



REPORTE DE TERRENO Limnología / PSM Cuenca Pedernales

[REVISIÓN 0]



Preparado para:

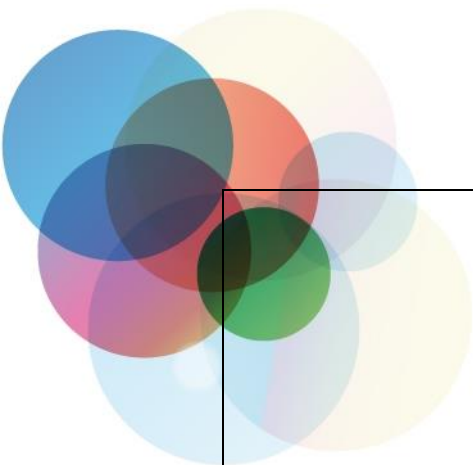


Minería y Medio Ambiente Ltda.
Monseñor Sotero Sanz 100, Of. 505, Providencia, Santiago, RM.
Teléfono: (56-2) 2442188
e-mail: jgalaz@myma.cl

Elaborado por:



Econativa Consultores Ltda.
Avenida Larraín 6.642, Oficinas 308 - 315, Santiago, RM.
Teléfono: (56-2) 23032928
e-mail: contacto@econativa.cl



Reporte de Terreno Limnología / PSM Cuenca Pedernales

0		Aprobación cliente					
B		Revisión cliente					
A		Revisión interna	LFF(ENC)				
REV	FECHA	EMITIDO PARA	POR	J. Proy.	Aprobó	J. Proy	Aprobó
REVISIONES			MYMA			CLIENTE	
CONSULTOR			N° Documento			REV.	
						0	

CONTENIDO

Contenido.....	i
1. LIMNOLOGÍA / PSM Cuenca Pedernales	1
1.1. Resumen.....	1
1.2. Antecedentes Generales	1
1.3. Componentes a caracterizar	2
1.4. Objetivo de la Campaña	2
1.5. Actividades Realizadas	3
Actividades ejecutadas en Campaña 1.....	7
Actividades ejecutadas en Campaña 2.....	12
Actividades ejecutadas en Campaña 3.....	13
1.6. Dificultades presentadas al momento de ejecutar los trabajos	14
Campaña 1.....	14
Campaña 2.....	14
Campaña 3.....	14
1.7. Medidas Ejecutadas para Realizar los Trabajos	14
1.8. Resultado de las Medidas Ejecutadas	14
1.9. Actividades Pendientes	14
1.10. Accidentes/Incidentes de Salud, Seguridad o Medio Ambiente.....	15
1.11. Elementos relevantes identificados	15
Campaña 1.....	15
Campaña 2.....	16
Campaña 3.....	16

1. LIMNOLOGÍA / PSM CUENCA PEDERNALES

1.1. Resumen

La campaña en terreno de Limnología se ejecutó en tres (3) etapas, dado que se presentaron situaciones no esperadas que impidieron la ejecución completa en una sola campaña (se describe en los ítems más adelante).

En la primera campaña quedó pendiente la toma de muestras de agua del Salar Pedernales Sur, debido a que se quebró la botella de la muestra de la estación N°28, y quedó pendiente el muestreo completo de los sectores del Salar de Pedernales Norte, Salar de Piedra Parada y Salar La Laguna.

En la segunda campaña se muestreó completamente los sectores del Salar de Piedra Parada, Salar La Laguna y las aguas de Salar de Pedernales Sur.

En la tercera campaña se terminó el muestreo completo del Salar de Pedernales Norte, y se recolectó la muestra de agua faltante de la estación N°28.

1.2. Antecedentes Generales

En la siguiente tabla se presentan los antecedentes generales asociados a la campaña de caracterización del componente **Limnología**.

