Máximo Liberman

LA RIQUEZA NATURAL DE LA LAGUNA-SALAR PASTOS GRANDES

Estado de situación de la fauna y la flora



CEDIB
Centro de Documentación e Información Bolivia

PROYECTO EDITORIAL

LA RIQUEZA NATURAL DE LA LAGUNA-SALAR PASTOS GRANDES

Estado de situación de la fauna y la flora

CEDIB
Centro de Documentación e Información Bolivia

la libre
PROYECTO EDITORIAL

LA RIQUEZA NATURAL DE LA LAGUNA-SALAR PASTOS GRANDES
Estado de situación de la fauna y la flora

Autor:
Máximo Liberman Cruz

Corrección técnica y edición:
Marco Octavio Ribera Arismendi

Corrección de estilo:
Patricia Quiñones G.

Maquetación y edición gráfica:
Gabriel Luján Cornejo

Fotos:
Máximo Liberman Cruz

Editores:
LALIBRE Proyecto Editorial

Humboldt 1135, casi esq. Calancha

Tel. 591(4) 450 4199

Contacto: lalibre.libreriasocial@gmail.com

Cochabamba, Bolivia

Primera Edición: Febrero de 2025

Depósito legal Nº: 2-1- 6800-2025

ISBN: 978-9917-9760-5-9

El presente estudio y su publicación fueron posibles gracias al apoyo de:



Los contenidos del presente estudio son de responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso debe considerarse que reflejan los puntos de vista de las entidades que lo auspician.

CONTENIDO

1. **INTRODUCCIÓN** 13

2. **ASPECTOS FÍSICOS GENERALES DE LA REGIÓN (GEOLOGÍA, CLIMA, HIDROLOGÍA)** 15

2.1 Características de la Laguna-salar Pastos Grandes 16

2.2 La Laguna-salar Pastos Grandes como sitio Ramsar 18

3. **DIAGNÓSTICO DE LA VEGETACIÓN DE LA CUENCA DE LA LAGUNA SALAR-PASTOS GRANDES** 21

3.1 Identificación de las principales formaciones vegetales y ecosistemas de la zona de estudio 21

3.2 Colecta, identificación y descripción de las especies de ambientes xéricos y húmedos de la zona 22

3.3 Descripción de formaciones de vegetación y especies 24

3.4 Descripción del estado actual de especies de fauna identificadas de acuerdo a su grado de vulnerabilidad e identificación de especies en peligro de extinción 29

3.5 Identificación y caracterización de la fauna: riqueza de especies, abundancia relativa, historia natural y estado de conservación 29

3.6 Análisis matricial de valoración e identificación de formaciones de vegetación y especies de flora y fauna, consideradas como estratégicas y determinantes por su valor como indicadores de estado de conservación para las acciones de monitoreo 31

3.7 Identificación y descripción de las principales interacciones ecológicas y dependencias entre las especies de flora y fauna 36

4. **ANÁLISIS DE IMPACTOS Y AMENAZAS ECOLÓGICAS Y SOCIOAMBIENTALES** 39

4.1 La estrategia de intervención de Yacimientos de Litio Bolivianos para la explotación del litio y los recursos evaporíticos en la zona de estudio e impactos ocasionados ... 39

4.2 Potenciales impactos ecológicos y socioambientales en Pastos Grandes por la explotación del litio 41

4.3 Sistematización y jerarquización de los impactos ecológicos y socioambientales 42

5. **POSICIÓN Y DENUNCIA DE LA POBLACIÓN LOCAL Y EL PLANTEAMIENTO DE LA CONSULTA PREVIA E INFORMADA EN TORNO AL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DEL LITIO** 49

5.1 Pronunciamiento de las comunidades Mallku Villa Mar, Cerro Gordo, Copacabana y Alota sobre el proyecto del litio en Pastos Grandes 50

5.2 Aspectos de la consulta previa 51

5.3 Aportes del Estado y la sociedad civil al tema de la consulta 54

6. **CONCLUSIONES** 57

7. **RECOMENDACIONES** 59

8. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** 63

Anexos **73**

LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Mapa topográfico de la zona de la Laguna-salar Pastos Grandes en el sudoeste del departamento de Potosí (1971) 16

Figura 2. Proyección 3D de una imagen satelital de la cuenca de la laguna Pastos Grandes, en Nor Lípez 17

Figura 3. Mapa de ubicación de la Laguna-salar Pastos Grandes en el sitio Ramsar Lípez de Bolivia 18

Figura 4. Mapa de sitios importantes de vegetación en la cuenca de la Laguna-salar Pastos Grandes..... 23

Tabla 1. Lista de las especies de flora vulnerable y amenazada de Pastos Grandes y su área de influencia indirecta..... 31

Tabla 2. Lista de especies de fauna registradas en Mallku Villa Mar y los alrededores, municipio Kolcha K, Potosí 32

Tabla 3. Lista de las aves acuáticas registradas en las épocas húmeda (marzo de 2024) y seca (junio de 2024) en Mallku Villa Mar y los alrededores, municipio Kolcha K, Potosí 33

Tabla 4. Lista de las aves terrestres registradas en las épocas húmeda (marzo de 2024) y seca (junio de 2024) en Mallku Villa Mar y los alrededores, municipio Kolcha K, Potosí..... 34

Tabla 5. Terminología para categorizar especies de la biodiversidad con fines de conservación en la cuenca de la Laguna-salar Pastos Grandes, Nor Lípez..... 35

Tabla 6. Resumen de los impactos socioambientales..... 45

Tabla 7. Observaciones de los comunarios a la intervención de YLB y Uranium One Group en la laguna Pastos Grandes, entre 2023 y 2024..... 49

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. El puma (*Puma concolor*) 73

Fotografía 2. El puma 73

Fotografía 3. El gato andino (*Leopardus jacobita*) 73

Fotografía 4. El gato andino 74

Fotografía 5. El quirquincho (*Chaetophractus vellerosus*) 74

Fotografía 6. El quirquincho 74

Fotografía 7. La vizcacha (*Lagidium viscacia*) 75

Fotografía 8. La vizcacha 75

Fotografía 9. La vizcacha 75

Fotografía 10. El zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) 76

Fotografía 11. El zorro andino 76

Fotografía 12. Pintura rupestre en el sitio arqueológico Tomas Laka 77

Fotografía 13. La llama 77

Fotografía 14. Pintura rupestre en el sitio arqueológico de Tomas Laka 78

Fotografía 15. Los pastores de llamas y su ganado realizan un proceso de migración temporal estacional denominado trashumancia 78

Fotografía 16. Enormes canchones o corrales construidos con rocas de origen volcánico por los pastores de llamas 79

Fotografía 17. Vivienda de pastores de llamas en la cuenca de la laguna Pastos Grandes 79

Fotografía 18. Pastora de llamas, residente permanente en la cuenca de la laguna Pastos Grandes 79

Fotografía 19. Pareja de vicuñas (*Vicugna vicugna*) en las proximidades de la laguna Pastos Grandes 80

Fotografía 20. Familia de vicuñas pastoreando en las serranías queñual, en la cuenca de la laguna Pastos Grandes 80

Fotografía 21. Familia de vicuñas en la serranía de acceso a la laguna Pastos Grandes ... 80

Fotografía 22. Un grupo de unas 40 vicuñas macho pastorean en las serranías queñual, en la cuenca de la laguna Pastos Grandes. 80

