro, d) manganeso y e) molibdeno. Para graficar, los valores $<LC$ se representaron como $LC/2$.

Tabla 10. Rangos por sector de metales en sedimentos registrados durante la Campaña 1.

Sector	Estaciones	Aluminio (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Hierro (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Molibdeno (mg/kg)
Salar de Pedernales SO	L1–L6	27.031,8–56.179,1	12,3–47,0	2.576,7–8.027,2	71,2–191,1	<5,5–43,4
Salar La Laguna	L7–L8	28.091,9–31.507,7	10,2–10,3	3.455,5–4.125,6	163,6–174,5	<5,5
Cabecera Sur Río La Ola	L9–L11	4.174,7–72.360,1	<8,3–13,6	11.077,5–75.066,4	145,9–549,9	<5,5–5,7
Salar Piedra Parada	L12–L14	7.295,6–175.276,5	<8,3–98,2	14.771,6–29.107,9	29,0–207,9	<5,5–18,1
La Ciénaga	L15	109.290,0	37,0	33.043,8	208,4	11,6
Pastos Largos	L16–L18	2.740,6–75.156,4	15,9–51,2	191,9–27.386,4	135,5–346,2	<5,5–15,5
Río Negro	L19–L20	40.875,9–55.978,6	37,8–66,2	21.557,1–53.669,1	1.142,9–8.943,9	<5,5
Quebrada Tinajas	L21	5.683,3	121,9	19.844,7	841,8	<5,5
Quebrada Tordillo	L22–L23	82.259,4–86.198,4	25,0–44,6	31.272,7–47.620,6	240,9–578,0	6,5–11,1
Vertiente 2	L24–L25	23.191,9–88.882,1	18,6–21,8	31.800,2–38.067,7	579,6–724,6	<5,5
Quebrada Leoncito	L26–L27	41.824,7–50.650,3	14,1–43,2	9.651,5–15.535,2	207,9–360,4	<5,5–6,4
El Colorado	L28–L29	52.418,4–80.306,3	21,6–254,9	16.785,4–18.304,5	177,5–193,0	<5,5–7,3
Salar de Pedernales NE	L30–L35	5.425,9–74.254,5	<8,3–12,8	1.664,9–12.220,0	88,8–331,1	<5,5–9,1

6.4 Caudales

Durante la Campaña 1 se realizaron mediciones de caudal en 16 puntos de aforo, distribuidos en los principales sectores acuáticos del área de estudio. Los caudales registrados mostraron una alta variabilidad espacial, con valores entre 0,100 y 542,0 L/s (Tabla 11, Anexo 05). El mayor caudal se registró en C4, correspondiente a Quebrada Leoncito, con 542,0 L/s, valor muy superior al observado en el resto de los puntos de aforo. En segundo orden se ubicaron C1, en el Salar de Pedernales SO, con 5,423 L/s, y C3, en Cabecera Sur del Río La Ola, con 3,685 L/s. El resto de los puntos presentó caudales inferiores a 1 L/s. Dentro de este grupo, los mayores valores se registraron en C9, Pastos Largos, con 0,900 L/s; C15, Salar de Pedernales NE, con 0,542 L/s; C11, Quebrada Tinajas, con 0,421 L/s; C16, Salar de Pedernales NE, con 0,350 L/s; C14, El Colorado, con 0,306 L/s; C8, Quebrada Ciénaga, con 0,264 L/s; y C7, Salar Piedra Parada, con 0,252 L/s. Estos resultados indican escurrimiento superficial reducido, pero medible, al momento del aforo.

Los menores caudales se registraron en C13, Vertiente 2, con 0,100 L/s; C10, Río Negro, con 0,108 L/s; C6, Salar Piedra Parada, con 0,112 L/s; C5, Salar Piedra Parada, con 0,129 L/s; C2, Salar La Laguna, con 0,143 L/s; y C12, Quebrada Tordillo, con 0,160 L/s. En el Salar Piedra Parada, los tres puntos de aforo presentaron caudales bajos, entre 0,112 y 0,252 L/s, lo que indica condiciones de escurrimiento superficial limitado durante la campaña.

Los resultados muestran que la red de aforos estuvo dominada por un punto de alto caudal en Quebrada Leoncito, mientras que la mayoría de los sectores presentó caudales bajos, menores a 1 L/s. Los puntos C15 y C16 corresponden a mediciones complementarias realizadas en el sector noreste del Salar de Pedernales, por lo que deben interpretarse como antecedentes adicionales de disponibilidad hídrica superficial y no como caudales internos de las lagunas.

Tabla 11. Caudales registrados en los puntos de aforo durante la Campaña 1. Se indica el código de la estación y caudal medido en (L/s).

Estación	Sector	Caudal (L/s)
C1	Salar de Pedernales SO	5,423
C2	Salar La Laguna	0,143
C3	Cabecera Sur Río La Ola	3,685
C4	Quebrada Leoncito	542,0
C5	Salar Piedra Parada	0,129
C6	Salar Piedra Parada	0,112
C7	Salar Piedra Parada	0,252
C8	Quebrada Ciénaga	0,264
C9	Pastos Largos	0,900

Estación	Sector	Caudal (L/s)
C10	Río Negro	0,108
C11	Quebrada Tinajas	0,421
C12	Quebrada Tordillo	0,160
C13	Vertiente 2	0,100
C14	El Colorado	0,306
C15	Salar de Pedernales NE	0,542
C16	Salar de Pedernales NE	0,350

Nota: Los sitios C2, C5, C6, C11 y C13 requirieron la instalación temporal de un vertedero portátil de fondo plano para realizar la medición de caudal, siguiendo las recomendaciones metodológicas de Rodier y Roche (1978) para mediciones en zonas áridas.

6.5 Comunidades planctónicas

6.5.1 Fitoplancton

El fitoplancton registrado durante la Campaña 1 fue descrito considerando la composición taxonómica, abundancia total, riqueza, diversidad de Shannon (H') y equidad (J'). La composición taxonómica y abundancia por estación se presentan desde Tabla 12 a Tabla 15 y Anexo 06, mientras que los parámetros comunitarios se resumen en la Tabla 16 y se representan gráficamente en la Figura 10. La comparación por sector se presenta en la Tabla 17.

6.5.1.1 Composición taxonómica general

El fitoplancton estuvo compuesto por 88 taxa distribuidos en cinco grupos mayores: Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Cyanobacteria, Euglenophyceae y Zygnematomyceae. La mayor parte de los taxa correspondió a Bacillariophyceae, con 77 taxa y una abundancia acumulada de 22.061.331 cél./L, lo que representó el grupo dominante dentro del conjunto de estaciones. Los restantes grupos presentaron menor riqueza: Cyanobacteria con cinco taxa, Zygnematomyceae con cuatro taxa, y Chrysophyceae y Euglenophyceae con un taxón cada una.

Entre los taxa más frecuentes se registraron *Denticula elegans*, presente en 25 estaciones; *Denticula tenuis* y *Achanantes atacamae*, presentes en 23 estaciones cada una; y *Denticula subtilis* y *Surirella striatula*, presentes en 22 estaciones cada una. También fueron frecuentes *Planothidium lanceolatum* y *Amphora* sp., presentes en 20 estaciones, además de *Haloroundia speciosa* y *Achnanthidium minutissimum*, ambas registradas en 19 estaciones. Estos taxa frecuentes no siempre fueron los más abundantes en todas las estaciones, pero contribuyeron de manera importante a la distribución espacial del fitoplancton.

Los taxa más abundantes en el conjunto de estaciones fueron *Denticula elegans* (4.166.378 cél./L), *Denticula tenuis* (3.106.129 cél./L), *Staurosira construens* (2.588.441 cél./L), *Denticula subtilis* (2.495.620 cél./L) y *Trachelomonas volvocina* (2.098.475 cél./L). También destacaron *Nitzschia* sp. (1.110.003 cél./L), *Surirella striatula* (1.029.929 cél./L), *Navicula* sp. (934.883 cél./L), *Mastogloia*

elliptica (647.388 cél./L) y *Haloroundia speciosa* (640.829 cél./L). A nivel de estación, la alta abundancia de L4 estuvo asociada principalmente a *Denticula tenuis* (972.754 cél./L), mientras que en L7 destacaron *Denticula subtilis* (913.349 cél./L) y *Denticula elegans* (816.816 cél./L). En L26, la abundancia estuvo fuertemente concentrada en *Staurosira construens* (1.464.700 cél./L).

6.5.1.2 Riqueza y abundancia por estación

La riqueza por estación varió entre 7 y 22 taxa. El valor máximo se registró en L9, con 22 taxa, mientras que el mínimo correspondió a L25, con 7 taxa. También se observaron riquezas altas en L1, L16 y L18, y valores comparativamente bajos en L24 y L33.

La abundancia total por estación presentó una variación amplia, con valores entre 30.196 y 2.747.472 cél./L. Los mayores valores se registraron en L4 (2.747.472 cél./L) y L14 (2.685.592 cél./L), mientras que también se observaron abundancias elevadas en L7, L17 y L26. En el extremo inferior, las menores abundancias correspondieron a L31 (30.196 cél./L) y L32 (38.611 cél./L), junto con valores comparativamente bajos en L22, L19 y L18.

6.5.1.3 Diversidad y equidad por estación

La diversidad de Shannon (H') varió entre 0,69 y 2,72. El valor máximo se registró en L18, seguido por valores altos en L16, L20, L9 y L19. El menor valor correspondió a L25, mientras que también se observaron valores bajos en L26, L24, L23 y L33. Estos resultados indican que algunas estaciones con abundancias elevadas presentaron baja diversidad relativa, debido a la dominancia de pocos taxa.

La equidad (J') presentó valores entre 0,26 y 0,91. El valor máximo se registró en L18, seguido por valores altos en L19, L13, L20 y L22. El menor valor correspondió a L26, mientras que también se observaron valores bajos en L23, L17, L25 y L34. En conjunto, los valores de H' y J' muestran diferencias importantes en la distribución relativa de las abundancias entre taxa, con estaciones más equilibradas y otras claramente dominadas por pocos componentes del fitoplancton.

6.5.1.4 Comparación entre sectores

En términos de composición, Bacillariophyceae fue el grupo dominante en todos los sectores, tanto por riqueza como por abundancia acumulada. En el Salar de Pedernales SO (L1–L6), los taxa más abundantes fueron *Denticula tenuis*, *Surirella striatula* y *Denticula subtilis*. En Salar La Laguna (L7–L8), destacaron *Denticula elegans*, *Denticula subtilis* y *Denticula tenuis*. En Salar Piedra Parada (L12–L14), las mayores abundancias correspondieron a *Denticula elegans*, *Denticula tenuis* y *Navicula* sp. En Salar Pedernales NE (L30–L35), las mayores abundancias estuvieron asociadas a *Trachelomonas volvocina*, *Denticula subtilis* y *Staurosira construens*.

En los sistemas hidrológicos asociados, Cabecera Sur Río La Ola (L9–L11) estuvo caracterizada por altas abundancias de *Denticula elegans*, *Sellaphora laevissima* y *Cymbella neocistula*. En Pastos Largos (L16–L18), las mayores abundancias correspondieron a *Trachelomonas volvocina*, *Neidium* sp. y *Spirogyra* sp. En Quebrada Tordillo (L22–L23), destacó *Nitzschia* sp., seguida por *Staurosira construens* y *Nitzschia perminuta*. En Quebrada Leoncito (L26–L27), la mayor abundancia correspondió a *Staurosira construens*, con un valor por sector acumulado de 1.795.882 cél./L. En El Colorado (L28–L29), los taxa más abundantes fueron *Staurosira construens*, *Denticula subtilis* y *Denticula elegans*.

La riqueza mostró sus mayores rangos en Cabecera Sur Río La Ola, con 13–22 taxa; Salar Pedernales SO, con 11–20 taxa; y Pastos Largos, con 17–20 taxa. También se registraron valores relativamente altos en Río Negro, Quebrada Leoncito y El Colorado. Los menores rangos de riqueza se observaron en Vertiente 2, con 7–8 taxa, y Salar Piedra Parada, con 9–12 taxa.

La abundancia total presentó una alta variabilidad entre sectores. Los mayores máximos por sector se registraron en Salar Pedernales SO y Salar Piedra Parada, con valores de hasta 2.747.472 y 2.685.592 cél./L, respectivamente. También se observaron abundancias altas en Salar La Laguna, Pastos Largos, Quebrada Leoncito, El Colorado y Quebrada Tordillo. En contraste, Salar Pedernales NE presentó el menor valor mínimo del conjunto, con 30.196 cél./L, y rangos comparativamente bajos respecto de los sectores con mayor abundancia.

La diversidad (H') presentó valores altos en los sectores Pastos Largos, Río Negro, Cabecera Sur Río La Ola y Salar Pedernales SO. En contraste, los rangos más bajos se observaron en Vertiente 2 y Quebrada Leoncito. La equidad (J') mostró un patrón similar, con valores altos en Río Negro y algunos sectores con comunidades más equilibradas, mientras que Quebrada Leoncito, Quebrada Tordillo y Vertiente 2 presentaron los valores mínimos, asociados a una mayor dominancia de pocos taxa.

Tabla 12. Composición taxonómica y abundancia del fitoplancton (cél./L) registrado en las estaciones limnológicas L1 a L10 durante la Campaña 1.

Clase	Especie	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Bacillariophyceae	<i>Achanantes atacamae</i> Hustedt	0	0	0	0	0	0	37.128	0	18.564	7.426
Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn	0	18.564	0	0	0	5.569	81.682	37.128	0	44.554
Bacillariophyceae	<i>Haloroundia speciosa</i> (Hustedt) C.A.Díaz & N.I.Maidana	4.950	0	6.188	252.470	68.687	9.282	0	55.692	30.940	0
Bacillariophyceae	<i>Karayevia laterostrata</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	0	0	0	0	0	0	0	0	12.376	0
Bacillariophyceae	<i>Karayevia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	55.692	0
Bacillariophyceae	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing)	0	18.564	0	74.256	0	12.995	0	0	18.564	29.702
Bacillariophyceae	<i>Planothidium</i> sp.	3.713	0	3.713	0	0	0	0	0	30.940	0
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen, 1979	0	0	8.663	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	17.326	0	6.188	59.405	0	3.713	22.277	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora atacamana</i> (Patrick) Levkov	0	86.632	8.663	163.363	0	0	14.851	0	37.128	3.713
Bacillariophyceae	<i>Halamphora chilensis</i> Hustedt	7.426	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Amphora</i> sp.	2.475	18.564	2.475	118.810	16.708	11.138	22.277	7.426	18.564	7.426
Bacillariophyceae	<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	12.376	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	0	0	0	0	0	0	0	0	37.128	37.128
Bacillariophyceae	<i>Navicymbula pusilla</i> (Grunow) Krammer	0	0	0	0	0	0	0	0	30.940	0
Bacillariophyceae	<i>Cymbella</i> sp.	2.475	0	0	44.554	3.713	3.713	0	0	24.752	7.426
Bacillariophyceae	<i>Cymbopleura cuspidata</i> (Kützing) Krammer	0	0	0	0	0	0	0	0	12.376	0
Bacillariophyceae	<i>Encyonema</i> sp.	0	0	0	0	7.426	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	59.405	0	7.426	0	0	0	0	0	0	0

Clase	Especie	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Bacillariophyceae	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory de Saint-Vincent	0	61.880	0	66.830	0	3.713	0	7.426	0	0
Bacillariophyceae	<i>Denticula elegans</i> Kütz.	6.188	0	0	0	0	29.702	816.816	386.131	402.220	178.214
Bacillariophyceae	<i>Denticula tenuis</i> Kützing	6.188	600.236	90.345	972.754	12.995	31.559	51.979	133.661	61.880	33.415
Bacillariophyceae	<i>Denticula subtilis</i> Grunow	55.692	315.588	24.752	148.512	5.569	5.569	913.349	207.917	0	25.990
Bacillariophyceae	<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve	0	0	3.713	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis subovalis</i> Cleve	0	0	0	0	0	0	0	3.713	0	0
Bacillariophyceae	<i>Sellaphora laevis</i> (Kützing) D.G.Mann	0	0	0	0	0	0	0	0	43.316	66.830
Bacillariophyceae	<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve	2.475	0	0	0	0	0	7.426	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis subovalis</i> Cleve	1.238	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	111.384	14.851	0	0
Bacillariophyceae	<i>Luticola minor</i> (R.M.Patrick) Mayama	0	0	0	0	0	14.851	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Luticola</i> sp.	0	0	7.426	0	0	12.995	0	0	37.128	0
Bacillariophyceae	<i>Tryblionella levidensis</i> W.Sm.	0	0	0	0	0	0	29.702	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt	0	0	0	0	0	0	0	0	43.316	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia halloyii</i> Maidana & Herbst	1.238	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> sp.	2.475	0	0	0	0	0	37.128	18.564	0	25.990
Bacillariophyceae	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	0	0	1.238	0	3.713	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer	0	0	0	0	5.569	0	0	0	18.564	7.426
Bacillariophyceae	<i>Rhopalodia constricta</i> (Smith) Krammer	0	0	0	0	16.708	0	0	0	0	44.554
Bacillariophyceae	<i>Iconella spiralis</i> (Kützing) Ruck & Nakov	0	43.316	0	51.979	0	5.569	0	7.426	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella chilensis</i> var. <i>constricta</i> Hustedt	0	30.940	17.326	0	0	0	14.851	0	0	0

Clase	Especie	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Bacillariophyceae	<i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	7.426	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella ovalis</i> Bréb.	0	61.880	2.475	0	0	0	0	0	0	11.138
Bacillariophyceae	<i>Surirella sella</i> Hustedt, 1925	7.426	0	9.901	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella striatula</i> Turpin	0	74.256	24.752	393.557	11.138	165.220	96.533	77.969	24.752	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia atacamae</i> f. <i>minor</i> Frenguelli	1.238	0	0	0	0	0	7.426	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia braunii</i> Grunow	0	0	0	0	0	0	0	0	12.376	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia elliptica</i> (C.Agardh) Cleve, 1893	3.713	37.128	0	386.131	5.569	24.133	74.256	0	12.376	59.405
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	12.376	0
Chrysophyceae	<i>Synura uvella</i> Ehrenberg	0	0	121.285	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria</i> sp.	1.238	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Merismopedia elegans</i> A.Braun ex Kützing	0	0	68.068	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák (colonia)	2.475	0	54.454	14.851	0	0	0	0	0	0

Tabla 13. Composición taxonómica y abundancia del fitoplancton (cél./L) registrado en las estaciones limnológicas L11 a L20 durante la Campaña 1.