Fecha ejecución de la campaña (1)	12 – 20 de febrero 2023
Nombre de los profesionales que participaron en la campaña	<ul style="list-style-type: none">• Luis Figueroa Fabrega. Ecólogo Marino con mención en Manejo de Recursos, Magister en Gestión Ambiental, con estudios de postgrado en Oceanografía y Doctorante en Ciencias de la conservación y gestión de la biodiversidad.• Isabel Valdivia Rojas. Ecólogo Marino con mención en Manejo de Recursos, Doctora en Ciencias Aplicadas mención Sistemas Marinos Costeros.• Javiera Ávila. Ingeniera en Medioambiente y Recursos Naturales.• Cyndi Muñoz- Licenciada en biología Marina.• Catalina Vásquez - Licenciada en biología Marina.• Brayan Bravo, Asistente de investigación.• Nicolas Bierwierth, Asistente de investigación.• James Pita, Asistente de investigación.
Estacionalidad	Verano

Proyecto	PSM Cuenca Pedernales
Fecha ejecución de la campaña (2)	día 2 al 6 de abril de 2023.
Nombre de los profesionales que participaron en la campaña	<ul style="list-style-type: none"> • Luis Figueroa Fabrega. Ecólogo Marino con mención en Manejo de Recursos, Magister en Gestión Ambiental, con estudios de postgrado en Oceanografía y Doctorante en Ciencias de la conservación y gestión de la biodiversidad. • Catalina Vásquez - Licenciada en biología Marina. • Brayan Bravo, Asistente de investigación. • Nicolas Bierwierth, Asistente de investigación.
Estacionalidad	Verano
Proyecto	PSM Cuenca Pedernales
Fecha ejecución de la campaña (3)	jueves 20 y viernes 21 de abril de 2023.
Nombre de los profesionales que participaron en la campaña	<ul style="list-style-type: none"> • Catalina Vásquez - Licenciada en Biología Marina. • Brayan Bravo, Asistente de investigación. • Nicolas Bierwierth, Asistente de investigación.
Estacionalidad	Verano
Proyecto	PSM Cuenca Pedernales

1.3. Componentes a caracterizar

Se realizó levantamiento de línea de base Limnología considerando:

- Parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua
- Plantas acuáticas
- Fito y zoo bentos
- Zooplancton
- Fitoplancton
- Ictiofauna
- Caudal

1.4. Objetivo de la Campaña

Dado que se ejecutaron tres (3) campañas, para cada una de estas hubo objetivos diferentes, donde:

- Objetivo general para campaña uno (1)

Caracterizar los componentes bióticos de los cuerpos de agua dulce ubicados en Quebrada Vicuña, en el sector superior del río la Sal, hasta el límite del Sitio Prioritario Salar de Pedernales, Región de Atacama.

- Objetivo general para campaña dos (2)

Caracterizar los componentes bióticos de los cuerpos de agua dulce en las estaciones correspondientes a los sectores del Salar Piedra Parada, Salar La Laguna, Salar Pedernales Sector Norte, y la estación 28 del sector El Colorado.

- Objetivo general para campaña tres (3)

Caracterizar los componentes bióticos de los cuerpos de agua dulce en las estaciones correspondientes a los Salares Piedra Parada, Salar La Laguna, Salar Pedernales Sector Norte, y la estación 28 del sector El Colorado.

1.5. Actividades Realizadas

Para el componente limnología, se prospectaron para cada una de las campañas los puntos señalados en Tabla 1.1. y Figura 1.1.