Fotografía 23. El cóndor o mallku (*Vultur gryphus*) 81

Fotografía 24. Según los pastores, en estas montañas rocosas de la serranía queñual, de la cuenca de Pastos Grandes, denominadas las Torres, están los nidos de los cóndores 81

Fotografía 25. El suri o ñandú andino (*Rhea pennata*) 82

Fotografía 26. El suri o ñandú andino 82

Fotografía 27. Un suri en su nido. 82

Fotografía 28. Ganso andino o huallata (*Chloephaga melanoptera*) 83

Fotografía 29. Un grupo de huallatas 83

Fotografía 30. Huallata macho 83

Fotografía 31. Una pareja de huallatas observa desde un acantilado, en un sitio próximo a la laguna Negra. 83

Fotografía 32. El pato crestón (*Lophonetta specularioides*) 84

Fotografía 33. Una pareja de patos crestones 84

Fotografía 34. Bandada de patos crestones al noreste de la laguna Pastos Grandes. 84

Fotografía 35. El pato puneño o puna (*Anas puna*) 85

Fotografía 36. La gaviota andina (*Chroicocephalus serranus)* 85

Fotografía 37. El ibis puneño (*Plegadis ridgwayi*) 85

Fotografía 38. El jilguero de cara gris (*Sicalis uropygialis*) 86

Fotografía 39. La parina grande (*Poenicoparrus andinus*) 86

Fotografía 40. La parina grande 86

Fotografía 41. La parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) 87

Fotografía 42. La gallareta andina (*Fulica ardesiaca*) 87

Fotografía 43. La agachona grande (*Attagis gayi*) 87

Fotografía 44. El carachi 88

Fotografía 45. La lagartija (*Liolaemus moquardi*) 88

Fotografía 46. Bosque abierto de queñua (*Polylepis tarapacana*) a 4.800 metros sobre el nivel del mar. 89

Fotografía 47. Impresionantes troncos de la queñua 89

Fotografía 48. Detalle de las hojas de la queñua y de la corteza del tronco 89

Fotografía 49. Bosque de queñua, visto desde la ladera de exposición norte. 89

Fotografía 50. La yareta (*Azorella compacta*), en Pastos Grandes 90

Fotografía 51. Plantas de yareta de color gris explotadas 90
Fotografía 52. Yareta seca, lista para su venta a empresas que explotan boratos 90
Fotografía 53. Flores amarillas de la yareta, rodeadas de hojas pequeñas. 90
Fotografía 54. La tara thola (*Fabiana densa*) 91
Fotografía 55. Detalle de las ramas y las hojas de la tara thola 91
Fotografía 56. La chachakoma hembra (*Senecio nutans*) 91
Fotografía 57. La suphu thola (*Parastrephia lepidophylla*) 91
Fotografía 58. Ramas de la suphu thola 92
Fotografía 59. La suphu thola en plena floración al inicio de la estación invernal 92
Fotografía 60. La lampaya (*Lampaya castellani*) 92
Fotografía 61. Hojas y flores de lampaya 93
Fotografía 62. Promontorio de arena fina que se acumula en las lampayas 93
Fotografía 63. El kanlli (*Tetraglochin cristatum*) 93
Fotografía 64. Detalle del fruto del arbusto de kanlli 93
Fotografía 65. La muña muña (*Clinopodium bolivianum*) 93
Fotografía 66. Detalle de las flores blancas de la muña muña 94
Fotografía 67. El janqo o janqu tula (*Chersodoma jodopappa*) 94
Fotografía 68. El janqo tiene flores amarillas que luego cambian a café claro 94
Fotografía 69. La ñaka thola (*Baccharis tola*) 94
Fotografía 70. La añawaya (*Adesmia spinosissima*) 95
Fotografía 71. Detalle de la foto de la flor zigomorfa de la añawaya 95
Fotografía 72. El chiki chiki (*Pygnophyllum molle*) 95
Fotografía 73. *Pygnophyllum tetrastichum* 95
Fotografía 74. El pasto *Deyeuxia curvula* 96
Fotografía 75. Cumulopuntia 96
Fotografía 76. *Junellia seriphyoides* 96
Fotografía 77. Zona de la serranía queñual, en la cuenca de Pastos Grandes, ladera de exposición norte 96
Fotografía 78. Bofedal o humedal de pacu (*Oxychloe andina*) 97
Fotografía 79. El pacu (*Oxychloe andina*) 97
Fotografía 80. Detalle de las cápsulas del pacu 97
Fotografía 81. El pacu macho 97

Fotografía 82. Llamas en un bofedal de pacu 98
Fotografía 83. *Deyeuxia chrysantha* 98
Fotografía 84. La lima o zarcillo (*Myriophyllum quitense*) 98
Fotografía 85. Tallos largos, gruesos y de color rojo de la lima o zarcillo 98
Fotografía 86. El libro libro (*Lachemilla diplophylla*) 99
Fotografía 87. Graminea de la especie Cinnagrostis rigescens en medio de un bofedal de pacu 99
Fotografía 88. El khotal (*Frankenia triandra*) 99
Fotografía 89. El cojín de khotal forma una placa dura 99
Fotografía 90. Pastos dispuestos en semilunas de la gramínea *Deyeuxia* 99
Fotografía 91. La chilliwa (*Festuca dolichophylla*) 100
Fotografía 92. La alpasikhy (*Werneria pygmaea*) 100
Fotografía 93. *Gentiana sedifolia* 100
Fotografía 94. Mosaico de un bofedal de pacu 100
Fotografía 95. Los tallos de Cyperaceae de *Zameiocirpus muticus* 101
Fotografía 96. El manejo de los bofedales de pacu 101
Fotografía 97. El manejo de los bofedales en la cuenca de Pastos Grandes 101
Fotografía 98. El cocha pasto (*Ranunculus uniflorus*) 102
Fotografía 99. El manejo de un bofedal 102

PRESENTACIÓN

En 2021, el gobierno de Bolivia hizo una invitación internacional a empresas para que implementen la Extracción Directa de Litio (EDL) en tres salares: Uyuni, Coipasa y la laguna-salar Pastos Grandes. En 2024, amplió ese proceso a cuatro salares más. La aprobación de dos contratos con empresas extranjeras, el rechazo y las observaciones que expresaron múltiples actores y sectores de la sociedad generaron un importante debate público. Uno de los aspectos más discutidos fue el impacto ambiental.

Más allá de la diversidad de argumentos planteados, una idea a favor de los contratos debe llamar la atención: que con la explotación del litio se impactará una superficie y una dimensión reducida. Esta afirmación minimiza no solo los impactos, el área afectada y el agua consumida, sino también la importancia del entorno en el que se desarrollarán los proyectos. Por su carácter desértico, la región presenta hermosos salares y lagunas, cerros y planicies que pueden dar la impresión de que no albergan vida. Sin embargo, ese entorno de extremas condiciones —temperaturas de hasta 20 grados centígrados bajo cero, precipitaciones mínimas, alta exposición a radiación solar, vientos intensos, elevada salinidad— alberga a una relevante cantidad de especies de flora y fauna.

Estas especies se adaptaron durante cientos de millones de años a esas condiciones, muchas de ellas maravillas naturales con una alta potencialidad para generar descubrimientos científicos valiosísimos para la humanidad. Especies de fauna tan vistosas y únicas en el mundo como los flamencos o parinas, las vicuñas, las llamas, las vizcachas, los suris o ñandús andinos, los pumas, los zorros. Especies de flora tan increíbles como la yareta que puede vivir no solo cientos, sino miles de años o las especies que conforman los bofedales y almacenan agua convirtiéndose en elementos centrales y vitales de los ecosistemas en los que viven. También existen microorganismos denominados extremófilos, capaces de sobrevivir y desarrollarse en condiciones en las que ningún otro ser vivo podría hacerlo.