Clase	Especie	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20
Bacillariophyceae	<i>Achanantes atacamae</i> Hustedt	14.851	49.504	25.990	0	0	7.426	7.426	6.188	8.663	5.569
Bacillariophyceae	<i>Achanantes brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kützing) Cleve	0	18.564	70.543	0	0	4.950	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Achanantes exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	0	0	0	0	0	0	0	0	13.614	7.426
Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn	22.277	43.316	33.415	0	3.713	14.851	14.851	0	9.901	9.282
Bacillariophyceae	<i>Haloroundia speciosa</i> (Hustedt) C.A.Díaz & N.I.Maidana	14.851	12.376	129.948	37.128	0	0	0	0	1.238	0
Bacillariophyceae	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing)	0	37.128	0	0	2.475	17.326	18.564	4.950	18.564	14.851
Bacillariophyceae	<i>Planothidium</i> sp.	14.851	0	0	0	0	7.426	22.277	2.475	4.950	0
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grunow) Krammer, 1991	0	0	0	0	0	51.979	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen, 1979	0	0	0	0	12.376	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora atacamana</i> (Patrick) Levkov	7.426	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora chilensis</i> Hustedt	7.426	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Amphora</i> sp.	29.702	18.564	0	0	0	2.475	11.138	1.238	0	0
Bacillariophyceae	<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	33.415	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Cymbella</i> sp.	7.426	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory de Saint-Vincent	0	0	0	0	4.950	19.802	7.426	3.713	0	3.713
Bacillariophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	0	0	0	0	68.068	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	0	0	0	9.901	25.990	3.713	0	0
Bacillariophyceae	<i>Denticula elegans</i> Kütz.	530.930	0	0	1.398.488	0	0	14.851	1.238	6.188	38.984
Bacillariophyceae	<i>Denticula tenuis</i> Kützing	0	0	0	1.014.832	0	2.475	0	0	2.475	5.569

Clase	Especie	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20
Bacillariophyceae	<i>Denticula subtilis</i> Grunow	0	0	0	0	1.238	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve	0	0	0	12.376	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis subovalis</i> Cleve	0	12.376	0	12.376	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Sellaphora laevis</i> (Kützinger) D.G.Mann	0	0	0	24.752	0	0	14.851	4.950	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis subovalis</i> Cleve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.856
Bacillariophyceae	<i>Navicula</i> sp.	25.990	761.124	18.564	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Pinnularia aff. boliviana</i>	0	0	0	0	0	2.475	7.426	12.376	2.475	5.569
Bacillariophyceae	<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützinger) Rabenhorst	0	0	0	0	0	4.950	3.713	3.713	0	0
Bacillariophyceae	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	0	0	0	0	0	12.376	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Hantzschia hyperborea</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0	0	0	0	0	4.950	14.851	3.713	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia halloyii</i> Maidana & Herbst	0	0	0	0	0	7.426	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	0	0	0	0	0	0	0	0	3.713	3.713
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	0	0	0	9.901	11.138	4.950	0	0
Bacillariophyceae	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	0	0	0	0	0	12.376	0	1.238	0	0
Bacillariophyceae	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	0	0	0	0	2.475	2.475	7.426	1.238	8.663	3.713
Bacillariophyceae	<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützinger	0	0	0	0	0	0	0	0	7.426	37.128
Bacillariophyceae	<i>Epithemia sorex</i> Kützinger, 1844	0	0	0	0	3.713	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Epithemia frickei</i> Krammer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.282
Bacillariophyceae	<i>Rhopalodia constricta</i> (Smith) Krammer	0	0	44.554	111.384	0	0	0	1.238	0	0
Bacillariophyceae	<i>Iconella spiralis</i> (Kützinger) Ruck & Nakov	0	0	3.713	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	0	0	0	0	8.663	0	0	0	0	0

Clase	Especie	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20
Bacillariophyceae	<i>Surirella chilensis</i> var. <i>constricta</i> Hustedt	0	0	11.138	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella striatula</i> Turpin	0	43.316	33.415	24.752	0	0	0	1.238	2.475	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia atacamae</i> f. <i>minor</i> Frenguelli	0	12.376	37.128	49.504	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia elliptica</i> (C.Agardh) Cleve, 1893	11.138	24.752	0	0	1.238	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia</i> sp.	0	37.128	0	0	0	0	0	0	0	1.856
Bacillariophyceae	<i>Neidium</i> sp.	0	0	0	0	0	4.950	122.522	6.188	0	0
Euglenophyceae	<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	1.470.269	0	0	0
Zygnematophyceae	<i>Cosmarium trilobulatum</i> Reinsch	0	0	0	0	6.188	0	0	0	0	14.851
Zygnematophyceae	<i>Cosmarium granatum</i> Bréb. ex Ralfs	0	0	0	0	0	0	0	0	1.238	7.426
Zygnematophyceae	<i>Spirogyra</i> sp.	22.277	0	0	0	40.841	54.454	40.841	6.188	0	0
Cyanobacteria	<i>Dolichospermum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	16.089	1.238	5.569
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	7.426	0	3.713

Tabla 14. Composición taxonómica y abundancia del fitoplancton (cél./L) registrado en las estaciones limnológicas L21 a L30 durante la Campaña 1.

Clase	Especie	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30
Bacillariophyceae	<i>Achanantes atacamae</i> Hustedt	61.261	4.950	3.713	0	0	9.282	13.366	37.128	8.911	5.198
Bacillariophyceae	<i>Achanantes brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kützing) Cleve	3.713	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Achanantes exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	18.564	6.188	12.995	0	0	0	0	33.415	15.594	0
Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn	20.420	0	0	0	0	22.277	35.643	0	3.713	3.713
Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium delicatulum</i> f. <i>delicatulum</i> Kützing, 1844	0	0	0	0	0	12.995	13.366	0	17.079	1.485
Bacillariophyceae	<i>Haloroundia speciosa</i> (Hustedt) C.A.Díaz & N.I.Maidana	0	0	0	0	0	0	0	0	743	2.970
Bacillariophyceae	<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot)	0	0	0	0	0	18.564	19.307	0	25.247	3.713
Bacillariophyceae	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing)	55.692	18.564	5.569	0	0	14.851	22.277	0	74.999	6.683
Bacillariophyceae	<i>Planothidium</i> sp.	24.133	6.188	3.713	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grunow) Krammer, 1991	0	0	0	0	0	0	0	122.522	2.970	0
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen, 1979	9.282	0	0	0	0	0	0	55.692	0	0
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68.316
Bacillariophyceae	<i>Asterionella formosa</i> Hassall, 1850	0	0	0	0	0	0	0	29.702	0	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora atacamana</i> (Patrick) Levkov	0	0	0	0	0	1.856	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Amphora ineolata</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	1.485	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Amphora</i> sp.	0	0	0	0	1.485	5.569	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	0	0	0	1.856	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Cymbella</i> sp.	0	1.238	0	1.856	743	0	0	14.851	743	0

Clase	Especie	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30
Bacillariophyceae	<i>Cymbopleura cuspidata</i> (Kützinger) Krammer	0	0	0	0	0	0	2.970	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	0	12.376	63.118	0	0	1.464.700	331.182	497.515	7.426	24.504
Bacillariophyceae	<i>Denticula elegans</i> Kütz.	0	19.802	22.277	24.133	7.426	11.138	0	226.481	1.485	1.485
Bacillariophyceae	<i>Denticula tenuis</i> Kützinger	0	3.713	3.713	16.708	13.366	0	0	22.277	7.426	1.485
Bacillariophyceae	<i>Denticula subtilis</i> Grunow	0	4.950	9.282	204.204	134.403	0	0	178.214	81.682	1.485
Bacillariophyceae	<i>Brachysira atacamae</i> (Hustedt) D.G.Mann	0	0	0	0	0	0	0	0	7.426	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve	0	1.238	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Pinnularia major</i> (Kützinger) Rabenhorst	0	0	0	0	0	0	0	29.702	0	0
Bacillariophyceae	<i>Sellaphora laevis</i> (Kützinger) D.G.Mann	0	2.475	0	0	0	0	2.970	37.128	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve	0	1.238	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis subovalis</i> Cleve	0	0	0	0	0	59.405	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Caloneis</i> sp.	0	0	5.569	7.426	0	0	0	11.138	0	0
Bacillariophyceae	<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	0	1.485	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Luticola muticopsis</i> (Van Heurck) D.G.Mann, 1990	0	0	0	1.856	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Luticola</i> sp.	0	0	16.708	0	0	3.713	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	0	3.713	11.138	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	0	0	1.856	0	0	0	5.940	0	0	743
Bacillariophyceae	<i>Hantzschia hyperborea</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0	0	0	0	0	14.851	7.426	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia brevissima</i> Grunow	0	0	0	0	0	0	0	0	5.198	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia palea</i> (Kützinger) W.Smith	0	0	9.282	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M.Peragallo	0	0	59.405	0	0	0	0	0	0	0

Clase	Especie	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia epithemoides</i> Grunow	0	0	0	0	0	0	1.485	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia halloyii</i> Maidana & Herbst	0	0	0	0	0	0	0	0	4.455	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	996.887	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	0	0	0	0	0	3.713	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Ulnaria acus</i> (Kützinger) M.Aboal	0	0	0	0	0	0	1.485	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	9.282	0	0	0	0	0	0	0	0	1.485
Bacillariophyceae	<i>Epithemia frickei</i> Krammer	0	0	0	0	0	0	0	7.426	0	0
Bacillariophyceae	<i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer	0	0	0	0	0	11.138	2.970	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella striatula</i> Turpin	5.569	0	0	0	0	11.138	2.970	0	0	1.485
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia atacamae</i> f. <i>minor</i> Frenguelli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.485
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia braunii</i> Grunow	0	0	0	3.713	2.970	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia elliptica</i> (C.Agardh) Cleve, 1893	0	0	0	0	0	5.569	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützinger	0	0	0	0	0	0	0	44.554	0	5.940
Zygnematophyceae	<i>Spirogyra</i> sp.	0	0	0	0	0	18.564	0	0	0	0
Zygnematophyceae	<i>Zygnema</i> sp.	0	0	0	0	0	9.282	0	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Dolichospermum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	743
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria</i> sp.	11.138	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Pseudoanabaena</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	743

Tabla 15. Composición taxonómica y abundancia del fitoplancton (cél./L) registrado en las estaciones limnológicas L31 a L35 durante la Campaña 1.

Clase	Especie	L31	L32	L33	L34	L35
Bacillariophyceae	<i>Achanantes atacamae</i> Hustedt	2.475	0	4.455	4.455	11.138
Bacillariophyceae	<i>Achanantes brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kützing) Cleve	0	0	0	5.940	0
Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn	0	0	5.940	0	0
Bacillariophyceae	<i>Haloroundia speciosa</i> (Hustedt) C.A.Díaz & N.I.Maidana	990	495	1.485	2.970	7.426
Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium delicatulum</i> f. <i>delicatulum</i> Kützing, 1844	1.980	2.475	0	4.455	11.138
Bacillariophyceae	<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot)	1.485	0	0	7.426	0
Bacillariophyceae	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing)	0	0	0	2.970	0
Bacillariophyceae	<i>Planothidium</i> sp.	0	0	0	0	5.569
Bacillariophyceae	<i>Halamphora atacamana</i> (Patrick) Levkov	0	990	0	0	3.713
Bacillariophyceae	<i>Amphora</i> sp.	1.980	1.485	0	0	7.426
Bacillariophyceae	<i>Cymboplectura cuspidata</i> (Kützing) Krammer	0	495	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	5.940	4.950	109.899	0	0
Bacillariophyceae	<i>Denticula elegans</i> Kütz.	2.475	2.970	5.940	10.396	20.420
Bacillariophyceae	<i>Denticula tenuis</i> Kützing	0	0	0	5.940	11.138
Bacillariophyceae	<i>Denticula subtilis</i> Grunow	8.911	18.316	8.911	14.851	126.235
Bacillariophyceae	<i>Diploneis subovalis</i> Cleve	0	0	0	0	1.856
Bacillariophyceae	<i>Navicula</i> sp.	1.485	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	0	0	4.455	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	0	0	0	1.485	0

Clase	Especie	L31	L32	L33	L34	L35
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia halloyii</i> Maidana & Herbst	0	0	0	0	1.856
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	0	2.970	0
Bacillariophyceae	<i>Epithemia frickei</i> Krammer	495	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella striatula</i> Turpin	495	2.970	2.970	17.821	11.138
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia atacamae</i> f. <i>minor</i> Frenguelli	0	1.485	0	2.970	1.856
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia braunii</i> Grunow	0	0	0	0	5.569
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia elliptica</i> (C.Agardh) Cleve, 1893	0	1.980	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia</i> sp.	990	0	0	0	0
Euglenophyceae	<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	0	0	341.578	286.628	0
Cyanobacteria	<i>Pseudoanabaena</i> sp.	495	0	0	0	0

Tabla 16. *Parámetros comunitarios del fitoplancton por estación durante la Campaña 1.*

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (cél./L)	Shannon (H')	Equidad (J')
L1	Salar Pedernales SO	20	201.730	2,18	0,73
L2	Salar Pedernales SO	12	1.367.548	1,78	0,71
L3	Salar Pedernales SO	19	469.051	2,25	0,76
L4	Salar Pedernales SO	13	2.747.472	2,04	0,79
L5	Salar Pedernales SO	11	157.795	1,90	0,79
L6	Salar Pedernales SO	15	339.721	1,91	0,70
L7	Salar La Laguna	17	2.346.491	1,71	0,60
L8	Salar La Laguna	12	957.904	1,74	0,70
L9	Cabecera Sur Río La Ola	22	996.268	2,41	0,78
L10	Cabecera Sur Río La Ola	16	590.337	2,31	0,83
L11	Cabecera Sur Río La Ola	13	742.560	1,27	0,49
L12	Salar Piedra Parada	12	1.070.524	1,26	0,50
L13	Salar Piedra Parada	10	408.408	1,99	0,86
L14	Salar Piedra Parada	9	2.685.592	1,10	0,50
L15	Ciénaga	12	155.938	1,69	0,68
L16	Pastos Largos	20	254.944	2,54	0,84
L17	Pastos Largos	17	1.815.560	0,92	0,32
L18	Pastos Largos	20	94.060	2,71	0,90
L19	Río Negro	15	92.821	2,41	0,89
L20	Río Negro	18	180.070	2,48	0,85
L21	Quebrada Tinajas	10	219.054	1,96	0,85
L22	Tordillo	13	86.633	2,20	0,85
L23	Tordillo	15	1.225.225	0,87	0,32
L24	Vertiente 2	8	261.752	0,85	0,41
L25	Vertiente 2	7	161.878	0,68	0,35
L26	Leoncito	18	1.698.605	0,74	0,25
L27	Leoncito	15	464.842	1,22	0,45
L28	El Colorado	15	1.347.745	2,04	0,75
L29	El Colorado	16	265.097	2,02	0,72
L30	Salar Pedernales NE	18	133.661	1,78	0,61

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (cél./L)	Shannon (H')	Equidad (J')
L31	Salar Pedernales NE	13	30.196	2,17	0,84
L32	Salar Pedernales NE	11	38.611	1,79	0,74
L33	Salar Pedernales NE	9	485.633	0,89	0,40
L34	Salar Pedernales NE	14	371.277	1,06	0,40
L35	Salar Pedernales NE	14	226.478	1,72	0,65



Figura 10. Parámetros comunitarios del fitoplancton registrados en las estaciones L1 a L35 durante la Campaña 1: a) riqueza, b) abundancia total, c) diversidad de Shannon (H') y d) equidad (J').

Tabla 17. Rangos por sector de riqueza, abundancia total, diversidad de Shannon (H') y equidad (J') del fitoplancton registrados durante la Campaña 1.

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (cél./L)	Shannon (H')	Equidad (J')
Salar Pedernales SO (L1–L6)	Salar	11–20	157.795–2.747.472	1,78–2,25	0,71–0,80
Salar Pedernales NE (L30–L35)	Salar	9–18	30.196–485.633	0,90–2,17	0,40–0,85
Salar La Laguna (L7–L8)	Salar	12–17	957.904–2.346.491	1,72–1,74	0,61–0,70
Salar Piedra Parada (L12–L14)	Salar	9–12	408.408–2.685.592	1,11–1,99	0,50–0,87
Cabecera Sur Río La Ola (L9–Bofedal y L11)	canal	13–22	590.337–996.268	1,27–2,42	0,50–0,84
Quebrada Ciénaga (L15)	Vega	12	155.938	1,70	0,68
Pastos Largos (L16–L18)	Bofedal	17–20	94.060–1.815.560	0,92–2,72	0,33–0,91
Río Negro (L19–L20)	Arroyo	15–18	92.821–180.070	2,42–2,48	0,86–0,89
Quebrada Tinajas (L21)	Bofedal	10	219.054	1,96	0,85
Quebrada Tordillo (L22–L23)	Bofedal	13–15	86.633–1.225.225	0,88–2,20	0,32–0,86
Vertiente 2 (L24–L25)	Arroyo	7–8	161.878–261.752	0,69–0,86	0,35–0,41
Quebrada Leoncito (L26–L27)	Bofedal y canal	15–18	464.842–1.698.605	0,75–1,23	0,26–0,45
El Colorado (L28–L29)	Arroyo y pozas	15–16	265.097–1.347.745	2,02–2,04	0,73–0,75

6.5.2 Zooplancton

El zooplancton registrado durante la Campaña 1 fue descrito considerando la composición taxonómica, abundancia total, riqueza, diversidad de Shannon (H') y equidad (J'). La composición taxonómica y abundancia por estación se presentan en la Tabla 18 y Tabla 19 y Anexo 07, mientras que los parámetros comunitarios se resumen en la Tabla 20 y se representan gráficamente en la Figura 11. La comparación por sector se presenta en la Tabla 21.