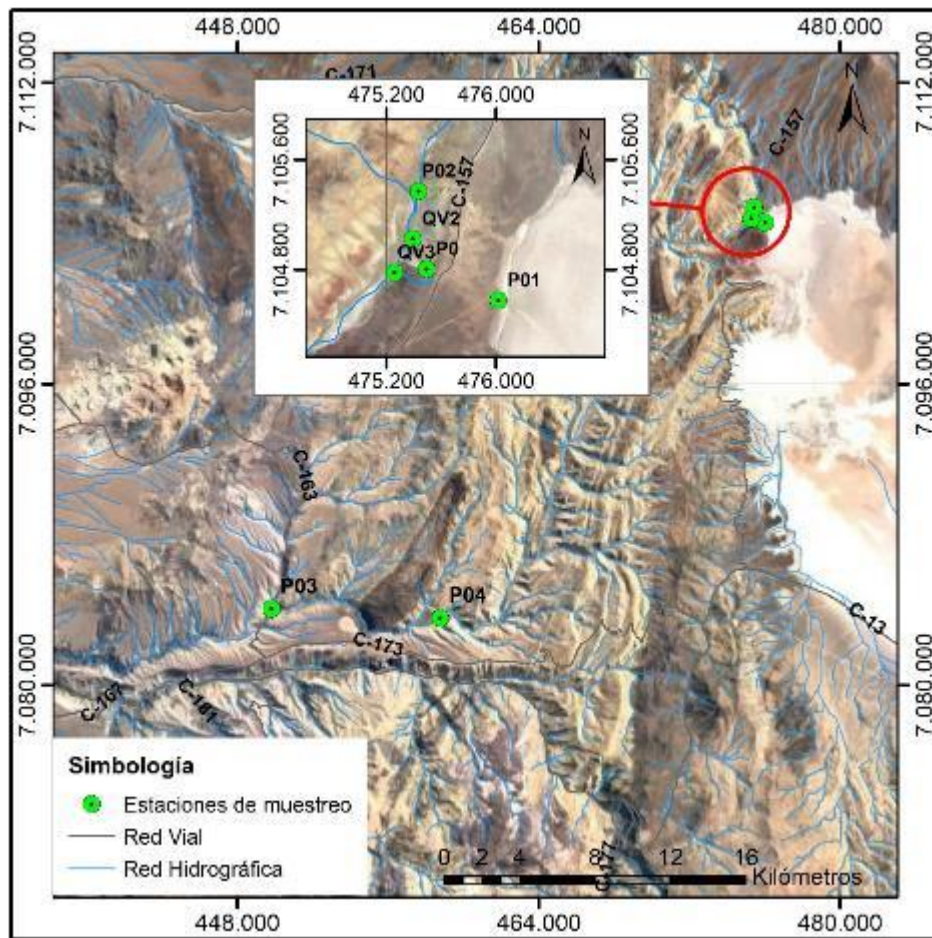
Tabla 1.1. Ubicación de Estaciones de Muestreo, tipo de Sistema y subsistema acuático identificado.

Punto	Sector	N° Campaña	Este (m) (Coordenadas UTM)	Norte (m) (Coordenadas UTM)	Sistema Acuático	Subsistema Acuático
L1	Salar Pedernales	Campaña 1	476.210	7.090.008	Salar	Canal
L2	Salar Pedernales	Campaña 1	476.154	7.088.205	Salar	Canal
L3	Salar Pedernales	Campaña 1	477.639	7.087.463	Salar	Canal
L4	Salar Pedernales	Campaña 1	477.202	7.087.274	Salar	Canal Seco
L5	Salar Pedernales	Campaña 1	477.927	7.086.979	Salar	Canal (Seco).
L6	Salar Pedernales	Campaña 1	476.804	7.091.154	Salar	Canal somero
L7	Salar La Laguna	Campaña 2	501.415	7.101.559	Salar La Laguna	Salar
L8	Salar La Laguna	Campaña 2	501.788	7.100.731	Salar La Laguna	Salar
L9	Rio La Ola	Campaña 1	496.190	7.064.167	Ríos y Canales	Canal
L10	Rio La Ola	Campaña 1	495.669	7.064.551	Ríos y Canales	Canal
L11	Rio La Ola	Campaña 1	495.310	7.065.313	Ríos y canales	Canal
L12	Salar Piedra Parada	Campaña 2	520.703	7.088.794	Salar Piedra Parada	Salar
L13	Salar Piedra Parada	Campaña 2	526.373	7.088.125	Salar Piedra Parada	Salar
L14	Salar Piedra Parada	Campaña 2	528.571	7.086.039	Salar Piedra Parada	Salar
L15	La Ciénaga	Campaña 1	464.585	7.054.680	Ríos y canales	Vega
L16	Pastos Largos	Campaña 1	478.471	7.044.894	Ríos y canales	Rio
L17	Pastos Largos	Campaña 1	480.110	7.044.797	Ríos y canales	Rio
L18	Pastos Largos	Campaña 1	481.726	7.044.635	Ríos y canales	Bofedal
L19	Rio Negro	Campaña 1	506.642	7.037.110	Ríos y canales	Bofedal
L20	Rio Negro	Campaña 1	506.723	7.036.983	Ríos y canales	Bofedal
L21	Quebrada Tinajas	Campaña 1	473.055	7.060.375	Ríos y canales	Bofedal