Esta riqueza de vida es la base fundamental para las comunidades que habitan en la zona y forma también parte del atractivo que convoca a decenas de miles de visitantes de todo el mundo a esa parte de Bolivia. Y es este tesoro natural que está en riesgo por las actividades mineras, incluidas las del litio. Las características particulares que permitieron la existencia de una gran diversidad de especies y de vida en ese entorno extremo hacen que estos ecosistemas sean más frágiles y vulnerables.

El informe retrata una parte de la riqueza natural de la Laguna-salar Pastos Grandes. Identifica, describe y clasifica las distintas interacciones entre las formaciones vegetales, los ecosistemas, las especies de la flora y la fauna representativas de la cuenca de la Laguna-salar Pastos Grandes, así como también, identifica y valora los potenciales impactos ecológicos y socioambientales derivados de la explotación del litio. Asimismo, brinda un estado de situación de la flora y la fauna, destacando las especies más vulnerables. En anexos, se muestra una pequeña porción de la belleza de estos ecosistemas.

Este salar es uno con poca intervención de actividades extractivas y, por sus dimensiones y características, visibiliza su gran riqueza natural. Por esta razón, este estado de situación es un aporte para mostrar su biodiversidad, contribuir a su conservación y despertar consciencia en la población boliviana e internacional para su protección.

CEDIB

1. INTRODUCCIÓN

En la cuenca de Pastos Grandes, Nor Lípez, departamento de Potosí, Bolivia, se desarrollaron, hace varios años, actividades mineras a mediana escala (extracción del boro y azufre). Los residuos generaron impactos en diversas zonas del salar y contaminaron el agua de los ríos y de la laguna-salar. En ese proceso extractivo, se utilizó la yareta, una planta considerada en peligro de extinción, como combustible para el secado y la concentración de los minerales.

Los salares son ecosistemas acuáticos de altura, estrechamente relacionados con las lagunas y los bofedales, y ambientes donde se concentra la mayor biodiversidad del sudoeste de Bolivia: existe una gran presencia de especies endémicas que no se encuentran en otras zonas del territorio boliviano. Los organismos que viven en las aguas, las salmueras, los sedimentos y otros hábitats asociados se adaptan a la vida extrema de estos entornos y se consideran claves para entender la evolución de las especies en condiciones extremas.

Los salares en la región de los Lípez, más las lagunas, los bofedales, las vegas y los ríos con los que se vinculan, son fuentes de agua y recursos para las comunidades indígenas que habitan la Puna semidesértica y la cordillera volcánica desde hace más de 11.000 años y fueron la cuna de las culturas precolombinas arcaicas ligadas con la domesticación de los camélidos. Las actuales culturas indígenas de esta región, relacionadas con los grupos étnicos lipi y chichas, siguen dedicándose hasta hoy a la ganadería de camélidos, principalmente de llamas, y a la agricultura de la quinua. Además, por la extraordinaria belleza de los paisajes andinos, se impulsó, en los últimos 40 años, el ecoturismo, que se constituye en una alternativa sostenible que ejerce una escasa presión sobre los ecosistemas.

Toda la región de la Puna semidesértica soporta impactos ambientales localizados. En las últimas cinco décadas, amplios sectores, denominados del intersalar, fueron fuertemente modificados por la agricultura a escala industrial de la quinua, lo cual también afectó a numerosos bofedales. En diversas zonas de los salares y las lagunas de esta extensa región, incluido Pastos Grandes, se explotó el boro (ulexita) y el azufre, aunque con impactos a baja escala. Las exploraciones y la explotación en fase experimental del litio en el salar de Uyuni, en los últimos 15 años, han ocasionado impactos severos en la parte sureste.

En años recientes, Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) inició una agresiva proyección para la prospección de reservas de litio, con expectativas de su explotación en salares importantes del sudoccidente de Potosí y del sureste de Oruro. Uno de estos salares, particularmente relevante por sus altas concentraciones de litio, es Pastos Grandes, que está ubicado al sur del salar de Uyuni y forma parte del espacio tradicional de la comunidad Mallku Villamar. YLB y la empresa rusa Uranium One Group, con la cual el gobierno ya firmó un convenio, empezaron acciones de movilización en este salar-laguna, con el fin de establecer accesos camineros e instalar un campamento. Esta primera incursión ya causó impactos ambientales y una creciente preocupación en la comunidad local y las estancias llameras cercanas. Además, se observó que no se informó a las poblaciones locales, que no hubo un proceso formal de consulta previa e informada y que tampoco se tomaron los recaudos ambientales necesarios, que habrían podido reducir o mitigar los impactos ocasionados.

2. ASPECTOS FÍSICOS GENERALES DE LA REGIÓN (GEOLOGÍA, CLIMA, HIDROLOGÍA)

Pastos Grandes se encuentra en la región de la Cordillera Occidental Volcánica y la Puna semidesértica del sudoccidente potosino. Su pasado geológico se caracteriza por una gran actividad volcánica de carácter efusivo y la conformación de numerosos conos volcánicos, mesetas de lava, acumulaciones de ceniza y roquedales de ignimbritas. Los conos volcánicos están aislados o agrupados y forman cadenas montañosas, que en algunos casos sobrepasan los 5.000 metros sobre el nivel del mar y se extienden hasta el límite fronterizo con Chile (Suárez, 1990).

El sudoccidente de Potosí corresponde a la llamada Diagonal de América del Sur, que también es como una zona de transición entre la circulación y los patrones de precipitación tropicales y extratropicales, estos se caracterizan por una extrema variabilidad y por cambios climáticos extremos en el pasado.

Según las condiciones climáticas actuales, en la región de Pastos Grandes, la precipitación media anual estimada es de 150 a 200 milímetros por año, es decir, se registra una condición de extrema aridez, calificada como semidesértica. Más al sur, a unos 200 kilómetros, en la laguna Colorada, la precipitación oscila en torno a los 70 milímetros por año (Molina, 2006). La escasa precipitación y el balance hidrológico negativo por la alta evaporación actual no explican la presencia de numerosas fuentes de agua en los denominados "ojos de agua" que fluyen durante todo el año.

Se calcula que un 70% de esa agua se pierde por sublimación a la atmósfera. Las esporádicas precipitaciones en forma de nieve que caen en el invierno se descartan como fuentes potenciales de alimentación de la napa freática en los estratos subterráneos. Además, las condiciones áridas modernas tienen poca relación con la recarga de los recursos hídricos subterráneos de la zona.

Varios autores, entre los que destacan Grosejan y otros (1995), señalan que esos recursos subterráneos se acumularon en la fase húmeda del lago Tauca al inicio del Holoceno, hace más de 8.500 años. En ese periodo, se calcula que las precipitaciones pluviales aumentaron, dando lugar a la formación de enormes lagos de agua dulce, cuerpos de agua que tenían hasta 70 metros de profundidad y permanecieron más de 1.000 años en ese nivel. Fueron condiciones favorables con abundante agua y recursos animales y vegetales.