6.5.2.1 Composición taxonómica general

El zooplancton estuvo compuesto por 13 taxa distribuidos en seis grupos mayores: Arachnida, Branchiopoda, Copepoda, Insecta, Malacostraca y Ostracoda. La mayor riqueza correspondió a Branchiopoda, Copepoda y Ostracoda, cada uno con tres taxa, seguidos por Insecta, con dos taxa, y Arachnida y Malacostraca, con un taxón cada uno. En términos de abundancia acumulada,

Branchiopoda fue el grupo dominante, con 872 ind./L, seguido por Copepoda, con 309 ind./L, y Ostracoda, con 145 ind./L.

Entre los taxa más frecuentes se registró Macrothricidae indet., presente en 23 estaciones, seguido por *Boeckella* sp., presente en 19 estaciones. También fueron frecuentes Harpacticoida indet. y Chironomidae indet., presentes en 17 estaciones cada uno, y *Artemia* sp., registrada en 13 estaciones. Con menor frecuencia relativa, pero con amplia distribución espacial, se registraron *Heterocypris* sp. y *Hyalella* sp., presentes en 10 estaciones cada uno.

Los taxa más abundantes en el conjunto de estaciones fueron Macrothricidae indet. (813 ind./L), Cyclopidae indet. (111 ind./L), Harpacticoida indet. (110 ind./L), *Boeckella* sp. (88 ind./L) y *Herpetocypris* sp. (85 ind./L). También destacaron *Artemia* sp., Chironomidae indet. y *Cyprideis* sp. A nivel de estación, la abundancia de L2 estuvo asociada principalmente a Macrothricidae indet. y Cyclopidae indet., mientras que en L3 predominó Macrothricidae indet. En L10 se observó una mayor contribución conjunta de Macrothricidae indet., *Boeckella* sp. y *Herpetocypris* sp., mientras que en L14 la abundancia estuvo dominada por Macrothricidae indet.

6.5.2.2 Riqueza y abundancia por estación

La riqueza por estación varió entre 0 y 10 taxa. El valor máximo se registró en L1, con 10 taxa, seguido por L3, con 9 taxa. También se observaron valores relativamente altos en L2, L27 y L35. En contraste, L22 no presentó organismos registrados, mientras que varias estaciones, entre ellas L15, L18, L20, L21, L23, L28 y L29, presentaron solo un taxón.

La abundancia total por estación presentó una variación amplia, con valores entre 0 y 145 ind./L. Los mayores valores se registraron en L2 (145 ind./L) y L3 (141 ind./L), mientras que también se observaron abundancias comparativamente elevadas en L10, L14 y L4. En el extremo inferior, L22 no presentó organismos registrados, y las estaciones L15, L20, L21, L23 y L29 registraron solo 1 ind./L. También se observaron abundancias bajas en L28 y L9.

6.5.2.3 Diversidad y equidad por estación

La diversidad de Shannon (H') varió entre 0,00 y 1,56. El valor máximo se registró en L17, seguido por valores altos en L27, L26, L7 y L1 (Los valores informados como 0,00 correspondieron a estaciones sin organismos registrados o con un solo taxón, entre ellas L15, L18, L20, L21, L22, L23, L28 y L29). La equidad J' presentó valores entre 0,00 y 0,97. El valor máximo se registró en L17, seguido por valores altos en L9, L26, L35, L31, L19 y L25 (al igual que en H' , los valores de J' iguales a 0,00 correspondieron a estaciones sin organismos o con un solo taxón).

6.5.2.4 Comparación entre sectores

Los mayores rangos de riqueza se observaron en Salar Pedernales SO, con 6–10 taxa, seguido por Quebrada Leoncito, con 5–7 taxa, y Salar La Laguna y Salar Piedra Parada, ambos con 5–6 taxa. Salar Pedernales NE presentó una riqueza intermedia, con 3–5 taxa. En contraste, los sectores con menor riqueza correspondieron a Quebrada Ciénaga, Quebrada Tinajas y El Colorado, con un taxón, y Quebrada Tordillo, con 0–1 taxa.

La abundancia total también mostró una alta variabilidad entre sectores. Los mayores valores se registraron en Salar Pedernales SO, con 45–145 ind./L, y Salar Piedra Parada, con 68–109,67 ind./L. Cabecera Sur Río La Ola presentó un rango amplio, entre 3 y 118 ind./L, debido al valor elevado registrado en L10. En contraste, los menores valores se observaron en Quebrada Ciénaga,

Quebrada Tinajas, Quebrada Tordillo y El Colorado, donde las abundancias fueron nulas o muy bajas.

La diversidad de Shannon (H') presentó sus mayores valores en Pastos Largos, Quebrada Leoncito, Salar La Laguna y Salar de Pedernales SO. Quebrada Leoncito mostró valores altos y estrechos, entre 1,41 y 1,42, mientras que Pastos Largos alcanzó el máximo general de la campaña. En contraste, Quebrada Ciénaga, Quebrada Tinajas, Quebrada Tordillo y El Colorado presentaron valores de H' iguales a 0,00, asociados a ausencia de organismos o riqueza unitaria.

La equidad (J') mostró valores altos en Pastos Largos, Cabecera Sur Río La Ola, Quebrada Leoncito, Río Negro, Vertiente 2 y Salar de Pedernales NE. Los valores máximos alcanzaron 0,97 en Pastos Largos, 0,92 en Cabecera Sur Río La Ola y 0,88 en Quebrada Leoncito.

Tabla 18. Composición y abundancia de organismos obtenidos en las muestras de zooplancton (ind./L) registrados en las estaciones limnológicas L1 a L18 de la Campaña 1.

Clase	Orden	Familia	Taxón	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18
Branchiopoda	Anostraca	Artemiidae	<i>Artemia sp.</i>	1	0	2	3	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	<i>Chydorus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
Branchiopoda	Anomopoda	Macrothricidae	Macrothricidae indet.	21	72	110	82	34	28	17	45	0	51	0	54	92	71	0	3	1	0
Copepoda	Harpacticoida	—	Harpacticoida indet.	2	8	15	5	5	10	3	1	0	0	0	4	1	21	0	0	0	0
Copepoda	Calanoida	Centropagidae	<i>Boeckella sp.</i>	1	3	1	0	1	2	5	1	0	34	17	0	1	2	0	0	1	0
Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Cyclopidae indet.	32	56	3	0	0	0	3	1	0	0	3	0	0	11	0	0	0	0
Ostracoda	Podocopida	Cyprideidae	<i>Cyprideis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	8	0	8
Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	<i>Heterocypris sp.</i>	1	2	1	7	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0
Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	<i>Herpetocypris sp.</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	2	32	21	8	0	0	0	0	0	0
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella sp.</i>	0	3	0	1	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae indet.	2	1	5	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	3	0	1	2	0
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Podonomus sp.</i>	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachnida	Sarcoptiformes	—	Sarcoptiformes indet.	1	0	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 19. Composición y abundancia de organismos obtenidos en las muestras de zooplancton (ind/L) registrados en las estaciones limnológicas L19 a L35 de la Campaña 1.

Clase	Orden	Familia	Taxón	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35
Branchiopoda	Anostraca	Artemiidae	<i>Artemia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	15	8	3	4	1	6
Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	<i>Chydorus sp.</i>	2	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Branchiopoda	Anomopoda	Macrothricidae	Macrothricidae indet.	25	0	0	0	0	21	0	0	2	0	0	11	2	45	3	21	2
Copepoda	Harpacticoida	—	Harpacticoida indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	8	15	2	2
Copepoda	Calanoida	Centropagidae	<i>Boeckella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2	5	5	0	0	2	0	1	3	0	1
Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Cyclopidae indet.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda	Podocopida	Cyprideidae	<i>Cyprideis sp.</i>	8	0	0	0	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	<i>Heterocypris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	<i>Herpetocypris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	2	0	1	0	0	0
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella sp.</i>	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae indet.	12	0	1	0	1	1	3	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0

Tabla 20. *Parámetros comunitarios del zooplancton por estación durante la Campaña 1.*

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (ind./L)	Shannon (H')	Equidad (J')
L1	Salar Pedernales SO	10	63	1,32	0,57
L2	Salar Pedernales SO	7	145	1,13	0,58
L3	Salar Pedernales SO	9	141	0,88	0,40
L4	Salar Pedernales SO	6	99	0,69	0,39
L5	Salar Pedernales SO	6	45	0,90	0,50
L6	Salar Pedernales SO	6	45	1,12	0,62
L7	Salar La Laguna	6	32	1,40	0,78
L8	Salar La Laguna	5	49	0,40	0,25
L9	Cabecera Sur Río La Ola	2	3	0,64	0,92
L10	Cabecera Sur Río La Ola	4	118	1,12	0,80
L11	Cabecera Sur Río La Ola	5	45	1,18	0,73
L12	Salar Piedra Parada	5	68	0,73	0,45
L13	Salar Piedra Parada	5	98	0,31	0,19
L14	Salar Piedra Parada	6	109,67	1,07	0,60
L15	Ciénaga	1	1	0	0
L16	Pastos Largos	3	12	0,82	0,75
L17	Pastos Largos	5	6	1,56	0,97
L18	Pastos Largos	1	8	0	0
L19	Río Negro	4	47	1,12	0,81
L20	Río Negro	1	1	0	0
L21	Quebrada Tinajas	1	1	0	0
L22	Tordillo	0	0	0	0
L23	Tordillo	1	1	0	0
L24	Vertiente 2	5	30	0,98	0,61
L25	Vertiente 2	4	14	1,12	0,81
L26	Leoncito	5	11	1,41	0,88
L27	Leoncito	7	31	1,42	0,73
L28	El Colorado	1	2	0	0
L29	El Colorado	1	1	0	0
L30	Salar Pedernales NE	5	33	1,28	0,80

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (ind./L)	Shannon (H')	Equidad (J')
L31	Salar Pedernales NE	4	16	1,14	0,82
L32	Salar Pedernales NE	5	58	0,76	0,47
L33	Salar Pedernales NE	4	25	1,11	0,80
L34	Salar Pedernales NE	3	24	0,46	0,42
L35	Salar Pedernales NE	4	11	1,17	0,84

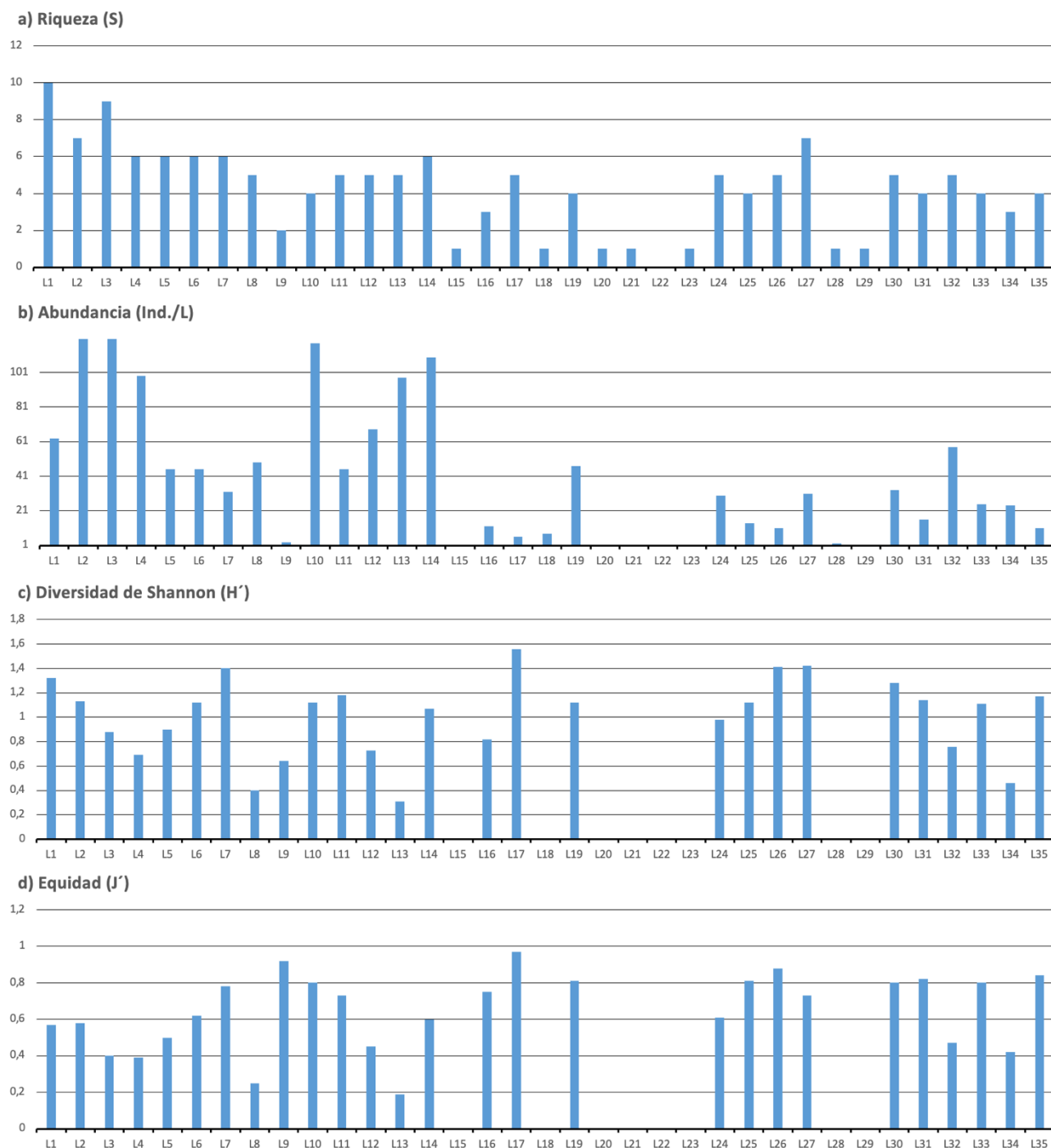


Figura 11. Parámetros comunitarios del zooplankton registrados en las estaciones L1 a L35 durante la Campaña 1: a) riqueza, b) abundancia total, c) diversidad de Shannon (H') y d) equidad (J').

Tabla 21. Rangos por sector de riqueza, abundancia total, diversidad de Shannon (H') y equidad (J') del zooplankton registrados durante la Campaña 1.

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (Ind./L)	Shannon (H')	Equidad (J')
Salar Pedernales SO (L1–L6)	Salar	6–10	45–145	0,69–1,32	0,39–0,62
Salar Pedernales NE (L30–L35)	Salar	3–5	11–58	0,46–1,28	0,42–0,84
Salar La Laguna (L7–L8)	Salar	5–6	32–49	0,40–1,40	0,25–0,78
Salar Piedra Parada (L12–L14)	Salar	5–6	68–109,67	0,31–1,07	0,19–0,60
Cabecera Sur Río La Ola (L9–L11)	Bofedal y canal	2–5	3–118	0,64–1,18	0,73–0,92
Quebrada Ciénaga (L15)	Vega	1	1	0,00	0,00
Pastos Largos (L16–L18)	Bofedal	1–5	6–12	0,00–1,56	0,00–0,97
Río Negro (L19–L20)	Arroyo	1–4	1–47	0,00–1,12	0,00–0,81
Quebrada Tinajas (L21)	Bofedal	1	1	0,00	0,00
Quebrada Tordillo (L22–L23)	Bofedal	0–1	0–1	0,00	0,00
Vertiente 2 (L24–L25)	Arroyo	4–5	14–30	0,98–1,12	0,61–0,81
Quebrada Leoncito (L26–L27)	Bofedal y canal	5–7	11–31	1,41–1,42	0,73–0,88
El Colorado (L28–L29)	Arroyo y pozas ¹		1–2	0,00	0,00

6.6 Comunidades bentónicas

6.6.1 Fitobentos

El fitobentos registrado durante la Campaña 1 fue descrito considerando la composición taxonómica, abundancia total, riqueza, diversidad de Shannon (H') y equidad (J'). La composición taxonómica y abundancia por estación se presentan entre la Tabla 22 a Tabla 25 y Anexo 06, mientras que los parámetros comunitarios se resumen en la Tabla 26 y se representan gráficamente en la Figura 12. La comparación por sector se presenta en la Tabla 27.

6.6.1.1 Composición taxonómica general

El fitobentos estuvo compuesto por 94 taxa, con predominio de Bacillariophyceae en el conjunto de estaciones. Además, se registraron grupos con presencia más puntual, correspondientes a Cyanobacteria, Dinophyceae, Chlorophyceae, Ulvophyceae, Zygnematophyceae y Trebouxiophyceae. Esta composición muestra una comunidad fitobentónica dominada por diatomeas, aunque con incorporación localizada de otros grupos de microalgas asociadas al sustrato.

Entre los taxa más frecuentes se registraron *Achanantes atacamae*, presente en 31 estaciones, *Denticula elegans*, presente en 30 estaciones, *Denticula subtilis*, presente en 28 estaciones,

Planothidium lanceolatum, presente en 26 estaciones, y *Achnantheidium minutissimum*, presente en 23 estaciones. Estos taxa se consideran frecuentes por su amplia distribución espacial, independientemente de sus abundancias puntuales.