Punto	Sector	N° Campaña	Este (m) (Coordenadas UTM)	Norte (m) (Coordenadas UTM)	Sistema Acuático	Subsistema Acuático
L22	Los Tordillos	Campaña 1	478.522	7.058.574	Ríos y canales	Bofedal
L23	Los Tordillos	Campaña 1	4786.23	7.058.788	Ríos y canales	Bofedal
L24	Las Vertientes	Campaña 1	507.196	7.031.610	Ríos y canales	Río
L25	Las Vertientes	Campaña 1	506.729	7.032.058	Ríos y canales	Río
L26	El Leoncito	Campaña 1	501.698	7.065.084	Ríos y canales	Bofedal
L27	El Leoncito	Campaña 1	500.866	7.065.286	Ríos y canales	Río
L28	El Colorado	Campaña 3	468.451	7.060.538	Río y Bofedal	Río
L29	El Colorado	Campaña 1	468.189	7.060.931	Ríos y canales	Bofedal
L30	Salar de Pedernales Norte	Campaña 3	492.549	7.104.974	Salar	Laguna Somera
L31	Salar de Pedernales Norte	Campaña 3	492.482	7.104.610	Salar	Laguna Somera
L32	Salar de Pedernales Norte	Campaña 3	492.428	7.104.177	Salar	Laguna Somera
L33	Salar de Pedernales Norte	Campaña 3	492.379	7.104.030	Salar	Laguna Somera
L34	Salar de Pedernales Norte	Campaña 3	492.295	7.103.461	Salar	Laguna Somera
L35	Salar de Pedernales Norte	Campaña 3	492.341	7.103.188	Salar	Laguna Somera

Fuente. Econativa Consultores

Figura 1.1. Ubicación cartográfica de Estaciones de Muestreo en Coordenadas UTM (Datum WGS84 huso 19 sur)



Fuente. Econativa Consultores

Para la ejecución de las tres (3) campañas, se realizaron actividades de: medición de parámetros fisicoquímicos; obtención de muestras para análisis químicos de calidad agua y sedimentos; levantamiento de información de plantas acuáticas; captura de zooplancton y fitoplancton de la columna de agua; recolección de sedimentos, fitobentos y zoobentos; prospección de presencia de peces; y determinación de caudales.

Tanto para la determinación de parámetros fisicoquímicos (Tabla 1.2) en las tres (3) campañas, como la de información de plantas acuáticas, captura de zooplancton y fitoplancton de la columna de agua y el fitobentos, se obtuvieron tres (3) réplicas por estación de muestreo, mientras que para el zoobentos, se obtuvieron seis (6) replicas por estación. Por otra parte, para la determinación de las características químicas de la columna de agua, se obtuvo una (1) muestra puntual por estación, al igual que para la prospección de presencia de peces y determinación de caudales.