Posteriores cambios climáticos, con épocas de extrema sequedad, condujeron al escenario árido a hiperárido actual. Durante ese periodo, las aguas de los lagos holocénicos se insumieron y favorecieron la recarga de las aguas subterráneas entre las rocas y los sedimentos subterráneos porosos volcánicos. Por ello, el desarrollo económico moderno, como el pastoralismo de llamas, el ecoturismo, la minería, y los hábitats naturales dependen actualmente de las reservas de las aguas fósiles, que se las cataloga como valiosos recursos no renovables de elevada vulnerabilidad (Morán, 2009). Las condiciones pasadas y presentes muestran una elevada sensibilidad de los ecosistemas altiplánicos, en los que pequeños cambios en las variables hidrológicas afectan a la provisión de agua para las poblaciones locales y sus medios de vida.

2.1 Características de la Laguna-salar Pastos Grandes

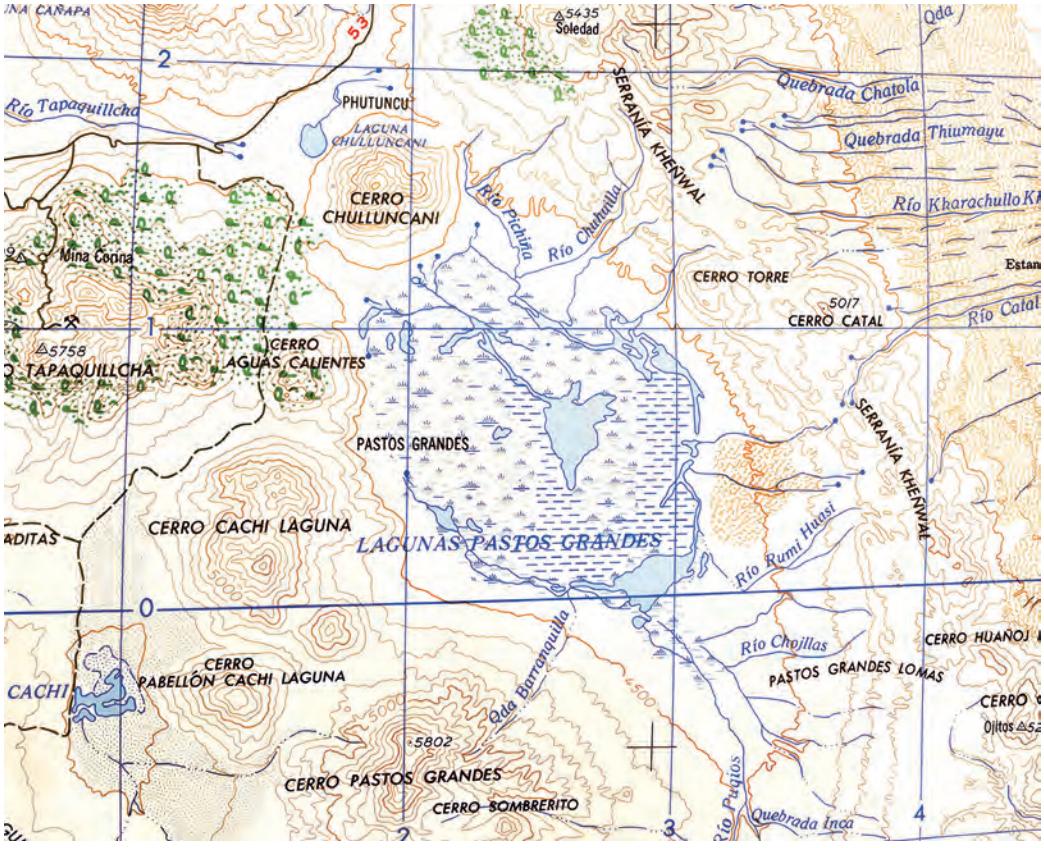
La Laguna-salar Pastos Grandes se ubica en el sudoeste de Bolivia, en Potosí, en la provincia Nor Lípez, una zona que conforma un cinturón de extrema aridez en la región altoandina, donde las condiciones climáticas cambiaron en los últimos 20.000 años y donde la vegetación y la fauna se adaptaron a un ambiente extremadamente difícil. De acuerdo con el mapa topográfico del Instituto Geográfico Militar (IGM) de 1970 (Hoja Cerro Cachi Laguna, Hoja 6028 IV), su altura media es 4.432 metros sobre el nivel del mar. Su superficie mide 119,36 kilómetros cuadrados y de la cuenca de drenaje, 631,36 kilómetros cuadrados. Se trata de una zona de montañas rocosas que alcanza en varios casos alturas por sobre los 5.000 kilómetros cuadrados, como los cerros Tapaquillcha, de 5.758 metros sobre el nivel del mar, Catal, de 5.017 metros sobre el nivel del mar, y Pastos Grandes, de 5.802 metros sobre el nivel del mar.

En el escenario geológico de la región y la zona de estudio, destacan depresiones que son cuencas cerradas y que, por efecto del arrastre de los sedimentos, dieron lugar a salares que contienen diversos minerales. Según YLB, esta zona posee las mayores concentraciones de litio de la región. Los pozos exploratorios en el salar Pastos Grandes (20 pozos) y Coipasa (46 pozos), explorados por la empresa nacional, indicaron la presencia de dos millones de toneladas de litio. Howard (1988), en sus apreciaciones iniciales, señala que, en Pastos Grandes, las concentraciones de litio alcanzan los 940 gramos por litro. Comparando este dato con el de otras cuencas salinas, son las más elevadas de la zona, lo que incrementa las proyecciones para la explotación a gran escala.

En la Figura 1, el plano topográfico del IGM, de 1971, de escala 1:250.000, Hoja SF 19-7, se ubican las montañas, el complejo de lagunas, el salar y las curvas de nivel, y se muestra la topografía típica de los conos volcánicos y las serranías.

Figura 1. Mapa topográfico de la zona de la laguna salar de Pastos Grandes en el sudoeste del departamento de Potosí (1971)

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM, 1971)