Los taxa con mayores abundancias acumuladas fueron *Staurosira construens* (56.595.447 cél./cm²), *Tabellaria fenestrata* (18.409.300 cél./cm²), *Denticula subtilis* (15.346.904 cél./cm²), *Surirella striatula* (3.960.527 cél./cm²) y *Denticula elegans* (3.921.079 cél./cm²). A diferencia de los taxa frecuentes, estos taxa destacaron por su contribución numérica a la abundancia total registrada en la matriz.

6.6.1.2 Riqueza y abundancia por estación

La riqueza por estación varió entre 6 y 36 taxa. El valor máximo se registró en L13, con 36 taxa, mientras que el mínimo correspondió a L24, con 6 taxa. También se observaron riquezas relativamente altas en L1 y L17, ambas con 28 taxa, y en L2, L3 y L10, con 26 taxa. En contraste, los valores más bajos se registraron en L24, L25, L8 y L21.

La abundancia total presentó una alta variabilidad espacial, con valores entre 55.073 y 54.745.236 cél./cm². El valor máximo se registró en L26 (54.745.236 cél./cm²), seguido por L3 (24.244.584 cél./cm²), mientras que también se observaron abundancias elevadas en L24, L29 y L25. En el extremo inferior, las menores abundancias correspondieron a L18 (55.073 cél./cm²) y L33 (61.880 cél./cm²), junto con valores comparativamente bajos en L22, L32 y L30.

En algunas estaciones, la abundancia estuvo fuertemente concentrada en pocos taxa. Este patrón fue especialmente evidente en L26, donde la abundancia total estuvo dominada por *Staurosira construens*. También se observaron dominancias puntuales relevantes en L3, asociada principalmente a *Tabellaria fenestrata*, y en L24–L25, donde destacó *Denticula subtilis*.

6.6.1.3 Diversidad y equidad por estación

La diversidad de Shannon (H') varió entre 0,11 y 3,15. El valor máximo se registró en L13, seguido por valores altos en L16, L2 y L32. El menor valor correspondió a L26, lo que indica una comunidad fuertemente dominada por pocos taxa, pese a presentar una riqueza mayor que uno. En este componente no se registraron estaciones sin organismos ni estaciones con un solo taxón, por lo que los valores bajos de H' reflejan concentración numérica de la abundancia en pocos componentes del fitobentos.

La equidad (J') presentó valores entre 0,04 y 0,94. El valor máximo se registró en L33, seguido por valores altos en L16, L31, L32, L35 y L30. El menor valor correspondió a L26, coherente con la alta dominancia de *Staurosira construens* en esa estación. En general, los mayores valores de J' se asociaron a estaciones con una distribución más equilibrada de las abundancias entre taxa, mientras que los valores bajos reflejaron dominancia marcada de pocos taxa.

6.6.1.4 Comparación entre sectores

En el área de estudio Bacillariophyceae fue el grupo taxonómico más ampliamente representado en todos los sectores. Otros grupos tuvieron una presencia más restringida, como Cyanobacteria en Salar Pedernales SO, Quebrada Tinajas y Quebrada Leoncito; Ulvophyceae en El Colorado; Dinophyceae en Quebrada Ciénaga; y Zygnematophyceae principalmente en Pastos Largos, Río Negro y El Colorado.

La riqueza presentó sus mayores rangos en Salar Piedra Parada, con 15–36 taxa, y Pastos Largos, con 23–28 taxa. También destacaron Salar Pedernales SO, con 19–28 taxa, y Quebrada Tordillo, con 23–24 taxa. Los menores valores se registraron en Vertiente 2, con 6–7 taxa, y en Quebrada Tinajas, con 8 taxa.

La abundancia total mostró los mayores valores en Quebrada Leoncito, con 3.304.392–54.745.236 cél./cm², debido al valor máximo registrado en L26. También se observaron rangos elevados en Salar Pedernales SO, con 298.571–24.244.584 cél./cm², y en Vertiente 2, con 3.434.334–6.321.042 cél./cm². En contraste, los menores valores se observaron en Pastos Largos, cuyo rango incluyó el mínimo de la campaña, y en Quebrada Tordillo, con 67.291–1.519.154 cél./cm².

La diversidad de Shannon (H') alcanzó los rangos más altos en Salar Piedra Parada, con 2,42–3,15; Pastos Largos, con 2,19–2,93; y Salar Pedernales NE, con 2,14–2,82. En contraste, los menores valores se observaron en Quebrada Leoncito, con 0,11–1,95, y Vertiente 2, con 0,33–0,68. La equidad J' presentó los valores más altos en Salar Pedernales NE, con 0,72–0,94, y Salar Piedra Parada, con 0,82–0,89. Los valores más bajos correspondieron a Quebrada Leoncito, con 0,04–0,66, y Vertiente 2, con 0,18–0,35.

Entre los taxa frecuentes por sector, *Achanantes atacamae*, *Denticula elegans*, *Denticula subtilis*, *Planothidium lanceolatum* y *Surirella striatula* aparecieron reiteradamente en distintos sectores. En términos de abundancia, los principales taxa dominantes variaron entre sectores: *Tabellaria fenestrata* destacó en Salar Pedernales SO, *Denticula subtilis* en Vertiente 2, *Staurosira construens* en Quebrada Leoncito, *Binuclearia tectorum* en El Colorado y *Surirella striatula* en Salar Piedra Parada.

Tabla 22. Composición taxonómica y abundancia del fitobentos (cél./cm²) registrado en las estaciones limnológicas L1 A L10 durante la Campaña 1.

Clase	Especie	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Bacillariophyceae	<i>Achanantes atacamae</i> Hustedt	24.752	55.692	46.410	37.128	7.735	30.940	18.564	0	24.752	18.564
Bacillariophyceae	<i>Achanantes brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kütz.) Cleve	8.251	0	0	46.410	4.641	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Achnanthes minutissimum</i> (Kütz.) Czarn	14.439	83.538	46.410	55.692	6.188	30.940	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Haloroundia speciosa</i> (Hustedt) N.I.Maidana	8.251	55.692	0	157.794	0	24.752	18.564	24.752	0	3.094
Bacillariophyceae	<i>Karayevia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	12.376	3.094
Bacillariophyceae	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kütz.)	10.313	55.692	46.410	37.128	9.282	24.752	0	0	24.752	6.188
Bacillariophyceae	<i>Planothidium</i> sp.	10.313	18.564	0	27.846	3.094	18.564	0	0	18.564	21.658
Bacillariophyceae	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	28.877	27.846	74.256	18.564	1.547	6.188	30.940	6.188	0	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora atacamana</i> (Patrick) Levkov	10.313	139.230	37.128	194.922	6.188	30.940	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora chilensis</i> Hustedt	45.379	18.564	46.410	55.692	6.188	30.940	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora veneta</i> (Kütz.) Levkov	0	74.256	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Amphora</i> sp.	8.251	83.538	64.974	0	0	0	6.188	30.940	74.256	12.376
Bacillariophyceae	<i>Anomoeoneis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	142.324	30.940
Bacillariophyceae	<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	0	0	0	0	0	0	0	0	99.008	0
Bacillariophyceae	<i>Cymbella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	37.128	6.188
Bacillariophyceae	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	146.449	129.948	92.820	64.974	15.470	55.692	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	43.316	6.188
Bacillariophyceae	<i>Denticula elegans</i> Kütz.	14.439	185.640	315.588	352.716	51.051	123.760	594.048	860.132	92.820	37.128

Clase	Especie	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Bacillariophyceae	<i>Denticula tenuis</i> Kützing	134.073	92.820	0	0	0	24.752	30.940	142.324	30.940	15.470
Bacillariophyceae	<i>Denticula subtilis</i> Grunow	43.316	399.126	1.680.042	204.204	69.615	92.820	1.280.916	544.544	655.928	259.896
Bacillariophyceae	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	0	0	0	0	0	0	0	0	142.324	9.282
Bacillariophyceae	<i>Hantzschia hyperborea</i> (Grunow) Lange-Bertalot	2.063	18.564	9.282	18.564	4.641	6.188	0	0	0	18.564
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia halloyii</i> Maidana & Herbst	6.188	55.692	9.282	18.564	1.547	6.188	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia lacunarum</i> Hustedt	0	0	18.564	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> sp.	14.439	64.974	55.692	0	12.376	18.564	43.316	24.752	0	15.470
Bacillariophyceae	<i>Brachysira atacamae</i> (Hustedt) D.G.Mann	4.125	27.846	18.564	0	3.094	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve	4.125	0	0	0	0	0	12.376	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis subovalis</i> Cleve	4.125	64.974	92.820	0	0	0	43.316	0	0	9.282
Bacillariophyceae	<i>Navicula microdigitoradiata</i> Lange-Bertalot	0	46.410	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Navicula</i> sp.	16.501	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Luticola submobiliensis</i> Levkov, Metzeltin & A.Pavlov	4.125	9.282	18.564	9.282	1.547	6.188	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Luticola muticopsis</i> (Van Heurck) D.G.Mann, 1990	0	0	0	0	0	0	0	0	37.128	3.094
Bacillariophyceae	<i>Luticola mollis</i> Lange-Bertalot & Rumrich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.188
Bacillariophyceae	<i>Stauroneis</i> sp.	0	0	0	0	4.641	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	0	0	0	0	0	0	0	0	24.752	3.094
Bacillariophyceae	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.282
Bacillariophyceae	<i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer	0	0	0	0	4.641	0	0	0	30.940	9.282

Clase	Especie	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Bacillariophyceae	<i>Rhopalodia constricta</i> (Smith) Krammer	0	0	0	0	55.692	0	0	0	0	86.632
Bacillariophyceae	<i>Iconella spiralis</i> (Kützinger) Ruck & Nakov	0	0	27.846	37.128	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella chilensis</i> var. <i>constricta</i> Hustedt	0	102.102	334.152	0	0	0	43.316	0	24.752	3.094
Bacillariophyceae	<i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	6.188	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella ovalis</i> Bréb.	0	37.128	18.564	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella striatula</i> Turpin	0	204.204	259.896	417.690	23.205	853.944	878.696	204.204	0	6.188
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia atacamae</i> f. <i>minor</i> Frenguelli	4.125	0	9.282	0	0	74.256	12.376	0	0	30.940
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia braunii</i> Grunow	0	0	18.564	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia elliptica</i> (C.Agardh) Cleve, 1893	2.063	102.102	0	529.074	6.188	18.564	18.564	0	0	12.376
Bacillariophyceae	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützinger	0	0	18.192.720	0	0	0	0	0	0	0
Dinophyceae	<i>Peridinium willei</i> Huitfeldt-Kaas	2.063	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trebouxiophyceae	<i>Willea irregularis</i> (Wille) Schmidle	49.504	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria</i> sp.	4.125	37.128	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Merismopedia elegans</i> A.Braun ex Kützinger	0	0	1.958.502	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	6.188	0	751.842	37.128	0	0	0	0	0	0

Tabla 23. Composición taxonómica y abundancia del fitobentos (cél./cm²) registrado en las estaciones limnológicas L11 A L20 en la Campaña 1.

Clase	Especie	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20
Bacillariophyceae	<i>Achanantes atacamae</i> Hustedt	37.128	86.632	68.068	9.282	0	10.313	74.256	619	139.230	3.713
Bacillariophyceae	<i>Achanantes brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kützing) Cleve	0	80.444	37.128	6.188	0	4.125	18.564	0	0	928
Bacillariophyceae	<i>Achanantes exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	0	0	0	0	0	0	0	0	185.640	1.856
Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn	0	55.692	49.504	12.376	0	6.188	27.846	309	621.894	4.641
Bacillariophyceae	<i>Haloroundia speciosa</i> (Hustedt) C.A.Díaz N.I.Maidana	46.410	0	55.692	18.564	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Karayevia</i> sp.	0	0	6.188	3.094	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing)	27.846	24.752	61.880	9.282	6.188	20.627	55.692	619	111.384	6.497
Bacillariophyceae	<i>Planothidium</i> sp.	0	30.940	92.820	6.188	0	4.125	64.974	928	157.794	1.856
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grunow) Krammer	0	0	0	0	0	6.188	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	0	0	0	0	80.444	8.251	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	27.846	0	18.564	3.094	0	0	9.282	619	0	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora atacamana</i> (Patrick) Levkov	37.128	0	49.504	0	0	4.125	18.564	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora chilensis</i> Hustedt	0	0	55.692	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	0	0	30.940	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Amphora</i> sp.	9.282	18.564	37.128	24.752	0	0	18.564	309	0	0
Bacillariophyceae	<i>Anomoeoneis</i> sp.	9.282	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Cymbella affinis</i> Kützing	0	0	12.376	3.094	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Cymbella</i> sp.	0	0	12.376	0	0	2.063	18.564	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Placoneis symmetrica</i> (Hust.) Lange-Bert.	0	0	0	0	0	0	9.282	0	0	0

Clase	Especie	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20
Bacillariophyceae	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	0	139.230	3.094	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory de Saint-Vincent	0	0	0	0	24.752	6.188	18.564	309	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	0	0	0	0	18.564	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	0	0	0	0	262.990	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	0	0	0	12.376	120.666	2.785	0	0
Bacillariophyceae	<i>Denticula elegans</i> Kütz.	157.794	0	210.392	139.230	0	0	18.564	0	46.410	81.682
Bacillariophyceae	<i>Denticula tenuis</i> Kützing	74.256	0	37.128	21.658	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Denticula subtilis</i> Grunow	807.534	0	61.880	0	3.094	0	0	928	0	0
Bacillariophyceae	<i>Hantzschia hyperborea</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0	37.128	6.188	0	0	8.251	37.128	2.785	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia chilensis</i> Hustedt, 1927	0	0	24.752	12.376	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia epithemoides</i> Grunow	0	0	12.376	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia halloyii</i> Maidana & Herbst	0	0	24.752	21.658	0	2.063	18.564	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia lacunarum</i> Hustedt	0	0	12.376	24.752	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> sp.	0	49.504	30.940	0	0	4.125	9.282	1.238	0	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis subovalis</i> Cleve	18.564	0	43.316	37.128	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Navicula</i> sp.	0	105.196	30.940	3.094	0	0	0	1.856	0	0
Bacillariophyceae	<i>Luticola</i> sp.	0	0	18.564	0	0	4.125	9.282	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Pinnularia aff. boliviana</i>	0	0	0	0	0	0	0	8.354	18.564	3.713
Bacillariophyceae	<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	0	0	0	0	0	6.188	18.564	1.547	0	0
Bacillariophyceae	<i>Stauroneis atacamae</i> F. Hustedt	46.410	24.752	24.752	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Stauroneis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1.547	0	0

Clase	Especie	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20
Bacillariophyceae	<i>Sellaphora laevis</i> (Kützinger) D.G.Mann	0	0	24.752	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Ulnaria acus</i> (Kützinger) M.Aboal	0	0	0	0	0	2.063	18.564	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	0	0	0	9.282	21.658	4.125	46.410	0	120.666	5.569
Bacillariophyceae	<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützinger	0	0	0	0	0	0	0	0	64.974	38.984
Bacillariophyceae	<i>Epithemia sorex</i> Kützinger	0	0	0	0	12.376	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Epithemia operculata</i> (C.Agardh) Ruck & Nakov	0	6.188	12.376	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Rhopalodia constricta</i> (Smith) Krammer	0	0	123.760	77.350	0	0	18.564	928	0	0
Bacillariophyceae	<i>Iconella spiralis</i> (Kützinger) Ruck & Nakov	0	0	24.752	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella chilensis</i> var. <i>constricta</i> Hustedt	18.564	0	30.940	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	0	0	0	0	68.068	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella striatula</i> Turpin	306.306	173.264	278.460	43.316	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia atacamae</i> f. <i>minor</i> Frenguelli	27.846	24.752	111.384	18.564	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia elliptica</i> (C.Agardh) Cleve, 1893	157.794	61.880	167.076	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Neidium</i> sp.	0	0	0	0	0	10.313	983.892	1.856	0	0
Bacillariophyceae	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützinger	0	12.376	204.204	0	0	0	0	0	0	0
Dinophyceae	<i>Peridinium willei</i> Huitfeldt-Kaas	0	0	0	0	157.794	0	0	0	0	0
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	0	0	0	0	0	8.251	46.410	9.901	0	0
Chlorophyceae	<i>Oedogonium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	3.094	0	0
Zygnematophyceae	<i>Cosmarium trilobulatum</i> Reinsch	0	0	0	0	0	0	0	0	92.820	32.487
Zygnematophyceae	<i>Cosmarium granatum</i> Bréb. ex Ralfs	0	0	0	0	0	0	0	0	46.410	18.564
Zygnematophyceae	<i>Spirogyra</i> sp.	0	0	0	0	0	20.627	83.538	928	0	0

Clase	Especie	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria</i> sp.	0	0	0	0	0	14.439	18.564	1.547	0	0
Cyanobacteria	<i>Dolichospermum</i> sp. (Filamento)	0	0	0	0	0	4.125	55.692	8.354	0	0
Cyanobacteria	<i>Nodularia spumigena</i> Mert. ex Bornet & Flahault	0	0	0	0	0	0	9.282	619	0	0

Tabla 24. Composición taxonómica y abundancia del fitobentos (cél./cm²) registrado en las estaciones limnológicas L21 A L30 en la Campaña 1.