Tabla 1.2 Parámetros Físicoquímicos medidos en terreno

Estación	pH	Temperatura (°C)	Conductividad (mS/cm)	Oxígeno (mg/L)	Saturación (%)
L1	8,64	9,5	27,4	6,21	79,1
L2	8,68	22,3	7,12	3,59	59,8
L3	8,28	19,4	9,47	3,44	54,4
L4	8,88	15,8	15,8	4,34	67,7
L6	8,51	15	18,5	4,3	68,2
L7	8,49-8,69-8,76	17,7-18,1-17,8	39,4-29,6-30,2	4,16-4,67-4,5	63,8-29,6-30,2
L8	Estación Seca				
L9	Estación seca, solo vegetación.				
L10	9,01 - 8,93 - 9,02	22,4 - 21,7 - 23,1	1,65 - 1,64 - 1,65	5,03 - 4,25 - 4,24	87,6 - 75,2 - 74,7
L11	9,62 - 9,71 - 9,77	21,3 - 21,1 - 21,5	1,57 - 1,58 - 1,57	5,53 - 5,72 - 5,66	92,6 - 96,8 - 96,8
L12	8,06-7,98-7,57	10-10,7-10,7	15,83-15,87-24,7	3,43-4,10-4,63	50,2-57,4-60,3
L13	8,41-8,52-8,61	3,7-3,7-3,8	37,1-42,5-35,9	3,77-3,52-3,44	46,5-46,7-42,4
L14	8,57-8,58-8,61	4,5-2,9-14	14,71-9,5-6,3	3,61-4,42-3,56	43,2-54,27-54,4
L15	Estación seca, solo vegetación.				
L16	7,5 - 7,67 - 7,81	13,0 - 12,4 - 11,7	0,092 - 0,091 - 0,092	3,5 - 3,68 - 3,75	55,4 - 55,7 - 55,9
L17	7,75 - 7,78 - 7,87	18,7 - 18,4 - 18,6	0,254 - 0,243 - 0,240	3,63 - 3,35 - 3,73	62,6 - 58,4 - 59,0
L18	7,86 - 7,67 - 7,54	17,5 - 15,6 - 16,4	0,325 - 0,40 - 0,48	0,89 - 3,21 - 2,74	15,0 - 49,0 - 37,9
L19	8,1 - 7,55	0,9 - 4,3	0,387 - 0,324	4,18 - 2,5	50,5 - 35,7
L20	8,69 - 8,10 - 8,02	7,5 - 7,7 - 6,1	0,423 - 0,35 - 0,323	2,82 - 3,07 - 3,87	37,8 - 42,1 - 47,6
L21	Estación seca, solo vegetación.				
L22	Estación seca, solo vegetación.				
L23	Estación seca, solo vegetación.				
L24	8,95 - 8,85 - 8,91	5,5 - 5,5 - 5,8	0,637 - 0,625 - 0,626	7,0 - 7,44 - 4,7	53,3 - 55,8 - 59,8
L25	8,54 - 8,55 - 8,54	12,2 - 12,3 - 12,3	0,652 - 0,654 - 0,650	3,65 - 3,47 - 4,01	56,2 - 53,3 - 55,3
L26	Estación seca, solo vegetación.				
L27	8,9 - 9,01 - 8,91	14,4 - 14,5 - 14,2	4,62 - 4,60 - 4,61	3,72 - 4,11 - 3,8	53,8 - 62,3 - 54,6
L28	8,4 - 8,35 - 8,30	13,1 - 12,7 - 10,9	0,478 - 0,479 - 0,470	4,03 - 4,25 - 4,08	60,2 - 61,8 - 57,4
L29	Estación seca, solo vegetación.				
L30	7,12 - 7,2 - 7,44	11,2 - 12,7 - 12,6	197,4 - 199,3 - 198,2	5,49 - 5,56 - 5,47	74,2 - 75,3 - 74,8
L31	7,44 - 10,5 - 7,12	10,2 - 10,3 - 11,1	238 - 244 - 242,3	5,51 - 5,43 - 5,57	72,3 - 73,2 - 71,4
L32	7,41 - 7,5 - 7,12	12,2 - 12,3 - 10,1	241 - 242 - 242	5,61 - 5,63 - 5,67	74,2 - 74,1 - 73,4
L33	7,74 - 7,45 - 7,71	12,8 - 11,9 - 12,1	232 - 244 - 239	6,1 - 6,32 - 6,31	72,3 - 73,1 - 72,4
L34	7,81 - 7,82 - 7,78	15,6 - 14,9 - 14,4	220 - 223 - 226	5,7 - 5,74 - 5,71	75,3 - 75,2 - 75,4
L35	7,91 - 7,67 - 7,82	16,2 - 15,3 - 14,9	235 - 241 - 239	5,3 - 5,4 - 5,21	75,1 - 74,7 - 74,4