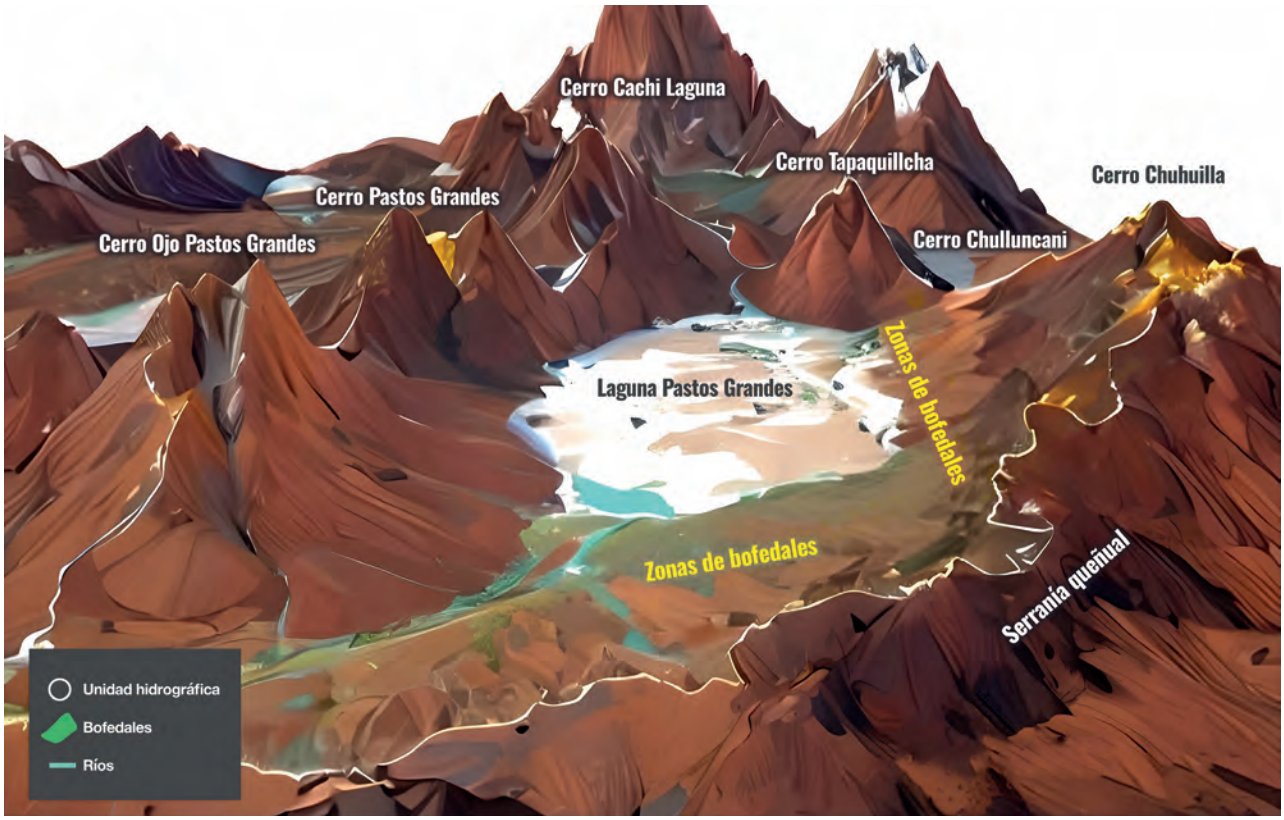


En la cuenca que rodea la Laguna-salar Pastos Grandes existen más de 42 cursos de agua dulce que bajan de las montañas y mesetas circundantes, y que se originan de un conjunto de fuentes (más de 60 vertientes, ojos de agua o puquios, manantiales y lagunetas de gran altura) permanentes que nacen entre los 4.500 a 5.100 metros sobre el nivel del mar. Este se relaciona directamente con las aguas subterráneas o aguas fósiles (Morán, 2009).

En su trayectoria, estos cursos de agua forman extensos y alargados bofedales que se desarrollan entre las quebradas de las laderas. Gran parte del año, los humedales altoandinos, manejados desde épocas remotas por las poblaciones indígenas locales, son sitios claves de alimentación de los rebaños de llamas y de varias especies de la vida silvestre. A partir de los conocimientos tradicionales vinculados con el manejo y la protección de los bofedales, también son considerados paisajes culturales.

En la Figura 2, resultado del análisis de una imagen satelital de la zona, se muestra la ubicación de la cuenca del área de estudio. La distribución espacial en tres dimensiones permite la identificación de los diferentes macizos volcánicos que rodean a la Laguna-salar Pastos Grandes.

Figura 2. Proyección 3D de una imagen satelital de la cuenca de Laguna-salar Pastos Grandes, en Nor Lípez



En la región circundante a la cuenca de Pastos Grandes (por debajo de los 3.900 metros sobre el nivel del mar, Alota, Turuncha, San Agustín, Mallcu Villamar), en décadas pasadas, se cultivó quinua a gran escala y con mecanización, para fines de exportación, lo que ocasionó impactos negativos en los bofedales de la Puna, por el arrastre masivo de los sedimentos y el enterramiento de los bofedales. Hacia fines de los años 90, la oportunidad comercial del cultivo intensivo de quinua para los pobladores locales y el deterioro de los bofedales significaron una reducción importante en la cría de llamas y el manejo de los bofedales.

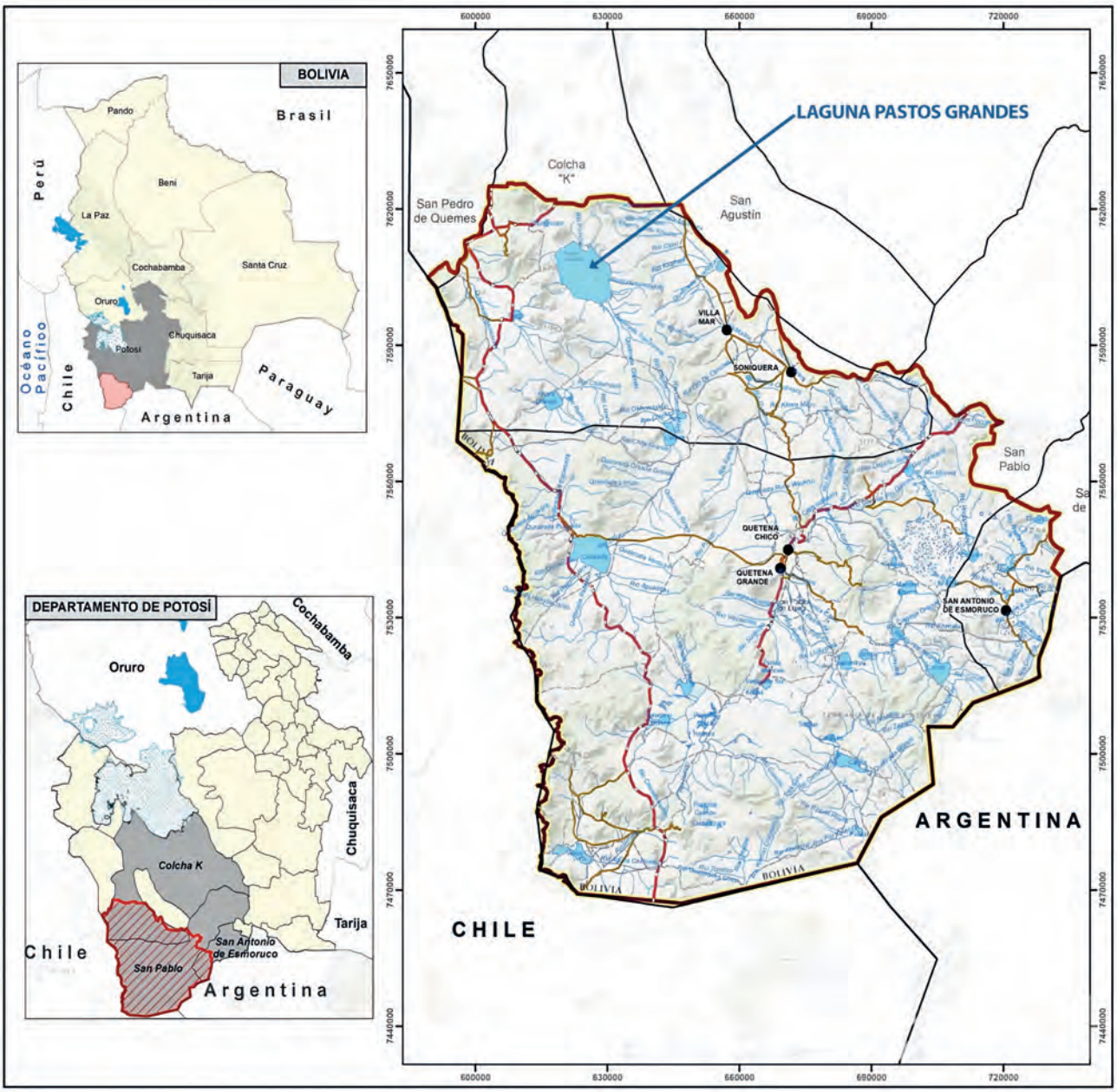
A esto se debe añadir que la sucesión de sequías severas en los últimos cinco años redujo de forma parcial el cultivo de quinua y tuvo efectos drásticos de desecamiento en los bofedales de toda la región. En la

serranía queñual, próxima al salar Pastos Grandes, la cual tiene exposición este y es un lugar de mayor humedad, se observan pequeños campos de cultivo de quinua. Es la única zona del entorno de la cuenca de estudio donde se desarrolla dicha actividad. Posiblemente, por efecto de aún mayores sequías debido al cambio climático, se reduzca el cultivo de quinua en el sudoccidente potosino y se dé una mayor propensión a recuperar la cría de llamas y el manejo de bofedales.