Clase	Especie	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30
Bacillariophyceae	<i>Achanantes atacamae</i> Hustedt	21.349	928	12.376	0	0	64.974	111.384	24.752	491.946	5.157
Bacillariophyceae	<i>Achanantes brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kützing) Cleve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.063
Bacillariophyceae	<i>Achanantes exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	29.702	1.392	18.564	0	0	0	0	34.034	306.306	0
Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn	62.189	928	15.470	0	0	55.692	723.996	30.940	909.636	0
Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium delicatulum</i> f. <i>delicatulum</i> Kützing	0	1.392	27.846	0	0	46.410	92.820	21.658	826.098	6.188
Bacillariophyceae	<i>Haloroundia speciosa</i> (Hustedt) C.A.Díaz & N.M.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.345
Bacillariophyceae	<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot)	0	0	30.940	0	0	0	213.486	37.128	510.510	7.219
Bacillariophyceae	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing)	73.328	5.569	18.564	0	0	18.564	167.076	9.282	92.820	0
Bacillariophyceae	<i>Planothidium</i> sp.	0	1.856	9.282	0	0	0	0	15.470	111.384	0
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	5.569	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Melosira varians</i> C.Agardh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.125
Bacillariophyceae	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	0	0	0	0	0	27.846	9.282	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora atacamana</i> (Patrick) Levkov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.094
Bacillariophyceae	<i>Halamphora chilensis</i> Hustedt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.219

Clase	Especie	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30		
Bacillariophyceae	<i>Amphora</i> sp.	0	0	0	0	18.564	0	0	15.470	46.410	0		
Bacillariophyceae	<i>Anomoeoneis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	46.410	12.376	0	0		
Bacillariophyceae	<i>Cymbella</i> sp.	0	1.392	3.094	37.128	9.282	0	0	3.094	18.564	0		
Bacillariophyceae	<i>Gomphoneis minuta</i> (Stone) Kociolek & Stoermer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.063		
Bacillariophyceae	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	0	2.321	0	0	0	0	0	0	0	0		
Bacillariophyceae	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	0	0	80.444	0	0	54.021	2.240	1.392	3.300	241.332	139.230	10.313
Bacillariophyceae	<i>Fragilaria</i> sp.	0	6.033	71.162	0	0	0	0	0	0	0		
Bacillariophyceae	<i>Denticula elegans</i> Kütz.	0	20.885	55.692	157.794	157.794	46.410	18.564	52.598	55.692	4.125		
Bacillariophyceae	<i>Denticula tenuis</i> Kützing	0	0	6.188	204.204	426.972	0	27.846	18.564	37.128	0		
Bacillariophyceae	<i>Denticula subtilis</i> Grunow	0	2.321	12.376	5.894	0.702	775.312	64.974	111.384	89.726	111.384	16.501	
Bacillariophyceae	<i>Hantzschia hyperborea</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0	928	37.128	0	0	102.102	64.974	0	64.974	0		
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.094		
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia chilensis</i> Hustedt, 1927	0	0	0	0	0	18.564	27.846	0	0	1.031		
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	0	928	30.940	0	0	0	0	0	0	2.063		
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M.Peragallo	0	9.746	380.562	0	0	0	0	0	0	0		
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia halloyii</i> Maidana & Herbst	0	1.392	541.450	0	0	0	37.128	0	0	0		
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> sp.	0	928	80.444	0	0	37.128	148.512	12.376	83.538	0		
Bacillariophyceae	<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve	0	1.392	6.188	0	0	0	0	0	0	0		
Bacillariophyceae	<i>Navicula</i> sp.	0	928	3.094	9.282	18.564	0	74.256	15.470	0	0		
Bacillariophyceae	<i>Luticola mollis</i> Lange-Bertalot & Rumrich	0	0	49.504	0	0	0	0	0	0	0		
Bacillariophyceae	<i>Luticola</i> sp.	0	1.392	0	0	0	0	0	0	0	0		

Clase	Especie	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30
Bacillariophyceae	<i>Pinnularia major</i> (Kützinger) Rabenhorst, 1853	0	928	6.188	0	0	0	0	12.376	18.564	0
Bacillariophyceae	<i>Stauroneis</i> sp.	0	0	0	0	0	18.564	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère	14.851	928	0	0	0	46.410	9.282	9.282	18.564	1.031
Bacillariophyceae	<i>Epithemia adnata</i> (Kützinger) Brébisson	0	0	6.188	0	0	0	0	6.188	9.282	0
Bacillariophyceae	<i>Epithemia sorex</i> Kützinger	0	0	0	0	0	27.846	0	0	0	3.094
Bacillariophyceae	<i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer	0	0	0	0	0	55.692	18.564	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella striatula</i> Turpin	2.785	0	0	0	0	27.846	9.282	0	0	8.251
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia atacamae</i> f. <i>minor</i> Frenguelli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.063
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia braunii</i> Grunow	0	0	0	18.564	27.846	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia elliptica</i> (C. Agardh) Cleve, 1893	0	0	0	0	0	9.282	0	0	0	0
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	0	1.856	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulvophyceae	<i>Binuclearia tectorum</i> (Kützinger) Beger ex Wichmann	0	0	0	0	0	0	0	71.162	1.958.5020	
Zygnematophyceae	<i>Cosmarium granatum</i> Bréb. ex Ralfs	0	0	0	0	0	55.692	0	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria</i> sp.	9.282	928	15.470	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 25. Composición taxonómica y abundancia del fitobentos (cél./cm²) registrado en las estaciones limnológicas L31 A L35 en la Campaña 1.

Clase	Especie	L31	L32	L33	L34	L35
Bacillariophyceae	<i>Achanantes atacamae</i> Hustedt	24.752	3.094	6.188	43.316	6.188
Bacillariophyceae	<i>Achanantes brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kützing) Cleve	18.564	2.063	3.094	24.752	12.376
Bacillariophyceae	<i>Achanantes exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	0	1.031	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn	0	3.094	0	30.940	0
Bacillariophyceae	<i>Haloroundia speciosa</i> (Hustedt) C.A.Díaz & N.I.Maidana	0	2.063	1.031	24.752	6.188
Bacillariophyceae	<i>Karayevia laterostrata</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	37.128	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Achnanthidium delicatulum</i> f. <i>delicatulum</i> Kützing, 1844	24.752	3.094	4.125	30.940	0
Bacillariophyceae	<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot)	30.940	0	0	37.128	0
Bacillariophyceae	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing)	0	0	0	0	15.470
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grunow) Krammer	0	0	0	0	12.376
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	0	4.125	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Melosira varians</i> C.Agardh	12.376	3.094	4.125	18.564	6.188
Bacillariophyceae	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	0	0	0	30.940	0
Bacillariophyceae	<i>Halamphora atacamana</i> (Patrick) Levkov	0	8.251	0	501.228	27.846
Bacillariophyceae	<i>Halamphora chilensis</i> Hustedt	55.692	0	6.188	0	12.376
Bacillariophyceae	<i>Cymbella</i> sp.	0	0	0	12.376	3.094
Bacillariophyceae	<i>Gomphoneis minuta</i> (Stone) Kociolek & Stoermer	6.188	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	0	3.094	5.157	12.376	3.094
Bacillariophyceae	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	37.128	10.313	3.094	12.376	0

Clase	Especie	L31	L32	L33	L34	L35
Bacillariophyceae	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory de Saint-Vincent	0	2.063	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Denticula elegans</i> Kütz.	30.940	3.094	2.063	30.940	3.094
Bacillariophyceae	<i>Denticula tenuis</i> Kützing	0	0	5.157	18.564	0
Bacillariophyceae	<i>Denticula subtilis</i> Grunow	61.880	7.219	9.282	80.444	6.188
Bacillariophyceae	<i>Hantzschia hyperborea</i> (Grunow) Lange-Bertalot	12.376	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt	12.376	0	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia chilensis</i> Hustedt, 1927	0	1.031	1.031	0	0
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia epithemoides</i> Grunow	0	1.031	1.031	0	6.188
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia halloyii</i> Maidana & Herbst	0	0	0	12.376	3.094
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	0	18.564	0
Bacillariophyceae	<i>Diploneis subovalis</i> Cleve	0	1.031	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	0	4.125	5.157	12.376	0
Bacillariophyceae	<i>Epithemia sorex</i> Kützing	12.376	4.125	0	0	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella striatula</i> Turpin	37.128	1.031	2.063	216.580	6.188
Bacillariophyceae	<i>Mastogloia atacamae</i> f. <i>minor</i> Frenguelli	6.188	2.063	3.094	30.940	6.188
Cyanobacteria	<i>Dolichospermum</i> sp. (Filamento)	0	0	0	0	3.094

Tabla 26. *Parámetros comunitarios del fitobentos por estación durante la Campaña 1.*

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (cél./cm ²)	Shannon (H')	Equidad (J')
L1	Salar Pedernales SO	28	631.175	2,57	0,77
L2	Salar Pedernales SO	26	2.190.552	2,92	0,89
L3	Salar Pedernales SO	26	24.244.584	1,06	0,32
L4	Salar Pedernales SO	19	2.320.500	2,35	0,79
L5	Salar Pedernales SO	21	298.571	2,39	0,78
L6	Salar Pedernales SO	19	1.478.932	1,75	0,59
L7	Salar La Laguna	15	3.038.308	1,48	0,54
L8	Salar La Laguna	8	1.837.836	1,36	0,65
L9	Cabecera Sur Río La Ola	17	1.516.060	2,10	0,74
L10	Cabecera Sur Río La Ola	26	643.552	2,33	0,71
L11	Cabecera Sur Río La Ola	16	1.809.990	1,90	0,68
L12	Salar Piedra Parada	15	792.064	2,42	0,89
L13	Salar Piedra Parada	36	2.103.920	3,14	0,87
L14	Salar Piedra Parada	21	504.322	2,49	0,81
L15	Ciénaga	10	655.928	1,68	0,73
L16	Pastos Largos	23	173.264	2,93	0,93
L17	Pastos Largos	28	1.986.348	2,18	0,65
L18	Pastos Largos	24	55.073	2,68	0,84
L19	Río Negro	11	1.605.786	1,98	0,82
L20	Río Negro	12	200.490	1,75	0,70
L21	Quebrada Tinajas	8	219.055	1,68	0,81
L22	Tordillo	23	67.291	2,50	0,80
L23	Tordillo	24	1.519.154	2,15	0,67
L24	Vertiente 2	6	6.321.042	0,32	0,18
L25	Vertiente 2	7	3.434.334	0,68	0,35
L26	Leoncito	18	54.745.236	0,10	0,03
L27	Leoncito	19	3.304.392	1,95	0,66
L28	El Colorado	20	733.278	2,40	0,80
L29	El Colorado	19	5.810.532	2,11	0,71
L30	Salar Pedernales NE	19	100.039	2,68	0,91

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (cél./cm ²)	Shannon (H')	Equidad (J')
L31	Salar Pedernales NE	16	420.784	2,58	0,93
L32	Salar Pedernales NE	21	70.129	2,81	0,92
L33	Salar Pedernales NE	16	61.880	2,60	0,94
L34	Salar Pedernales NE	20	1.200.472	2,14	0,71
L35	Salar Pedernales NE	17	139.230	2,60	0,91



Figura 12. Parámetros comunitarios del fitobentos registrados en las estaciones L1 a L35 durante la Campaña 1: a) riqueza, b) abundancia total, c) diversidad de Shannon H' y d) equidad J' .

Tabla 27. Rangos por sector de riqueza, abundancia total, diversidad de Shannon (H') y equidad (J') del fitobentos registrados durante la Campaña 1.

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (cél./cm ²)	Shannon (H')	Equidad (J')
Salar Pedernales SO (L1–L6)	Salar	19–28	298.571–24.244.584	1,07–2,92	0,33–0,90
Salar Pedernales NE (L30–L35)	Salar	16–21	61.880–1.200.472	2,14–2,82	0,72–0,94
Salar La Laguna (L7–L8)	Salar	8–15	1.837.836–3.038.308	1,36–1,48	0,55–0,66
Salar Piedra Parada (L12–L14)	Salar	15–36	504.322–2.103.920	2,42–3,15	0,82–0,89
Cabecera Sur Río La Ola (L9–L11)	Bofedal canal	y17–26	643.552–1.516.060	2,11–2,34	0,72–0,74
Quebrada Ciénaga (L15)	Vega	10	655.928	1,68	0,73
Pastos Largos (L16–L18)	Bofedal	23–28	55.073–1.986.348	2,19–2,93	0,66–0,93
Río Negro (L19–L20)	Arroyo	11–12	200.490–1.605.786	1,76–1,99	0,71–0,83
Quebrada Tinajas (L21)	Bofedal	8	219.055	1,69	0,81
Quebrada Tordillo (L22–L23)	Bofedal	23–24	67.291–1.519.154	2,15–2,51	0,68–0,80
Vertiente 2 (L24–L25)	Arroyo	6–7	3.434.334–6.321.042	0,33–0,68	0,18–0,35
Quebrada Leoncito (L26–L27)	Bofedal canal	y18–19	3.304.392–54.745.236	0,11–1,95	0,04–0,66
El Colorado (L28–L29)	Arroyo y pozas	19–20	733.278–5.810.532	2,11–2,40	0,72–0,80

6.6.2 Zoobentos

El zoobentos registrado durante la Campaña 1 fue descrito considerando la composición taxonómica, abundancia total, riqueza, diversidad de Shannon (H') y equidad (J'). La composición taxonómica y la abundancia media por estación se presentan en las Tablas 28 a 32 y Anexo 07, donde cada valor corresponde a la media $\pm$ desviación estándar de seis réplicas, expresada en ind./m². Los parámetros comunitarios por estación se resumen en la Tabla 33 y se representan gráficamente en la Figura 13. La comparación por sector se presenta en la Tabla 34.

6.6.2.1 Composición taxonómica general

El zoobentos estuvo compuesto por 24 taxa de macroinvertebrados bentónicos distribuidos entre las estaciones L1 y L35. La matriz incluyó principalmente crustáceos, insectos acuáticos, ácaros, oligoquetos, nemátodos e hirudíneos, identificados al nivel taxonómico disponible. Los taxa más frecuentes fueron *Cricotopus* sp., presente en 30 estaciones; Naididae indet., en 25 estaciones; *Hyalella* sp., en 21 estaciones; *Podonomus* sp., en 18 estaciones; *Artemia* sp. y Nematoda indet., ambos en 17 estaciones; y Harpacticoida indet., en 15 estaciones. Estos taxa se consideran frecuentes por su amplia distribución espacial, independientemente de sus abundancias puntuales.

Los taxa con mayores abundancias acumuladas fueron *Cricotopus* sp. (57.875,2 ind./m²), Naididae indet. (23.738,3 ind./m²), Harpacticoida indet. (19.249,9 ind./m²), *Podonomus* sp. (10.250,1 ind./m²)

y *Artemia* sp. (8.458,3 ind./m²). También destacaron Tanypodinae indet., Nematoda indet. y *Hyaella* sp. A nivel de estación, los mayores valores puntuales estuvieron asociados principalmente a *Cricotopus* sp. en L2 y a Harpacticoida indet. en L5, mientras que otros registros elevados correspondieron a *Cricotopus* sp. en L3, L5 y L4, y a Tanypodinae indet. en L1.

6.6.2.2 Riqueza y abundancia por estación

La riqueza varió entre 3 y 10 taxa por estación. Los valores máximos se registraron en L1, L3 y L9, con 10 taxa cada una, mientras que también se observaron valores altos en L2, L5 y L8. El valor mínimo se registró en L27, con 3 taxa, junto con valores bajos en L22, L26 y L29.

La abundancia total presentó una variación amplia entre estaciones, con valores entre 542 y 20.625 ind./m². Los mayores valores se registraron en L5 (20.625 ind./m²) y L2 (19.335 ind./m²), mientras que también se observaron abundancias elevadas en L3, L1 y L4. En el extremo inferior, las menores abundancias correspondieron a L24 (542 ind./m²) y L25 (750 ind./m²), junto con valores comparativamente bajos en L34, L27 y L29.

6.6.2.3 Diversidad y equidad por estación

La diversidad de Shannon (H') varió entre 0,74 y 2,00. El valor máximo se registró en L24, mientras que el mínimo correspondió a L27. También se observaron valores relativamente altos en L8, L9, L31, L12 y L13.

La equidad (J') presentó valores entre 0,43 y 0,96. El valor máximo se registró en L24, mientras que el mínimo correspondió a L4. También se observaron valores altos en L12, L22, L31, L8, L24 y L25, asociados a una distribución más equilibrada de las abundancias entre taxa. En contraste, los valores bajos de J' indican estaciones donde la abundancia estuvo más concentrada en pocos componentes del zoobentos.

6.6.2.4 Comparación entre sectores

El Salar Pedernales SO presentó los mayores valores de abundancia total, con 3.209–20.625 ind./m², y una riqueza de 7–10 taxa. En este sector destacaron por abundancia *Cricotopus* sp., Harpacticoida indet., *Podonomus* sp., Tanypodinae indet. y *Artemia* sp., junto con una alta frecuencia de taxa como Naididae indet. y Trombidiformes indet.

Salar Pedernales NE presentó riquezas entre 5 y 6 taxa y abundancias entre 960 y 2.083 ind./m². La diversidad de Shannon (H') varió entre 1,23 y 1,48, mientras que la equidad J' fluctuó entre 0,72 y 0,92. Los taxa más representativos de este sector incluyeron *Artemia* sp., *Cricotopus* sp., *Hyaella* sp., Ephydridae indet., Harpacticoida indet. y *Podonomus* sp.

Los otros salares presentaron valores intermedios. Salar La Laguna registró 8–9 taxa y abundancias entre 3.083 y 4.209 ind./m², con H' entre 1,34 y 1,87 y J' entre 0,64 y 0,85. Salar Piedra Parada presentó una riqueza de 5–8 taxa y abundancias entre 1.583 y 5.375 ind./m², con H' entre 1,45 y 1,47 y J' entre 0,70 y 0,91. En ambos sectores, los taxa más abundantes incluyeron principalmente insectos acuáticos y crustáceos, como *Cricotopus* sp., *Podonomus* sp., *Hyaella* sp., *Artemia* sp. y Harpacticoida indet.

En los sistemas hidrológicos asociados, Cabecera Sur Río La Ola presentó una riqueza de 6–10 taxa y abundancias entre 2.501 y 3.460 ind./m², mientras que Pastos Largos y Río Negro registraron rangos de abundancia mayores, entre 3.416–5.585 ind./m² y 3.458–5.168 ind./m², respectivamente.