Actividades ejecutadas en Campaña 1

Para la primera campaña, se puede indicar que los sitios prospectados se pueden agrupar en dos (2) tipos de sistemas acuáticos, los cuales serían: 1) Sistema de Salar (Fotografía 1.1); y 2) Canales y ríos de quebradas con presencia de vegas y bofedales (Fotografía 1.2).

Dentro del primer sistema, se identificaron diferentes subsistemas, los cuales concuerdan con los sistemas y subsistemas descritos por el CEA (2019). De esta manera, en la Figura 1.2 se puede apreciar que el Sistema de Salar se encuentra conformado por lagunas someras (ie. L6), conectadas por medio de canales (ie. L1, L2, L3) con lagunas de menor tamaño, denominadas vegas (L4 y L5).

En cuanto al segundo sistema acuático identificado, se puede señalar la presencia de cuatro (4) subsistemas, definidos como: 1) Ríos y riachuelos, caracterizados por un caudal reducido con flujos laminares, con o sin presencia de espuma superficial, y que presentan una baja intervención humana; 2) Canales artificiales, caracterizados por intervención antrópica; 3) Bofedales, con dominancia de especies como *Azorella compacta*; y 4) Vegas y pajonales, con dominancia de especímenes del género *Stipa sp.*

Cabe señalar que, debido a la activación de quebradas producto de lluvias ocurridas el sábado 18 de febrero, se logró muestrear la mayoría de los sistemas de bofedales, quedando por completar algunos sistemas de salar.

Fotografía 1-1. Prospección de estaciones de muestreo Sector Salar Pedernales (L1 a L6).



Fuente: Registro de campaña en terreno

Fotografía 1-2. Toma de muestras en estaciones sector Rio La Ola (L9 a L11).



Fuente: Registro de campaña en terreno

Fotografía 1-3. Toma de muestras en estaciones sector Pastos Largos (L16 a L18).



Fuente: Registro de campaña en terreno

Fotografía 1-4. Toma de muestras en estaciones sector La Cienaga (L15) y Quebrada Tinajas (L21).



Fuente: Registro de campaña en terreno

Fotografía 1-5. Toma de muestras en estaciones sector Rio Negro (L19 y L20).



Fuente: Registro de campaña en terreno

Fotografía 1-6. Toma de muestras en estaciones sector Los Tordillos (L22 y L23).