2.2 La Laguna-salar Pastos Grandes como sitio Ramsar

La Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) es un acuerdo internacional del cual Bolivia es signatario desde 1990 y a través del cual los países miembros designan y declaran sitios de especial importancia por la presencia de ecosistemas acuáticos de alta relevancia.

Figura 3. Mapa de ubicación de la Laguna-salar Pastos Grandes en el sitio Ramsar Lípez de Bolivia.
Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2023).



Son sitios Ramsar los humedales considerados de importancia internacional, es decir, que los servicios y recursos que brindan son relevantes para todo el mundo. Por ejemplo, las aves y los peces migratorios (que viajan de un lugar a otro cruzando fronteras) pasan gran parte de su ciclo de vida en estos sitios. La convención define de manera amplia a los humedales: cuerpos de agua, como lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos y salinas.

Bolivia cuenta con 11 sitios Ramsar reconocidos, varios de ellos están al interior de las áreas protegidas, como el sitio Ramsar Lípez, cuya superficie inicialmente estaba restringida al área de la laguna Colorada, pero fue extendida, desde 2009, a 1,5 millones de hectáreas, llegando a abarcar una gran parte de la región del sudoccidente de Potosí (Figura 3). De acuerdo a la Secretaría de Ramsar, comprende un complejo de lagunas endorreicas permanentes, salinas, hipersalinas y alcalinas, así como bofedales y humedales geotérmicos.

La Laguna-salar Pastos Grandes es parte de este sitio Ramsar, especial por su carácter único en el ámbito mundial, su elevada fragilidad ecológica, la protección de valiosas fuentes hídricas para la biodiversidad y las poblaciones locales, en una región casi desértica y con fuertes embates de los efectos del cambio climático. Se debe mencionar que, a pesar de su enorme relevancia, en ninguno de los sitios Ramsar de Bolivia, incluido el Lípez, el Estado impulsa acciones de manejo y control, y solo en aquellos que están dentro de las áreas protegidas realiza actividades de vigilancia y control regular. Por ejemplo, en cada uno de estos sitios, incluido Pastos Grandes, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua debió haber instalado letreros visibles mencionando la categoría del lugar, los objetivos de manejo y las prohibiciones más importantes.

3. DIAGNÓSTICO DE LA VEGETACIÓN DE LA CUENCA DE LA LAGUNA-SALAR PASTOS GRANDES

3.1 Identificación de las principales formaciones vegetales y ecosistemas de la zona de estudio

En el estudio, se identificaron las siguientes formaciones vegetales:

1. Vegetación en serranías rocosas de exposición norte y este. Comunidades de cojines de yareta (*Azorella compacta)* y árboles de queñua (*Polylepis tarapacana*). Principalmente, distribuidas en las serranías y cerros al noreste y este de Laguna-salar Pastos Grandes (cerros Chuhuilla, Torre y Katal y serranía queñual). Su ubicación en el mapa de vegetación (Figura 4) aparece con símbolos.
2. Pastizales o pajonales densos y esparcidos en todas las laderas de formaciones volcánicas desde los 4.300 metros hasta alturas superiores a los 5.000 metros sobre el nivel del mar (comunidad de ichu, *Festuca orthophyla*).
3. Matorrales o tholares. Se encuentran, sobre todo, en los accesos montañosos y planicies altiplánicas de origen volcánico, desde Mallku Villamar hasta Pastos Grandes:
   a) Comunidad de thola (*Parastrephia lepidophylla*)
   b) Comunidad de tara thola (*Fabiana densa*)
   c) Comunidad de lampayar (*Lamphaya castellani*) y thola (*Parastrephia lepidophylla*)

   Estas comunidades están distribuidas de manera dispersa, alternando con pastizales xéricos en las extensas laderas este y oeste de la laguna. En imágenes satelitales, no es posible diferenciarlas por las escalas poco adecuadas y la baja resolución de los pixeles.
4. Comunidad de bofedales o humedales altoandinos. Se ubican en el fondo de las quebradas de laderas de exposición oeste de la cuenca, y están relacionados directamente con los ojos de agua y manantiales de las partes montañosas altas, donde nacen los cursos de agua que alimentan los bofedales. Estos sitios se consideran claves y de la más elevada vulnerabilidad. En el mapa de vegetación (Figura 4), se destacan con color verde.
5. Comunidades de suelos salinos, ubicados a orillas del salar Pastos Grandes, mayormente en el noroeste de la cuenca.
6. En la vegetación acuática resaltan dos comunidades:

a) Totorales (*Schoenocleptus californicus var. tatora*), ubicados exclusivamente en la laguna Negra, en la parte baja del río Catal, en la vertiente este de la serranía queñual.
b) Macrofitas (*Myriophyllum quitensis*), viven en pozas de todos los bofedales con cursos de agua que fluyen hacia la laguna alar Pastos-Grandes.

3.2 Colecta, identificación y descripción de las especies de ambientes xéricos y húmedos de la zona

Como parte del estudio, se hicieron varios viajes de campo a la cuenca de la Laguna-salar Pastos Grandes y a la serranía queñual, zonas donde se identificaron diferentes formaciones de vegetación. También se visitaron cuerpos de agua para el conteo de la fauna. En la región de la cuenca de laguna salar, se observaron formaciones vegetales tanto en las laderas secas como en las planicies con formaciones arbustivas, pastizales y bofedales, y al este de la serranía donde se ubica el poblado de Mallku Villamar.

Se realizaron dos salidas a terreno: la primera, en marzo de 2024 (fin de la época de lluvias) y la segunda, en junio (periodo de invierno y época seca). El hecho de que solamente se visitó el lugar en dos oportunidades determinó que se hayan colectado muchas especies infértiles o estériles, por lo que su identificación tuvo limitaciones. Esta situación se subsanó en el Herbario Nacional de La Paz, donde hay colecciones que provienen del sudoccidente de Potosí, y la toma de fotografías de plantas no reproductivas, que permitió hacer una buena comparación, logrando un acercamiento suficiente a la flora existente en la cuenca de Pastos Grandes y las zonas circundantes. Se prestó especial atención a los bofedales, para identificar las especies dominantes y las acompañantes o secundarias. Se anotó también los valores de altitud, exposición e inclinación de los humedales y el grado de humedad.

La vegetación de los Lípez corresponde a la provincia puneña xerofítica (Navarro, 2011), que está entre los 3.700 a los 6.100 metros sobre el nivel del mar. En la región, la diversidad de especies decrece en sentido norte sur y de oeste a este (Navarro, 2011; García, 2001 y 2006).