Estos sectores presentaron comunidades con riqueza intermedia y abundancias moderadas, dominadas principalmente por insectos acuáticos, oligoquetos, nemátodos y crustáceos.

Los menores rangos de abundancia por sector se registraron en Vertiente 2, con 542–750 ind./m², y en Quebrada Leoncito, con 975–2.959 ind./m². Vertiente 2 presentó, sin embargo, los mayores valores de diversidad y equidad del conjunto, con H' entre 1,30 y 2,00 y J' entre 0,81 y 0,96, lo que indica una comunidad de baja abundancia, pero relativamente equilibrada. En contraste, Quebrada Leoncito presentó baja riqueza, con 3–4 taxa, y los menores valores de H', entre 0,74 y 0,90.

Tabla 28. Composición y abundancia (ind./m²) de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones limnológicas L1- L7 de la Campaña 1. Las abundancias se expresan como media $\pm$ desviación estándar, en ind./m² (N = 6 réplicas por estación).

Clase	Orden	Familia	Taxón	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
Branchiopoda	Anostraca	Artemiidae	Artemia sp.	208,3 $\pm$ 188,2	291,7 $\pm$ 292,3	83,3 $\pm$ 129,1	41,7 $\pm$ 102,1	375,0 $\pm$ 344,6	83,3 $\pm$ 129,1	250,0 $\pm$ 316,2
Copepoda	Harpacticoida	—	Harpacticoida Indet.	83,3 $\pm$ 129,1	3.125,0 5.183,5	$\pm$ 1.375,0 2.066,1	$\pm$ 1.833,3 4.250,5	$\pm$ 11.625,0 12.512,7	$\pm$ 41,7 $\pm$ 102,1	291,7 $\pm$ 292,3
Ostracoda	Podocopida	Cyprideidae	Cyprideis sp.	0,0 $\pm$ 0,0	291,7 $\pm$ 600,3	125,0 $\pm$ 209,2	41,7 $\pm$ 102,1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	83,3 $\pm$ 129,1
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella sp.	83,3 $\pm$ 129,1	0,0 $\pm$ 0,0	333,3 $\pm$ 302,8	41,7 $\pm$ 102,1	166,7 $\pm$ 204,1	41,7 $\pm$ 102,1	250,0 $\pm$ 223,6
Insecta	Diptera	Chironomidae	Cricotopus sp.	4.125,0 4.581,9	$\pm$ 12.250,0 16.062,4	$\pm$ 7.166,7 6.009,7	$\pm$ 5.875,0 7.476,2	$\pm$ 7.083,3 2.727,9	$\pm$ 2.208,3 1.880,3	$\pm$ 2.625,0 1.979,6
Insecta	Diptera	Chironomidae	Eukiefferiella sp.	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	250,0 $\pm$ 223,6
Insecta	Diptera	Chironomidae	Podonomus sp.	2.208,3 2.781,3	$\pm$ 1.375,0 1.602,7	$\pm$ 3.333,3 2.332,7	$\pm$ 291,7 $\pm$ 485,2	416,7 $\pm$ 408,2	666,7 $\pm$ 718,8	416,7 $\pm$ 465,5
Insecta	Diptera	Chironomidae	Tanypodinae indet.	6.083,3 5.286,0	$\pm$ 1.666,7 2.625,2	$\pm$ 0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
Insecta	Diptera	Ephydriidae	Ephydriidae Indet.	41,7 $\pm$ 102,1	41,7 $\pm$ 102,1	41,7 $\pm$ 102,1	0,0 $\pm$ 0,0	208,3 $\pm$ 292,3	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
Arachnida	Trombidiformes	—	Trombidiformes Indet.	208,3 $\pm$ 400,5	125,0 $\pm$ 209,2	41,7 $\pm$ 102,1	125,0 $\pm$ 306,2	83,3 $\pm$ 129,1	41,7 $\pm$ 102,1	0,0 $\pm$ 0,0
Clitellata	—	Naididae	Naididae Indet.	250,0 $\pm$ 316,2	166,7 $\pm$ 204,1	1.000,0 1.635,5	$\pm$ 0,0 $\pm$ 0,0	625,0 $\pm$ 737,4	125,0 $\pm$ 209,2	41,7 $\pm$ 102,1
Nematoda	—	—	Nematoda Indet.	41,7 $\pm$ 102,1	0,0 $\pm$ 0,0	41,7 $\pm$ 102,1	0,0 $\pm$ 0,0	41,7 $\pm$ 102,1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0

Tabla 29. Composición y abundancia (ind./m²) de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones limnológicas L8- L14 de la Campaña 1. Las abundancias se expresan como media $\pm$ desviación estándar, en ind./m² (N = 6 réplicas por estación).

Clase	Orden	Familia	Taxón	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
Branchiopoda	Anostraca	Artemiidae	Artemia sp.	375,0 $\pm$ 344,6	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	625,0 $\pm$ 542,0	1.041,7 1.528,2	$\pm$ 1.333,3 831,7
Copepoda	Harpacticoida	—	Harpacticoida Indet.	83,3 $\pm$ 129,1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	250,0 $\pm$ 500,0	83,3 $\pm$ 129,1	41,7 $\pm$ 102,1
Ostracoda	Podocopida	Cyprideidae	Cyprideis sp.	125,0 $\pm$ 136,9	41,7 $\pm$ 102,1	0,0 $\pm$ 0,0	125,0 $\pm$ 209,2	0,0 $\pm$ 0,0	41,7 $\pm$ 102,1	83,3 $\pm$ 129,1
Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	Heterocypris sp.	0,0 $\pm$ 0,0	41,7 $\pm$ 102,1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella sp.	500,0 $\pm$ 651,9	416,7 $\pm$ 408,2	916,7 $\pm$ 752,8	83,3 $\pm$ 129,1	208,3 $\pm$ 332,3	583,3 $\pm$ 718,8	541,7 $\pm$ 659,9
Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae Indet.	0,0 $\pm$ 0,0	833,3 1.020,6	$\pm$ 41,7 $\pm$ 102,1	375,0 $\pm$ 379,1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
Insecta	Diptera	Chironomidae	Cricotopus sp.	875,0 1.211,9	$\pm$ 0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	375,0 $\pm$ 379,1	791,7 $\pm$ 781,3	2.500,0 $\pm$ 1.643,2
Insecta	Diptera	Chironomidae	Eukiefferiella sp.	208,3 $\pm$ 510,3	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	41,7 $\pm$ 102,1	83,3 $\pm$ 129,1
Insecta	Diptera	Chironomidae	Podonomus sp.	708,3 $\pm$ 696,7	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	41,7 $\pm$ 102,1	125,0 $\pm$ 209,2
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	Dolichopodidae indet.	0,0 $\pm$ 0,0	166,7 $\pm$ 204,1	166,7 $\pm$ 204,1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
Insecta	Diptera	Ephydriidae	Ephydriidae Indet.	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	125,0 $\pm$ 306,2	83,3 $\pm$ 129,1	666,7 $\pm$ 944,3
Insecta	Diptera	Empididae	Empididae Indet.	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	41,7 $\pm$ 102,1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
Insecta	Coleoptera	Elmidae	Elmidae Indet.	0,0 $\pm$ 0,0	41,7 $\pm$ 102,1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
Arachnida	Mesostigmata	—	Mesostigmata Indet.	0,0 $\pm$ 0,0	166,7 $\pm$ 204,1	83,3 $\pm$ 129,1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
Arachnida	Trombidiformes	—	Trombidiformes Indet.	41,7 $\pm$ 102,1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0

Clase	Orden	Familia	Taxón	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
Arachnida	Sarcoptiformes	—	Sarcoptiformes Indet.	0,0 ± 0,0	166,7 ± 204,1	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Clitellata	—	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae Indet.	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Clitellata	—	Naididae	Naididae Indet.	166,7 ± 204,1	1.458,3 1.391,2	±1.000,0 1.106,8	±1.875,0 2.066,1	±0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Nematoda	—	—	Nematoda Indet.	0,0 ± 0,0	125,0 ± 209,2	208,3 ± 400,5	83,3 ± 204,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Tabla 30. Composición y abundancia (ind./m²) de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones limnológicas L15- L21 de la Campaña 1. Las abundancias se expresan como media ± desviación estándar, en ind./m² (N = 6 réplicas por estación).

Clase	Orden	Familia	Taxón	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21
Insecta	Diptera	Chironomidae	Cricotopus sp.	791,7 ± 748,6	791,7 ± 659,9	1.250,0 1.000,0	±1.916,7 2.256,5	±375,0 ± 802,3	291,7 ± 292,3	375,0 ± 493,7
Insecta	Diptera	Chironomidae	Eukiefferiella sp.	41,7 ± 102,1	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	500,0 ± 474,3	125,0 ± 306,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Insecta	Diptera	Chironomidae	Parakiefferiella sp.	250,0 ± 387,3	250,0 ± 316,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	1.125,0 1.232,4	±125,0 ± 136,9	0,0 ± 0,0
Insecta	Diptera	Chironomidae	Podonomus sp.	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	125,0 ± 306,2	83,3 ± 129,1	0,0 ± 0,0
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Dasyhelea sp.	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	125,0 ± 306,2
Insecta	Diptera	Empididae	Empididae Indet.	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1
Insecta	Diptera	Syrphidae	Syrphidae Indet.	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1
Insecta	Diptera	Psychodidae	Psychodidae indet.	0,0 ± 0,0	83,3 ± 129,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Clase	Orden	Familia	Taxón	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21
Clitellata	—	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae Indet.	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1	83,3 ± 129,1	166,7 ± 204,1	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Clitellata	—	Naididae	Naididae Indet.	375,0 ± 410,8	2.791,7 1.520,0	±1.458,3 1.478,3	±2.916,7 3.172,8	±416,7 ± 516,4	1.833,3 1.211,1	±2.333,3 2.035,1
Nematoda	—	—	Nematoda Indet.	83,3 ± 129,1	83,3 ± 204,1	583,3 ± 846,6	0,0 ± 0,0	2.916,7 3.076,8	±1.125,0 1.191,1	±83,3 ± 204,1

Tabla 31. Composición y abundancia (ind./m²) de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones limnológicas L22- L28 de la Campaña 1. Las abundancias se expresan como media ± desviación estándar, en ind./m² (N = 6 réplicas por estación).

Clase	Orden	Familia	Taxón	L22	L23	L24	L25	L26	L27*	L28
Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	Heterocypris sp.	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1	83,3 ± 204,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella sp.	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	250,0 ± 387,3	476,7 ± 226,5	0,0 ± 0,0
Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae Indet.	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	291,7 ± 292,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Insecta	Diptera	Chironomidae	Cricotopus sp.	250,0 ± 223,6	958,3 ± 827,9	125,0 ± 209,2	250,0 ± 418,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	1.791,7 ± 1.511,8
Insecta	Diptera	Chironomidae	Eukiefferiella sp.	375,0 ± 440,2	41,7 ± 102,1	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	250,0 ± 223,6
Insecta	Diptera	Chironomidae	Parakiefferiella sp.	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1	83,3 ± 204,1	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1
Insecta	Diptera	Empididae	Empididae Indet.	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	10,0 ± 20,0	0,0 ± 0,0
Insecta	Diptera	Syrphidae	Syrphidae Indet.	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1
Clitellata	—	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae Indet.	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Clase	Orden	Familia	Taxón	L22	L23	L24	L25	L26	L27*	L28
Clitellata	—	Naididae	Naididae Indet.	208,3 ± 332,3	1.208,3 1.218,8	±83,3 ± 204,1	41,7 ± 102,1	2.125,0 2.102,1	±488,3 ± 454,3	458,3 ± 430,6
Nematoda	—	—	Nematoda Indet.	708,3 ± 857,6	500,0 ± 570,1	83,3 ± 129,1	333,3 ± 605,5	291,7 ± 510,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Tabla 32. Composición y abundancia (ind./m²) de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones limnológicas L29-L35 de la Campaña 1. Las abundancias se expresan como media ± desviación estándar, en ind./m² (N = 6 réplicas por estación).

Clase	Orden	Familia	Taxón	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35
Branchiopoda	Anostraca	Artemiidae	Artemia sp.	0,0 ± 0,0	1.083,3 957,4	±458,3 ± 765,1	666,7 ± 584,5	958,3 ± 600,3	416,7 ± 491,6	166,7 ± 204,1
Copepoda	Harpacticoida	—	Harpacticoida Indet.	0,0 ± 0,0	208,3 ± 245,8	83,3 ± 129,1	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	83,3 ± 204,1
Ostracoda	Podocopida	Cyprideidae	Cyprideis sp.	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella sp.	0,0 ± 0,0	166,7 ± 204,1	166,7 ± 204,1	250,0 ± 387,3	83,3 ± 129,1	291,7 ± 292,3	291,7 ± 245,8
Insecta	Diptera	Chironomidae	Cricotopus sp.	291,7 ± 292,3	125,0 ± 209,2	375,0 ± 410,8	1.000,0 1.557,2	±166,7 ± 204,1	125,0 ± 209,2	750,0 ± 821,6
Insecta	Diptera	Chironomidae	Eukiefferiella sp.	666,7 ± 625,8	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Insecta	Diptera	Chironomidae	Podonomus sp.	0,0 ± 0,0	125,0 ± 306,2	0,0 ± 0,0	83,3 ± 129,1	125,0 ± 209,2	41,7 ± 102,1	41,7 ± 102,1
Insecta	Diptera	Ephydriidae	Ephydriidae Indet.	0,0 ± 0,0	208,3 ± 292,3	291,7 ± 510,3	83,3 ± 129,1	291,7 ± 400,5	41,7 ± 102,1	83,3 ± 129,1
Clitellata	—	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae Indet.	41,7 ± 102,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Clitellata	—	Naididae	Naididae Indet.	291,7 ± 245,8	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 33. Parámetros comunitarios del zoobentos por estación durante la Campaña 1.

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (ind./m ²)	Shannon (H')	Equidad (J')
L1	Salar Pedernales SO	10	13.332	1,32	0,57
L2	Salar Pedernales SO	9	19.335	1,20	0,54
L3	Salar Pedernales SO	10	13.542	1,33	0,58
L4	Salar Pedernales SO	7	8.251	0,84	0,43
L5	Salar Pedernales SO	9	20.625	1,07	0,49
L6	Salar Pedernales SO	7	3.209	0,98	0,50
L7	Salar La Laguna	8	4.209	1,34	0,64
L8	Salar La Laguna	9	3.083	1,87	0,85
L9	Río La Ola	10	3.460	1,68	0,73
L10	Río La Ola	8	2.501	1,44	0,69
L11	Río La Ola	6	2.583	0,95	0,53
L12	Salar Piedra Parada	5	1.583	1,47	0,91
L13	Salar Piedra Parada	8	2.709	1,47	0,71
L14	Salar Piedra Parada	8	5.375	1,45	0,70
L15	La Ciénega	5	1.542	1,24	0,77
L16	Pastos Largos	8	4.126	1,05	0,50
L17	Pastos Largos	5	3.416	1,18	0,73
L18	Pastos Largos	6	5.585	1,10	0,61
L19	Río Negro	8	5.168	1,31	0,63
L20	Río Negro	5	3.458	1,12	0,70
L21	Quebrada Tinajas	6	3.000	0,81	0,45
L22	Los Tordillo	4	1.541	1,27	0,91
L23	Los Tordillo	7	2.834	1,29	0,66
L24	Vertiente 2	8	542	2,00	0,96
L25	Vertiente 2	5	750	1,30	0,81
L26	El Leoncito	4	2.959	0,90	0,65
L27	El Leoncito	3	975	0,74	0,68
L28	El Colorado	5	2.584	0,92	0,57
L29	El Colorado	4	1.293	1,13	0,81
L30	Salar Pedernales NE	6	1.916	1,38	0,77

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (ind./m ²)	Shannon (H')	Equidad (J')
L31	Salar Pedernales NE	5	1.375	1,48	0,92
L32	Salar Pedernales NE	5	2.083	1,23	0,76
L33	Salar Pedernales NE	6	1.667	1,29	0,72
L34	Salar Pedernales NE	6	960	1,40	0,78
L35	Salar Pedernales NE	6	1.417	1,35	0,76

Nota: La riqueza corresponde al número total de taxa registrados en el conjunto de las seis réplicas de cada estación. Las abundancias totales y los parámetros comunitarios se calcularon a partir de los valores promedio de las seis réplicas por estación.



Figura 13. Parámetros comunitarios del zoobentos registrados en las estaciones L1 a L35 durante la Campaña 1: a) riqueza, b) abundancia total, c) diversidad de Shannon H' y d) equidad J' . Los valores se calcularon a partir de seis réplicas por estación.

Tabla 34. Rangos por sector de riqueza, abundancia total, diversidad de Shannon (H') y equidad (J') del zoobentos registrados durante la Campaña 1.