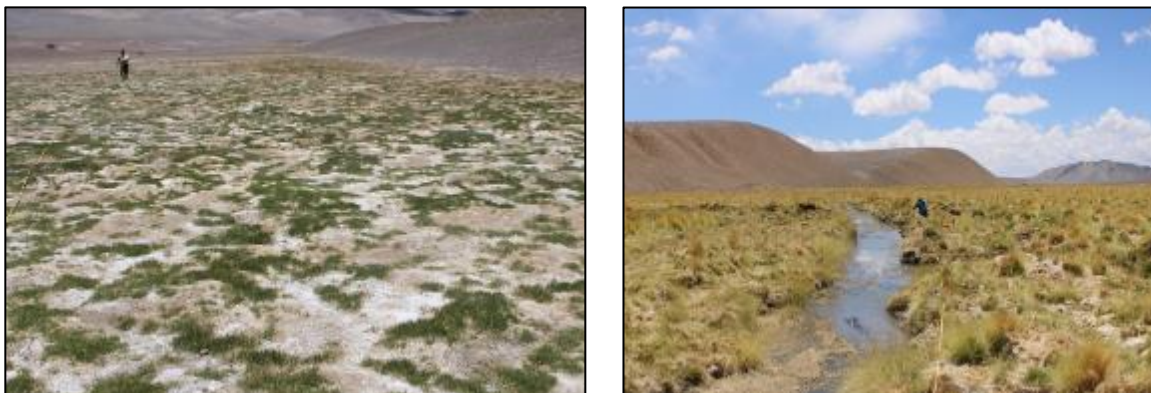
Fuente: Registro de campaña en terreno

Fotografía 1-7. Toma de muestras en estaciones sector Las Vertientes (L24 a 25).

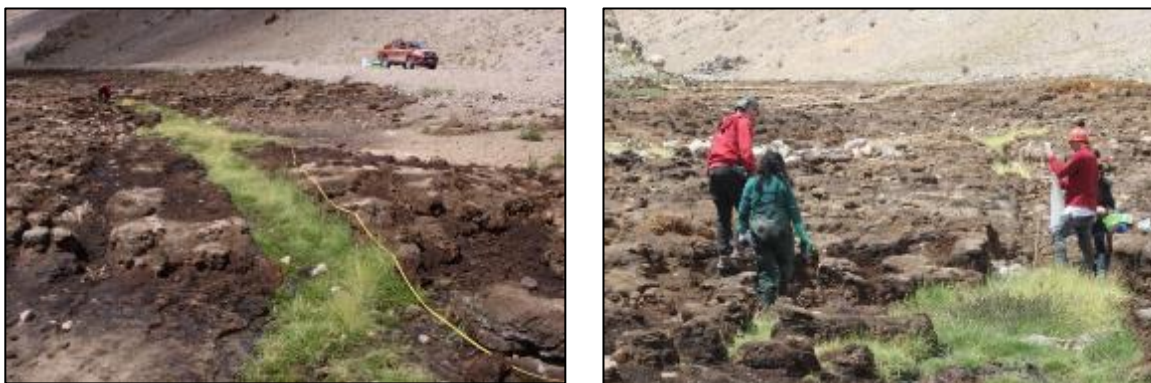


Fuente: Registro de campaña en terreno

Fotografía 1-8. Toma de muestras en Estación de El Leoncito (L26 y L27)



Fotografía 1-9. Toma de muestras en Estación de muestreo El Colorado (L28 y L29).



Fuente: Registro de campaña en terreno

Actividades ejecutadas en Campaña 2

Para la campaña 2, podemos señalar que los sitios prospectados fueron principalmente del sistema de Salar y Lagunas Someras (Fotografía 1-10).

Dentro del primer sistema, se identificaron diferentes subsistemas los cuales concuerdan con los sistemas y subsistemas descritos por CEA (2019).

Cabe señalar que, las actividades debieron ser suspendidas debido a fallas en el motor del vehículo utilizado para el terreno, quedando por muestrear la zona norte del Salar de Pedernales y la estación 28 de la quebrada El Colorado.

Fotografía 1-10. Prospección de estaciones de muestreo Sector Salar La Laguna y Salar Piedra Parada



Fuente: Registro de campaña en terreno

Actividades ejecutadas en Campaña 3

Para la campaña 3, en términos generales, se puede señalar que los sitios prospectados fueron principalmente de Sistema de Salar y Lagunas Someras (Fotografía 1-11).

Dentro del primer sistema se identificaron diferentes subsistemas los cuales concuerdan con los sistemas y subsistemas descritos por CEA (2019).