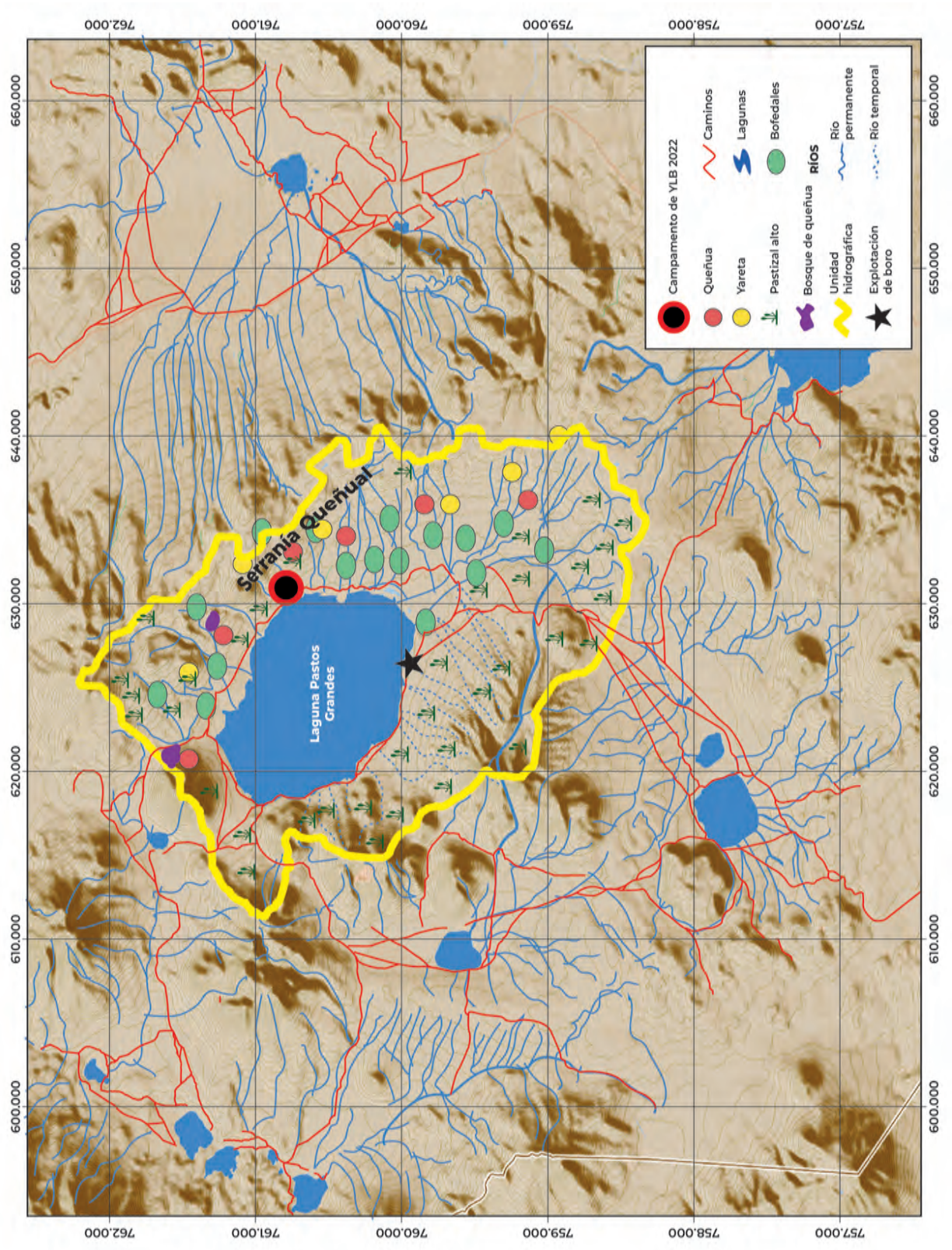


Figura 4. **Mapa de sitios importantes de vegetación en la cuenca de la Laguna-salar Pastos Grandes**

Las formaciones vegetales de la zona de Pastos Grandes, caracterizada por la reducida diversidad de especies y los valores de escasa cobertura vegetal, se relacionan con las condiciones de extrema aridez, bajas temperaturas, especialmente en las noches, y la alta salinidad de los suelos. Beck (1988) precisa que también se vinculan con la escasa humedad, la alta exposición a la radiación solar y las temperaturas bajas extremas gran parte del año.

Según García (2006), de plantas superiores, hasta 2006, en el sudoeste de Potosí, se tenían identificadas unas 187 especies repartidas en 29 familias y 72 géneros. Destaca la presencia de especies longevas y de crecimiento lento, como la yareta y la queñua. La morfología y anatomía de las plantas de esta extensa región se caracteriza por su hábito rastrero, tamaño reducido, hojas gruesas, presencia de resinas, pelos y estomas hundidos.

3.3 Descripción de formaciones de vegetación y especies

La Puna xerofítica andina de Bolivia contiene un elemento florístico propio o endémico importante, cuya óptima distribución y potencial centro de origen se ubica en el suroeste de Bolivia, en el noreste de Chile y en el noroeste de Argentina. Además, existen notables relaciones florísticas, principalmente a niveles taxonómicos de género y familia, con los altos andes mediterráneos del centro oeste de Argentina y del centro de Chile. Asimismo, presenta ecosistemas propios notables y diferenciales, como los tholares de *Parastrephia,* los bofedales de aguas mineralizadas o salobres, los ambientes salinos de los márgenes de los salares altiplánicos y la vegetación desarrollada sobre depósitos arenosos eólicos. La disminución de la vegetación, desde el norte de Oruro hasta la laguna Pastos Grandes en Potosí, alcanza un 80% de la abundancia de las especies y un 50% de la cobertura de la vegetación.

Vegetación en las serranías rocosas de exposición norte y este. Comunidades de cojines de yareta (Azorella compacta) y árboles de queñua (Polylepis tarapacana)

La yareta (*Azorella compacta*), parte de la familia Apiaceae, es una planta arbustiva que se asemeja a un cojín de color verde, tupido y duro, y crece pegada a las rocas. Tiene una raíz gruesa y leñosa en forma de un cono invertido, un follaje compacto con hojas diminutas y apretadas que se observan en la superficie, y su forma es estrellada. Sus hojas son triangulares y carnosas de un milímetro de ancho y uno de largo, con una disposición imbricada que constituye una estructura dura y masiva. Sus flores son pequeñas y amarillas, en umbrelas, que tienen una a cinco flores. Su fruto también es pequeño, ovoide con costillas. Además, produce una resina amarillenta, especialmente en época seca, que le proporciona un alto poder calórico y es muy demandada por sus cualidades medicinales.

Esta planta se encuentra en las altas montañas de la Cordillera Andina de Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Es típica de los ecosistemas de las altas cordilleras, con una distribución altitudinal entre los 3.800 y 5.200 metros sobre el nivel del mar. Es una de las plantas leñosas arbustivas que crece a mayor altura en el planeta, junto con el árbol de la queñua. Se caracteriza por tener en promedio unos dos metros de ancho por un metro de altura, aunque hay individuos que superan estas medidas. Es una planta de crecimiento extremadamente lento (<1,4 milímetros por año) y una de las especies más longevas que habita el planeta. Un cojín de yareta de cuatro metros de diámetro puede tener más de 5.000 años.

Los yaretales crecen principalmente en las laderas rocosas de las montañas con exposición norte y oeste. Su distribución es amplia, pero tiene poblaciones fragmentadas en el espacio andino y una elevada vulnerabilidad, causada por su sobreexplotación para uso como combustible en diversas operaciones mineras de la región cordillerana sur. Está catalogada como en peligro crítico (EN).