Estación	Sector	Riqueza (S)	Abundancia total (Ind./m ²)	Shannon (H')	Equidad (J')
Salar Pedernales SO (L1–L6)	Salar	7–10	3.209–20.625	0,84–1,33	0,43–0,58
Salar Pedernales NE (L30–L35)	Salar	5–6	960–2.083	1,23–1,48	0,72–0,92
Salar La Laguna (L7–L8)	Salar	8–9	3.083–4.209	1,34–1,87	0,64–0,85
Salar Piedra Parada (L12–L14)	Salar	5–8	1.583–5.375	1,45–1,47	0,70–0,91
Cabecera Sur Río La Ola (L9–L11)	Bofedal canal	y6–10	2.501–3.460	0,95–1,68	0,53–0,73
Quebrada Ciénaga (L15)	Vega	5	1.542	1,24	0,77
Pastos Largos (L16–L18)	Bofedal	5–8	3.416–5.585	1,05–1,18	0,50–0,73
Río Negro (L19–L20)	Arroyo	5–8	3.458–5.168	1,12–1,31	0,63–0,70
Quebrada Tinajas (L21)	Bofedal	6	3.000	0,81	0,45
Quebrada Tordillo (L22–L23)	Bofedal	4–7	1.541–2.834	1,27–1,29	0,66–0,91
Vertiente 2 (L24–L25)	Arroyo	5–8	542–750	1,30–2,00	0,81–0,96
Quebrada Leoncito (L26–L27)	Bofedal canal	y3–4	975–2.959	0,74–0,90	0,65–0,68
El Colorado (L28–L29)	Arroyo y pozas	4–5	1.293–2.584	0,92–1,13	0,57–0,81

7. Discusión

7.1 Heterogeneidad ambiental del área de estudio

Los resultados de la Campaña 1 confirman que los ecosistemas acuáticos del área de estudio no constituyen una unidad homogénea, sino un mosaico de salares, lagunas someras, bofedales, vegas, arroyos, vertientes, quebradas, pozas y canales. Esta heterogeneidad se expresa no solo en la diversidad de tipos de ambiente y condiciones hidroquímicas, sino también en un gradiente altitudinal relevante, con estaciones ubicadas aproximadamente entre 3.350 y 4.220 m s.n.m. La altitud constituye un factor estructurante en humedales altoandinos, ya que puede influir sobre la temperatura del agua, la amplitud térmica diaria, la presión parcial de oxígeno, la evaporación, la permanencia del agua superficial y la concentración de solutos, generando condiciones limnológicas contrastantes incluso entre ambientes relativamente próximos (García-Sanz et al., 2021; Frau et al., 2021). Esta heterogeneidad coincide con lo descrito por González-Saldías et al. (2026) para la cuenca del Salar de Pedernales, donde se reconocieron diferencias ambientales y biológicas asociadas principalmente a conductividad, pH, composición iónica y estructura de las comunidades acuáticas.

La variabilidad fue evidente tanto entre sectores como dentro de un mismo sector. En el Salar de Pedernales, el sector SO presentó canales, lagunas y pozas someras, con profundidades máximas entre 4 y 30 cm y sustratos blandos, mientras que el sector NE estuvo representado por lagunas más profundas, con profundidades máximas entre 60 y >300 cm, fondo duro dominante y sin flujo superficial aparente. Esta diferenciación es coherente con la dinámica de salares altoandinos, donde la evaporación, la concentración de sales, la interacción con la matriz mineral y las diferencias altitudinales generan condiciones muy variables a escala local (Risacher et al., 2003). En contraste, las quebradas, vegas, bofedales y vertientes correspondieron a cuerpos de agua más pequeños, someros y dependientes de aportes hídricos locales, condición característica de humedales altoandinos frágiles (Squeo et al., 2006).

La escala, conectividad y posición altitudinal de los hábitats sustentan esta interpretación. Algunas unidades fueron extensas, como Salar Pedernales SO, con una superficie estimada de 10.000.000 m²; Salar La Laguna, con 2.830.000 m²; y las dos lagunas principales del sector NE, con 1.360.000 y 3.820.000 m². En contraste, varios cuerpos de agua de quebradas, vegas, bofedales y vertientes correspondieron a microhábitats de pocos metros cuadrados, desde 1,2 m² en Pastos Largos hasta 70 m² en El Colorado. Además, mientras algunas estaciones formaron parte de unidades conectadas, otras funcionaron como cuerpos superficiales independientes por procesos de afloramiento, infiltración y reaparición del agua. Por ello, los resultados de agua, caudales, sedimentos y biota deben interpretarse por tipo de ambiente, unidad de hábitat y posición altitudinal, considerando que la estructura física del hábitat (*i.e.* sustrato, profundidad, flujo, vegetación, conectividad y cota), condiciona la disponibilidad de hábitat para la biota acuática (Barbour et al., 1999).

7.2 Gradiente salino entre sectores

El gradiente salino fue uno de los patrones más claros de la Campaña 1. Las diferencias entre sectores se expresaron principalmente en la conductividad eléctrica, los sólidos disueltos, la alcalinidad y los nutrientes. Este patrón es consistente con la dinámica de los salares altoandinos, donde la evaporación, la baja precipitación, la concentración de sales y la interacción con la matriz

mineral controlan buena parte de la composición química del agua (Risacher et al., 2003; Squeo et al., 2006).

El contraste más marcado se observó dentro del propio Salar de Pedernales. El sector NE presentó las aguas de mayor salinidad del estudio, con conductividades entre 148,900 y 160,100 mS/cm y sólidos disueltos entre 201.273 y 255.913 mg/L. El sector SO también presentó aguas salinas, pero con mayor variabilidad interna, con conductividades entre 5,070 y 111,000 mS/cm y sólidos disueltos entre 3.035 y 100.117 mg/L. Esta diferencia confirma que ambos sectores no deben ser tratados como una sola unidad hidroquímica, y coincide con González-Saldías et al. (2026), quienes reconocieron al Salar Pedernales NE como un ambiente diferenciado dentro de la cuenca.

Salar La Laguna y Salar Piedra Parada ocuparon una posición intermedia dentro del gradiente salino, con valores elevados de conductividad y sólidos disueltos, pero menores que los registrados en Pedernales NE. En contraste, las quebradas, vegas, bofedales, vertientes y arroyos presentaron aguas de baja salinidad relativa. Pastos Largos registró los valores más bajos de conductividad, entre 0,073 y 0,382 mS/cm, mientras que Río Negro, Quebrada Tinajas, Quebrada Tordillo, Vertiente 2 y El Colorado se mantuvieron generalmente bajo 0,6 mS/cm. Esta separación entre ambientes salinos y sistemas de menor salinidad no debe leerse como una simple diferencia de calidad ambiental, sino como parte de la estructura hidroquímica natural y localmente modificada de la cuenca.

Los nutrientes mostraron un patrón menos uniforme que la salinidad. El fósforo total y el fosfato fueron más altos en sectores salinos, especialmente en Salar Pedernales SO, donde el fósforo total alcanzó 9,36 mg/L. En cambio, el nitrato presentó sus mayores concentraciones en algunos ambientes de menor salinidad, como El Colorado, con 5,95–8,08 mg/L, seguido por Quebrada Tinajas y Quebrada Tordillo. Esto sugiere que el fósforo y el nitrógeno no responden necesariamente a los mismos controles ambientales.

7.3 Disponibilidad hídrica y conectividad

La disponibilidad hídrica superficial mostró una fuerte variabilidad entre sectores, lo que refuerza la necesidad de interpretar los resultados por unidad de hábitat y no solo por ubicación geográfica. En sistemas altoandinos áridos, la presencia de agua depende de aportes locales, escurrimientos superficiales, afloramientos, infiltración, evaporación y conectividad variable entre unidades del paisaje, condición ya descrita para humedales y salares altoandinos (Risacher et al., 2003; Squeo et al., 2006).

El contraste de caudales fue marcado. Quebrada Leoncito presentó el valor más alto, con 542,0 L/s en C4, muy por sobre el resto de los puntos de aforo. En segundo orden se ubicaron Salar Pedernales SO, con 5,42 L/s en C1, y Cabecera Sur del río La Ola, con 3,69 L/s en C3. La mayoría de los demás puntos registró caudales menores a 1 L/s, incluyendo sectores de salares, bofedales, quebradas, vertientes y arroyos. Estos valores representan escurrimientos someros y localizados, sensibles a pequeñas variaciones en aporte hídrico, sección de medición, infiltración o evaporación.

La conectividad superficial permite diferenciar ambientes que, aunque puedan estar próximos, funcionan de manera distinta. En algunos casos, como la red La Ola–Leoncito, el escurrimiento conecta estaciones ubicadas pendiente abajo. En otros sectores, como Pastos Largos, Río Negro, Quebrada Tordillo, Vertiente 2 y El Colorado, el agua aflora, se infiltra y vuelve a aflorar, generando cuerpos superficiales independientes. Esta discontinuidad reduce la conectividad entre

comunidades y puede aumentar la importancia de las condiciones locales de cada poza, canal o afloramiento.

Desde el punto de vista ecológico, los caudales y la conectividad influyen sobre la renovación del agua, el transporte de partículas, la acumulación de sedimentos finos, la resuspensión y la estabilidad del hábitat. Los ambientes de mayor flujo, como Quebrada Leoncito, pueden favorecer mayor transporte y renovación, mientras que los cuerpos de bajo caudal o flujo nulo tienden a depender más de procesos locales. Por ello, las diferencias biológicas entre sectores no deben atribuirse solo a la salinidad o a los nutrientes, sino también a la disponibilidad hídrica efectiva y al grado de conexión superficial de cada hábitat.

7.4 Sedimentos y hábitat bentónico

Los sedimentos entregan una información complementaria a la columna de agua, especialmente en ambientes someros, de bajo flujo o con fuerte interacción entre agua y fondo. A diferencia de las variables medidas en el agua, que pueden variar rápidamente por evaporación, mezcla o escurrimiento, los sedimentos integran procesos locales de acumulación, retención y transporte de partículas. Por ello, su interpretación es relevante para entender el hábitat bentónico y las posibles vías de exposición de los organismos asociados al fondo (Burton, 2002; Chapman & Wang, 2001; Simpson & Batley, 2016).

Los metales no siguieron un único patrón asociado a la salinidad del agua. El molibdeno presentó sus mayores concentraciones en ambientes de salar, especialmente en Salar Pedernales SO, donde alcanzó 43,4 mg/kg, lo que puede relacionarse con procesos de concentración salina y evaporación propios de sistemas endorreicos. En cambio, el hierro y el manganeso alcanzaron valores altos en sectores como Cabecera Sur del río La Ola, Río Negro, Quebrada Tordillo y Vertiente 2, lo que sugiere una mayor influencia de la matriz local del sustrato, el transporte de partículas finas y las condiciones del fondo.

El caso más relevante desde una perspectiva precautoria fue el cobre en L29, sector El Colorado, con 254,9 mg/kg. Este valor supera tanto el PEL canadiense para cobre en sedimentos de agua dulce, de 197 mg/kg, como la PEC propuesta por MacDonald et al. (2000), de 149 mg/kg (CCME, 1999; MacDonald et al., 2000). Sin embargo, esta superación debe interpretarse como una señal puntual de priorización y no como evidencia directa de efectos biológicos adversos. La estación cercana L28 presentó una concentración mucho menor, de 21,6 mg/kg, lo que indica que el registro de L29 no representa necesariamente una condición generalizada del sector.

La relación entre sedimentos y biota debe evaluarse junto con el tipo de hábitat. En cuerpos someros, pozas, bofedales y sectores de bajo caudal, la acumulación de sedimentos finos puede aumentar la influencia del fondo sobre las comunidades bentónicas. En ambientes con gravas, bolones o fondos endurecidos, en cambio, los sedimentos finos pueden estar restringidos a microdepósitos localizados, como ocurrió en algunas lagunas del sector NE del Salar de Pedernales. Por ello, las concentraciones de metales deben interpretarse junto con el sustrato, el flujo, la conectividad y la composición del zoobentos y fitobentos.

7.5 Comunidades microalgales: fitoplancton y fitobentos

Las comunidades microalgales estuvieron dominadas por Bacillariophyceae, tanto en la columna de agua como en el bentos. En fitoplancton, este grupo concentró 77 de los 88 taxa registrados,

mientras que en fitobentos también fue dominante dentro de una riqueza total de 94 taxa. Este patrón coincide con lo descrito para la cuenca por González-Saldías et al. (2026) y con el rol de las diatomeas como componentes sensibles a gradientes de salinidad, pH, nutrientes, composición iónica, sustrato y estabilidad hidrológica (Passy, 2007; Heine-Fuster et al., 2021; Vila et al., 2020).

La importancia relativa del fitoplancton y del fitobentos, sin embargo, cambia según el tipo de hábitat. En aguas corrientes someras, como varias quebradas, bofedales, vertientes y arroyos evaluados, el fitobentos probablemente constituye la comunidad microalgal más representativa. En estos ambientes, el bajo tiempo de residencia y la escasa profundidad dificultan el desarrollo de una comunidad fitoplanctónica propiamente tal; por ello, parte de las células registradas en la columna de agua pueden corresponder a formas bentónicas desprendidas o resuspendidas desde el sustrato (Biggs, 1996; Reynolds & Descy, 1996; Abonyi et al., 2018). En contraste, en aguas quietas o de mayor permanencia, como las lagunas de los salares, pozas aisladas y cursos de bajo flujo que drenan desde unidades lagunares, el fitoplancton adquiere mayor relevancia ecológica. En estos casos, la menor velocidad de corriente y la mayor residencia del agua favorecen la mantención de organismos suspendidos, aunque en sistemas someros la interacción con el bentos sigue siendo importante. Esta distinción ayuda a interpretar el desacople observado entre abundancia, diversidad y equidad. Las mayores abundancias microalgales no siempre coincidieron con comunidades más diversas o equilibradas. En fitoplancton, estaciones como L4 y L14 alcanzaron abundancias elevadas, mientras que en Quebrada Leoncito la alta abundancia estuvo asociada principalmente a *Staurosira construens*. En fitobentos ocurrió algo similar en L26, donde la máxima abundancia también se relacionó con una fuerte dominancia de *Staurosira construens* y baja equidad. Estos casos sugieren condiciones locales selectivas, más que un aumento general de la complejidad comunitaria.

Para el seguimiento, fitoplancton y fitobentos deben analizarse de manera complementaria, pero no equivalente. En lagunas y pozas, el fitoplancton puede entregar una señal más directa de la columna de agua; en aguas corrientes someras, el fitobentos probablemente representa mejor la condición microalgal local. La persistencia de dominancias específicas, especialmente cuando coincida con cambios en salinidad, nutrientes, sedimentos, caudal o estructura del hábitat, permitirá distinguir mejor entre variabilidad natural, respuestas estacionales y cambios ambientales sostenidos.

7.6 Comunidades de invertebrados: Comunidades microalgales

La interpretación del zooplancton debe considerar el tipo de hábitat muestreado. En lagunas de salares, pozas aisladas y cuerpos de agua de bajo flujo o mayor permanencia, puede desarrollarse una comunidad zooplanctónica propiamente tal. En cambio, en aguas corrientes someras, como quebradas, bofedales, vertientes y arroyos, el bajo tiempo de residencia y la escasa profundidad limitan el desarrollo de una comunidad planctónica estable. En estos casos, una parte importante de los organismos capturados en la columna de agua puede corresponder a invertebrados bentónicos o litorales derivados, resuspendidos o arrastrados desde el sustrato.

Esta distinción es importante para interpretar los resultados de la Campaña 1. El zooplancton estuvo compuesto por 13 taxa, pero varios de ellos tienen afinidad bentónica o litoral, como Harpacticoida indet., Ostracoda, *Heterocypris* sp., *Herpetocypris* sp., *Cyprideis* sp., Chironomidae indet., *Podonomus* sp. y *Hyalella* sp. Su presencia en muestras de agua no implica necesariamente que formen una comunidad zooplanctónica desarrollada, especialmente en estaciones someras y corrientes. Más bien, puede reflejar la fuerte interacción entre columna de agua, sustrato y borde

litoral, condición esperable en cuerpos de agua pequeños y de bajo caudal (Richardson, 1991; Thorp & Mantovani, 2005).

El zoobentos, en cambio, representa mejor la condición local de los hábitats corrientes y someros. En estos ambientes, el sustrato, la velocidad del flujo, la acumulación de sedimentos finos, la vegetación y la estabilidad del cuerpo de agua controlan directamente la disponibilidad de microhábitats para invertebrados. Por ello, la comparación entre zooplankton y zoobentos no debe entenderse solo como una diferencia metodológica entre columna de agua y fondo, sino como una diferencia funcional entre ambientes donde el plancton puede desarrollarse y ambientes donde predominan organismos bentónicos en deriva o resuspensión.

En los ambientes lénticos o de mayor retención, el zooplankton adquiere mayor relevancia ecológica. En lagunas salinas y pozas de flujo nulo o muy bajo, la mayor permanencia del agua reduce la exportación de organismos y permite la mantención de taxa suspendidos o asociados a la zona litoral. Esto ayuda a contextualizar registros de *Artemia* sp., *Boeckella* sp., Cyclopidae indet. y Macrothricidae indet., especialmente en salares, lagunas y pozas. La literatura sobre el plancton de aguas corrientes muestra que la retención hidrológica y las zonas de bajo flujo son claves para sostener poblaciones zooplanctónicas en sistemas con movimiento de agua (Reckendorfer et al., 1999; Baranyi et al., 2002).

El zoobentos presentó una señal más robusta para diferenciar hábitats dentro del área de estudio. Se registraron 24 taxa y organismos en todas las estaciones, con mayores abundancias en Salar Pedernales SO y valores más bajos, pero más equilibrados, en sectores como Vertiente 2. Esta diferencia confirma que una mayor densidad no equivale necesariamente a una comunidad más compleja; en algunos casos puede reflejar dominancia de pocos taxa favorecidos por condiciones locales.

La presencia de grupos como Chironomidae, Naididae, Harpacticoida, Ostracoda, *Hyalella* y *Artemia* debe interpretarse como respuesta a filtros ambientales distintos. Los quironómidos, oligoquetos, ostrácodos y harpacticóideos pueden desarrollarse en una amplia variedad de microhábitats bentónicos, mientras que *Hyalella* suele asociarse a ambientes de menor salinidad relativa y disponibilidad de refugio o sustrato. En cambio, *Artemia* adquiere mayor relevancia en ambientes salinos o hipersalinos, donde su tolerancia osmótica y capacidad de persistencia mediante estados resistentes le permiten ocupar condiciones restrictivas para otros invertebrados.