Fotografía 1-11. Prospección de estaciones de muestreo Sector Norte Salar de Pedernales



Fuente: Registro de campaña en terreno

1.6. Dificultades presentadas al momento de ejecutar los trabajos

Campaña 1

Por dificultades meteorológicas, se debió suspender el muestreo el sábado 18 de febrero, debido a lluvias torrenciales que afectaron la zona, provocando cambios significativos en las características físicas y químicas del cuerpo de agua, así como por la activación de quebradas que destruyeron caminos de acceso. Adicionalmente, debido a la activación de quebradas, que originó aluviones al momento en que los equipos de trabajo retornaban a la ciudad de El Salvador, se perdió un set de botellas de vidrio que contenían muestras para análisis químico del agua de la estación 28 de la quebrada El Colorado. Esta estación fue la única muestreada en dicha zona, por lo que fue imprescindible repetir el muestreo en dicha estación. Por otra parte, al romperse la cadena de transporte, fue necesario volver a muestrear metales en el Salar de Pedernales sector Sur.

Otra dificultad presentada en la campaña fue la inexistencia de cuerpos de agua en algunos sectores, lo que afectó el muestreo limnológico y de caudales, en 8 de las 29 estaciones.

Campaña 2

Por fallas en el motor del vehículo utilizado en terreno, quedaron sin muestrear las estaciones del sector Norte del Salar de Pedernales y la Estación 28 de la Quebrada el Colorado, por lo que fueron reprogramadas para la siguiente campaña.

Campaña 3

No se registraron dificultades.

1.7. Medidas Ejecutadas para Realizar los Trabajos

Para las tres (3) campañas, se ejecutaron los trabajos bajo condiciones apropiadas y según lo establecido en el instructivo de “trabajo seguro” de Econativa Consultores.

1.8. Resultado de las Medidas Ejecutadas

Como resultado de las medidas ejecutadas, se destaca que las campañas ocurrieron sin accidentes ni incidentes importantes. Para la campaña 1 se activaron protocolos de seguridad cuando, por factores de salud y/o meteorológicos, se dificultó el muestreo. Para la campaña 2, se activaron protocolos por factores relacionados con fallas en equipamiento de movilización.

1.9. Actividades Pendientes

En la campaña 1, quedó pendiente para la campaña siguiente el monitoreo en once (11) estaciones de muestreo, correspondientes al Salar la Laguna, Salar Piedra Parada, y Sector Norte del Salar

Pedernales. Adicionalmente, fue necesario repetir el muestreo de la estación 28 en la Quebrada El Colorado.

Para la campaña 2, quedó pendiente el monitoreo en seis (6) estaciones de muestreo, las que correspondieron al Sector Norte del Salar de Pedernales, y la estación 28 en la Quebrada El Colorado. El muestreo en estas estaciones fue reprogramado para una nueva campaña.

Finalmente, en la campaña 3 se cumplieron todas las actividades programadas/pendientes.

1.10. Accidentes/Incidentes de Salud, Seguridad o Medio Ambiente

No ocurrieron accidentes ni incidentes importantes de Salud, Seguridad o Medio Ambiente en ninguna de las tres (3) campañas ejecutadas. Cabe señalar que, debido a un malestar corporal de unos de los profesionales en la primera campaña, se debió evacuar a uno de los integrantes del grupo, lo cual se realizó siguiendo los protocolos definidos para ello, sin mayores inconvenientes.

1.11. Elementos relevantes identificados

Campaña 1

Es posible indicar que, a primera vista, no se detectó la presencia de fauna íctica, lo que guarda relación con la alta salinidad encontrada para los cuerpos de agua, así como a otros factores relacionados a las condiciones de hábitat. Lo anterior, se condice con la ausencia de organismos piscívoros en el área de estudio.

Campaña 2

La estación L8 del Salar la Laguna se encontraba seca al realizar la prospección (Fotografía 1-12).

Fotografía 1-12 Estación L8



Fuente: Registro Campaña Terreno

Campaña 3

En el borde de las lagunas se observó una costra salina dura, que impidió registrar la presencia de invertebrados en los sedimentos de algunos puntos. No obstante, fueron tomadas muestras, estas no presentaron la presencia de organismos macroinvertebrados en las costras (Fotografía 1-13).

Fotografía 1-13. Costra salina en estaciones de salar pedernales norte. Estación L34.



Fuente: Registro Campaña Terreno