En este contexto, el antecedente de González-Saldías et al. (2026) es útil porque mostró que las comunidades de invertebrados fueron más variables que las microalgales y que su composición difirió fuertemente entre hábitats, con una separación marcada del Salar Pedernales NE y una asociación de *Artemia* con condiciones altamente salinas. En la presente campaña, estos antecedentes deben usarse como guía de interpretación. Para las siguientes campañas será importante evaluar si las dominancias de taxa tolerantes se repiten en los mismos hábitats y si los cambios en la fauna bentónica coinciden con variaciones en salinidad, caudal, sedimentos o estructura física del hábitat.

7.7 Caracterización inicial integrada de los ecosistemas acuáticos

La Campaña 1 cumple el rol de establecer una primera caracterización integrada de los ecosistemas acuáticos continentales asociados al Salar de Pedernales y sistemas relacionados. Los resultados muestran que la condición inicial de estos ambientes solo puede interpretarse adecuadamente al considerar en conjunto el hábitat acuático, la disponibilidad hídrica superficial, la calidad

fisicoquímica y química del agua, la composición de los sedimentos y la estructura de las comunidades biológicas. Esta integración es especialmente relevante debido a la alta heterogeneidad del área de estudio. Las diferencias entre salares, lagunas, quebradas, vegas, bofedales, vertientes, arroyos y pozas no se expresan en una sola variable, sino en combinaciones distintas de salinidad, caudal, conectividad superficial, profundidad, sustrato, metales en sedimentos y composición biológica. Por ello, la interpretación de los resultados debe realizarse por sector y tipo de ambiente, evitando aplicar una única condición de referencia para toda la cuenca.

Dado que el programa contempla un diseño definido de estaciones, parámetros y dos campañas anuales durante ocho años, la utilidad principal de esta primera campaña será servir como base de comparación para las evaluaciones posteriores. Las señales observadas, como la diferenciación del Salar Pedernales NE, el alto caudal de Quebrada Leoncito, los bajos caudales de la mayoría de los puntos de aforo, el valor puntual elevado de cobre en L29 y las dominancias biológicas registradas en algunos ambientes, deben entenderse como condiciones iniciales que deberán ser contrastadas temporalmente.

En las siguientes campañas, el monitoreo sistemático permitirá evaluar si estos patrones se mantienen, varían estacionalmente o cambian de manera persistente. De este modo, el seguimiento podrá distinguir con mayor solidez entre la heterogeneidad natural propia del sistema, la variabilidad temporal esperable y eventuales cambios en la condición limnológica, sedimentaria y biológica de los ecosistemas acuáticos evaluados.

8. Conclusiones

La Campaña 1 permitió establecer una primera caracterización integrada de los ecosistemas acuáticos continentales asociados al Salar de Pedernales y sistemas relacionados. Los resultados evidencian una alta heterogeneidad espacial en hábitat, disponibilidad hídrica superficial, condición fisicoquímica y química del agua, composición de sedimentos y comunidades biológicas acuáticas, constituyendo una línea inicial de referencia para el seguimiento ecosistémico de ocho años.

1. El área de estudio incluyó salares, lagunas someras, bofedales, vegas, arroyos, vertientes, canales y pozas, con diferencias en profundidad, sustrato, flujo, vegetación, presencia de algas filamentosas, superficie y conectividad superficial. Esta variabilidad confirma que la estructura del hábitat es clave para interpretar la condición ecológica de las estaciones evaluadas.
2. La disponibilidad hídrica superficial fue altamente heterogénea. La mayoría de los puntos de aforo presentó caudales menores a 1 L/s, asociados a escurrimientos someros y localizados, mientras que Quebrada Leoncito registró el valor máximo, con 542,0 L/s en C4. Esto evidencia la coexistencia de ambientes de alto flujo relativo, cuerpos de bajo caudal y unidades superficiales aisladas o discontinuas.
3. La condición fisicoquímica y química del agua mostró un gradiente salino e hidroquímico marcado. Los salares presentaron mayores conductividades eléctricas, sólidos disueltos y concentraciones de fósforo, mientras que algunos sectores de menor salinidad registraron aumentos puntuales de nitrato, nitrógeno total y metales disueltos. Salar Pedernales NE destacó como el sector de mayor salinidad y debe interpretarse como una unidad limnológica diferenciada.
4. Los sedimentos presentaron una composición química variable entre estaciones y sectores. Las concentraciones de aluminio, cobre, hierro, manganeso y molibdeno reflejaron diferencias locales de sustrato, acumulación de partículas finas y procesos geoquímicos. El molibdeno tendió a ser mayor en sectores asociados a salares, mientras que hierro y manganeso alcanzaron valores relevantes en sectores como Cabecera Sur del río La Ola, Río Negro, Vertiente 2 y Quebrada Tinajas.
5. Las comunidades de fitoplancton y fitobentos estuvieron dominadas por Bacillariophyceae, confirmando la relevancia de las diatomeas como componente microalgal principal. Las mayores abundancias no siempre coincidieron con mayor riqueza, diversidad o equidad, lo que indica dominancia de pocas taxa en algunos sectores. En aguas corrientes someras, el fitobentos adquiere especial relevancia y parte del fitoplancton puede corresponder a formas bentónicas desprendidas o resuspendidas.
6. El zooplancton presentó baja riqueza relativa y estuvo compuesto por microcrustáceos y organismos de afinidad bentónica o litoral, condición esperable en ambientes someros y de bajo tiempo de residencia. El zoobentos mostró una señal más representativa de estos hábitats, con diferencias entre sectores y presencia de taxa asociados a condiciones salinas, variables o de menor salinidad relativa. La presencia de organismos tolerantes, como *Artemia*, debe interpretarse como señal de condiciones ambientales selectivas.
7. Los resultados confirman que la cuenca del Salar de Pedernales no debe evaluarse bajo una única condición de referencia. La interpretación del seguimiento debe realizarse por tipo

de ambiente, sector y unidad de hábitat, integrando hábitat, caudal, agua superficial, sedimentos y biota acuática. La repetición sistemática del monitoreo permitirá distinguir entre heterogeneidad espacial, variabilidad estacional y eventuales cambios persistentes en la condición limnológica, sedimentaria y biológica de los ecosistemas evaluados.

9. Listado de profesionales

En la Tabla 35 se presenta el listado de profesionales que participaron en el componente Ecosistemas Acuáticos Continentales durante la Campaña 1. La tabla identifica a los profesionales involucrados, sus respectivos roles dentro del proyecto y la institución a la que pertenecen, incluyendo especialistas del Centro EULA–Universidad de Concepción y del equipo SMI Chile.

Tabla 35. Listado de profesionales de componente Ecosistemas Acuáticos Continentales.

N	Nombre	Rol en el Proyecto	Institución
1	Claudio Valdovinos	Asesor Senior Ecosistemas de Aguas Continentales / Asesor Senior Calidad de Agua y Sedimentos / Jefe terreno Limnología	Centro EULA – Universidad de Concepción
2	Alejandro Peña	Especialista de Terreno	Centro EULA – Universidad de Concepción
3	Edison Aravena	Especialista de Terreno	Centro EULA – Universidad de Concepción
4	Luis Echeverría	Especialista de Terreno / Prevencionista de riesgos	Centro EULA – Universidad de Concepción
5	Jacques Wiertz	Asesor Senior Hidro(geo)logía y Administrador de Contrato	SMI Chile
6	Daniela Gamboa	Coordinadora de Proyecto	SMI Chile
7	Daniela Cortés	Jefa de Terreno	SMI Chile
8	Felipe Labra	Especialista Imágenes Satelitales	SMI Chile
9	Laura Collao	Jefa de Terreno	SMI Chile

10. Referencias

- Abonyi, A., Ács, É., Hidas, A., Grigorszky, I., Várbíró, G., Borics, G., & Kiss, K. T. (2018). Functional diversity of phytoplankton highlights long-term gradual regime shift in the middle section of the Danube River due to global warming, human impacts and oligotrophication. *Freshwater Biology*, 63(5), 456–472. DOI: 10.1111/fwb.13084.
- American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2023). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (24th ed.). APHA Press.
- Araya, J. M., & Zúñiga, L. (1985). Manual taxonómico del zooplancton lacustre de Chile. *Boletín Informativo Limnológico, Chile*, 8, 1–110.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2007). UNE-EN 15204:2007. Calidad del agua. Guía para el recuento de fitoplancton por microscopía invertida (técnica de Utermöhl). AENOR.
- Balycheva, D., Anufrieva, E., Lee, R., Prazukin, A., & Shadrin, N. (2023). Salinity-dependent species richness of Bacillariophyta in hypersaline environments. *Water*, 15(12), 2252. <https://doi.org/10.3390/w15122252>
- Baranyi, C., Hein, T., Holarek, C., Keckeis, S., & Schiemer, F. (2002). Zooplankton biomass and community structure in a Danube River floodplain system: Effects of hydrology. *Freshwater Biology*, 47(3), 473–482. DOI: 10.1046/j.1365-2427.2002.00822.x.
- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., & Stribling, J. B. (1999). *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish* (2nd ed., EPA 841-B-99-002). U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-02/documents/rapid-bioassessment-streams-rivers-1999.pdf>
- Biggs, B. J. F. (1996). Patterns in benthic algae of streams. In R. J. Stevenson, M. L. Bothwell, & R. L. Lowe (Eds.), *Algal ecology: Freshwater benthic ecosystems* (pp. 31–56). Academic Press. DOI: 10.1016/B978-012668450-6/50031-X.
- Burton, G. A., Jr. (2002). Sediment quality criteria in use around the world. *Limnology*, 3, 65–75. <https://doi.org/10.1007/s102010200008>
- Canadian Council of Ministers of the Environment. (1999). Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Copper. En Canadian environmental quality guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment. <https://ccme.ca/en/res/copper-canadian-sediment-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life-en.pdf>
- Cañedo-Argüelles, M., Kefford, B. J., Piscart, C., Prat, N., Schäfer, R. B., & Schulz, C.-J. (2013). Salinisation of rivers: An urgent ecological issue. *Environmental Pollution*, 173, 157–167. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.10.011>
- Chapman, P. M., & Wang, F. (2001). Assessing sediment contamination in estuaries. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20(1), 3–22. <https://doi.org/10.1002/etc.5620200102>
- Domínguez, E., & Fernández, H. R. (Eds.). (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo.

- Ersoy, Z., Abril, M., Cañedo-Argüelles, M., Espinosa, C., VendrellPuigmitja, L., & Proia, L. (2022). Experimental assessment of salinization effects on freshwater zooplankton communities and their trophic interactions under eutrophic conditions. *Environmental Pollution*, 313, 120127. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120127>
- Frau, D., Moran, B. J., Arengo, F., Marconi, P., Battauz, Y., Mora, C., Manzo, R., Mayora, G., & Boutt, D. F. (2021). Hydroclimatological patterns and limnological characteristics of unique wetland systems on the Argentine High Andean Plateau. *Hydrology*, 8(4), 164. <https://doi.org/10.3390/hydrology8040164>
- Gajardo, G., & Beardmore, J. (2012). The brine shrimp *Artemia*: Adapted to critical life conditions. *Frontiers in Physiology*, 3, 185. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00185>
- García-Sanz, I., Heine-Fuster, I., Luque, J. A., Pizarro, H., Castillo, R., Pailahual, M., Prieto, M., Pérez-Portilla, P., & Aránguiz-Acuña, A. (2021). *Limnological response from high-altitude wetlands to the water supply in the Andean Altiplano*. *Scientific Reports*, 11, 7681. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87162-6>
- González-Saldías, F., Rain-Franco, A., Pernthaler, J., Gomà, J., Avila, J., Bravo, B., & Figueroa-Fábrega, L. (2026). Diversity of planktonic and benthic communities in the high-altitude Salar de Pedernales basin, Atacama Desert, Chile. *Limnetica*, 45(1), 000–000. <https://doi.org/10.23818/limn.45.09>
- Hand, S. C., Denlinger, D. L., Podrabsky, J. E., & Roy, R. (2016). Mechanisms of animal diapause: Recent developments from nematodes, crustaceans, insects, and fish. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 310(11), R1193–R1211. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00250.2015>
- Heine-Fuster, I., López-Allendes, C., Aránguiz-Acuña, A., & Véliz, D. (2021). Differentiation of diatom guilds in extreme environments in the Andean Altiplano. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 701970. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.701970>
- MacDonald, D. D., Ingersoll, C. G., & Berger, T. A. (2000). Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 39, 20–31. <https://doi.org/10.1007/s002440010075>
- Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (Eds.). (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America* (3rd ed.). Kendall/Hunt Publishing Company.
- Monge-Salazar, M. J., Tovar, C., Cuadros-Adriazola, J., Baiker, J. R., Montesinos-Tubée, D. B., Bonnesoeur, V., Antiporta, J., Román-Dañobeytia, F., Fuentealba, B., & Ochoa-Tocachi, B. F. (2022). Ecohydrology and ecosystem services of a natural and an artificial bofedal wetland in the central Andes. *Science of The Total Environment*, 838, 155968. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155968>
- NEON-National Ecological Observatory Network. (2015). *AOS protocol and procedure: Algae sampling in lakes and non-wadeable streams* (NEON.DOC.001203, Rev. D). NEON, Inc.
- Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., & Orellana, M. (1982–1983). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile* (Vols. 1–5). Editorial Universidad de Concepción.

- Parra, O., & Bicudo, C. M. (1996). *Algas de aguas continentales: Introducción a la biología y sistemática*. Ediciones Universidad de Concepción.
- Parra, O. (2006). Estado de conocimiento de las algas dulceacuícolas de Chile (excepto Bacillariophyceae). *Gayana (Concepción)*, 70(1), 8–15. DOI: 10.4067/S0717-65382006000100003.
- Passy, S. I. (2007). Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquatic Botany*, 86(2), 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2006.09.018>
- Pennak, R. W. (1978). *Fresh-water invertebrates of the United States* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Reckendorfer, W., Keckeis, H., Winkler, G., & Schiemer, F. (1999). Zooplankton abundance in the River Danube, Austria: The significance of inshore retention. *Freshwater Biology*, 41(3), 583–591. DOI: 10.1046/j.1365-2427.1999.00412.x.
- Reynolds, C. S., & Descy, J.-P. (1996). The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. *Large Rivers*, 10(1–4), 161–187. DOI: 10.1127/lr/10/1996/161.
- Richardson, W. B. (1991). Seasonal dynamics, benthic habitat use, and drift of zooplankton in a small stream in southern Oklahoma, USA. *Canadian Journal of Zoology*, 69(3), 748–756. DOI: 10.1139/z91-108.
- Risacher, F., Alonso, H., & Salazar, C. (2003). The origin of brines and salts in Chilean salars: hydrochemical review. *Earth-Science Reviews*, 63(3–4), 249–293. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(03\)00037-0](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(03)00037-0)
- Rodier, J., & Roche, M. (1978). River flow in arid regions. In R. W. Herschy (Ed.), *Hydrometry: Principles and practices* (pp. 453–472). John Wiley & Sons.
- Simpson, S. L., & Batley, G. E. (Eds.). (2016). *Sediment quality assessment: A practical guide* (2nd ed.). CSIRO Publishing. <https://www.publishing.csiro.au/book/7383/>
- Squeo, F. A., Warner, B. G., Aravena, R., & Espinoza, D. (2006). Bofedales: High altitude peatlands of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79(2), 245–255. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2006000200010>
- Stenger-Kovács, C., Béres, V. B., Buczkó, K., Tapolczai, K., Padisák, J., Selmeczy, G. B., & Lengyel, E. (2023). Diatom community response to inland water salinization: A review. *Hydrobiologia*, 850, 4627–4663. <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05167-w>
- Turnipseed, D. P., & Sauer, V. B. (2010). *Discharge measurements at gaging stations* (U.S. Geological Survey Techniques and Methods, Book 3, Chapter A8). U.S. Geological Survey.
- U.S. Environmental Protection Agency. (1996). Method 3050B: Acid digestion of sediments, sludges, and soils (Revision 2). In *Test methods for evaluating solid waste, physical/chemical methods* (SW-846). U.S. Environmental Protection Agency.
- Valdovinos Zarges, C., Fierro, P., & Olmos, V. (2019). Freshwater invertebrates of Southwestern South America: Diversity, biogeography, and threats. In A. T. Devlin, J. Pan, & M. M. Shah (Eds.), *Inland waters: Dynamics and ecology*. IntechOpen.
- Vidal, T., Santos, M., Santos, J. I., Luís, A. T., Pereira, M. J., Abrantes, N., Gonçalves, F. J. M., & Pereira, J. L. (2021). Testing the response of benthic diatom assemblages to common riverine

contaminants. Science of the Total Environment, 755, 142534.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142534>

Vila, I., Hermosilla, V., González, F., Sobarzo, G., & Rojas, P. (2020). Macroinvertebrate community structure in an extreme altiplanic environment from Chile: The Ascotán salt pan. Global Ecology and Conservation, 24, e01260. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01260>

11. Anexos

11.1 Anexo 01. Registro fotográfico de estaciones de monitoreo.

El archivo de nombre “DSAEST_PRI25_EAC_Anexo01” se encuentra en formato digital.

11.2 Anexo 02. Mediciones in situ en aguas superficiales.

El archivo de nombre “DSAEST_PRI25_EAC_Anexo02” se encuentra en formato digital.

11.3 Anexo 03. Resultados de análisis de aguas superficiales.

El archivo de nombre “DSAEST_PRI25_EAC_Anexo03” se encuentra en formato digital.

11.4 Anexo 04. Resultados de análisis de sedimentos.

El archivo de nombre “DSAEST_PRI25_EAC_Anexo04” se encuentra en formato digital.

11.5 Anexo 05. Resultados de mediciones de caudales.

El archivo de nombre “DSAEST_PRI25_EAC_Anexo05” se encuentra en formato digital.

11.6 Anexo 06. Resultados de fitoplancton y fitobentos.

El archivo de nombre “DSAEST_PRI25_EAC_Anexo06” se encuentra en formato digital.

11.7 Anexo 07. Resultados de zooplancton y zoobentos.

El archivo de nombre “DSAEST_PRI25_EAC_Anexo07” se encuentra en formato digital.