La queñua (*Polylepis tarapacana*) es un árbol de pequeño porte de la familia Rosaceae. En Bolivia, todas las especies del género *Polylepis* se encuentran en alto grado de amenaza por la extracción de leña, las quemas y la expansión de las tierras agrícolas. Este árbol puede crecer en forma de arbusto, encima de los 5.000 metros sobre el nivel del mar, en ambientes áridos a semiáridos, con un rango de precipitación anual

que va desde los 150 a 200 milímetros en la cuenca de Pastos Grandes hasta los 300 milímetros en el norte de la región cordillerana volcánica, donde se encuentra el nevado Sajama.

El clima en el cual habita se define como extremadamente frío, con heladas nocturnas todos los días del año, mayormente seco durante ocho meses y húmedo en verano. La queñua es una especie tolerante al congelamiento, entre -3 a -6°C en la época seca-fría y entre -7 a -9°C en el periodo húmedo-cálido. Las temperaturas de daño foliar oscilan entre los -18 y -23°C en verano e invierno. Recientes estudios indican que se adapta a las bajas temperaturas por la producción de líquidos anticongelantes que le permiten estar activo hasta -19°C.

Sus hojas son pequeñas, alternas, ovaladas de color verde oscuro en el anverso y grisáceas en el reverso, coriáceas con una cobertura resinosa densa en la cara superior y una capa densa de pelos cerosos amarillos en la inferior. También, son perennes, pero muchas de ellas se desprenden en invierno y se acumulan en gran cantidad al pie de las ramas y del árbol, con lo cual aportan materia orgánica valiosa al suelo, mejorando la retención de humedad y estimulando el ciclo de nutrientes, la renovación orgánica y la fertilización. El tronco y sus ramas están recubiertas de una corteza rojiza o ritidoma, que se descascara como papel y tiene el rol de resguardar al árbol de las heladas nocturnas.

En la cuenca de Pastos Grandes, se lo ubica, sobre todo, en las laderas de las montañas rocosas que tienen exposición norte y este (serranía queñual). Su crecimiento en zonas rocosas conforma microclimas particulares que posibilitan el crecimiento de comunidades vegetales acompañantes, caracterizadas por un alto número de especies.

Por lo mencionado, la queñua, la yareta y las diversas especies de tholas no pueden ser utilizadas, especialmente, como combustible, en ninguna de las fases de las potenciales operaciones mineras de explotación del litio (cocinas, braseros, estufas, etcétera).

Pastizales o pajonales. Comunidad de ichu (Festuca Orthophylla)

Son comunidades de vegetación xerofítica abierta y cespitosa, con dominancia de gramíneas en penachos dispersos. Tienen hojas aciculares, duras y punzantes, típicas de los géneros *Festuca y Stipa.* En general, están acompañadas por comunidades de vegetación de pastos pequeños y cespitosos que forman un césped bajo y discontinuo. Integradas por *Dischlis humilis y Muhlenbergia peruviana.*

En Pastos Grandes, los pastizales xerofíticos y cespitosos son la formación vegetal más grande y de mayor distribución en laderas y extensas planicies. Sobre los 4.600 metros sobre el nivel del mar, se observan pastizales abiertos con especies de los géneros *Festuca y Deyeuxia,* mezclados con cojines suaves de *Pycnophyllum molle* o de los duros y densos de *Junellia* aff. *Aretioides* (García e Hinojosa, 1990).

La gramínea dominante, *Festuca orthophylla*, crece en suelos arenosos, en pendientes no muy inclinadas formando semicírculos, como consecuencia de la acumulación de arena transportada por el viento. Esta comunidad se caracteriza por la presencia de gramíneas altas, favorables para la conservación del suelo y aptas para el ciclo de nutrientes, porque se acumula materia orgánica al pie de la planta. En zonas abiertas, actúa como rompevientos constituyendo un microclima particular.

Las especies más comunes que acompañan son *Pycnophyllum molle, Pygnophyllum tetrastichum, Werneria aretioides, Junellia minima, Deyeuxia curvula, Distichlis humilis* y *Calycera pulvinata.* Hay sitios con comunidades mixtas de pastizales y arbustos resinos. Es posible encontrar *Festuca orthophylla* y *Deyeuxia curvula* junto con *Baccharis boliviensis, Baccharis santelicis, Chersodoma jodopapa, Parastrephia lephidophylla, Parasttrephia lucida, P. philicaeformis, Adesmia spinosissima, A. patancama y Senecio nutans.* También se hallan cactáceas en cojín, como *Opuntia soehrensii*, endémica de la zona.

Matorrales o tholares. A) Comunidad de Parastrephia lepidophylla, B) Comunidad de Fabiana densa (tara thola), C) Comunidad de Lamphaya castellani y Parastrephia lepidophylla (lampayar)

Comunidad de *Parastrephia lepidophylla.* Esta formación recibe en la zona la denominación de suphu-tholar, matorrales arbustivos resinosos, típicos de paisajes de la Puna seca y la desértica. En algunos casos, ocupan extensiones reducidas en forma de manchones. En Catal, se observan extensos tholares sobre antiguas terrazas fluviales. Son lugares que tienen una cierta protección o son más abrigados. A esta planta, asociada con *Baccharis santelices, Fabiana densa, Adesmia spinosiissima, Festuca orthophylla,* se la ha encontrado a 4.200 metros sobre el nivel del mar. También es usada como forraje para el ganado camélido, representa el 12% de su alimento diario (Laura et al., 2003). Asimismo, es utilizada por las comunidades locales como principal fuente de leña para la preparación de sus alimentos. En algunas zonas del sudoccidente potosino, los tholares fueron afectados por la expansión de los cultivos de quinua. Se calcula que se requiere de unos siete años de terreno de descanso para que se recupere (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2012).

Comunidad de *Fabiana densa.* Conocida como tara thola, prospera en sitios bajos de las laderas con exposición norte, cerca de los salares. Los suelos donde crece son, en general, secos y arenosos en pendientes poco inclinadas. Se caracteriza por tener escasa cobertura de pequeñas hojas. En esta comunidad crecen como acompañantes *Ephedra andina, E. breana y Acantholipppia hastulata,* (García e Hinojosa, 1990; García, 2006). También la acompañan arbustos de *Parastrephia lepidophylla, Parastrephia quadrangularis y Baccharis santelices;* en el estrato bajo destacan las siguientes especies: *Muhlenbergia peruviana, Deyeuxia curvula, Tetraglochin cristatum, Chondrosum simplex y Muhlenbergia ligularis.* En algunos lugares, es afectada por el sobrepastoreo de ganado camélido, la extracción de leña y la erosión eólica.

Comunidad de *Lampaya castellani.* Es una formación de vegetación muy particular: planta endémica regional de la Puna de Bolivia y está catalogada como especie en peligro (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2012). En Pastos Grandes, los lampayares se encuentran en los caminos de acceso al salar, donde están acompañados por tholares de *Parastrephia lepidophylla,* situación por la que esta comunidad vegetal tiene alto grado de vulnerabilidad.

El lampayar es una formación característica por la presencia de material suelto en su parte basal, es decir, acumula arena fina entre sus tallos y raíces. Por esta función ecológica clave, fijador de arena, es bastante apreciado. En muchos lugares, prospera en zonas de extensas dunas de hasta tres metros de altura. En Mallku Villamar, fue fuertemente impactado por el cultivo de quinua mecanizado, que acrecentó el problema de la erosión eólica. La planta es utilizada localmente como medicina, tinte, fuente de combustible y forraje.

Comunidad de bofedales o humedales altoandinos. También denominados turberas andinas (*Andean peatlands*), son las comunidades vegetales más importantes por los servicios ecosistémicos que brindan y registran el mayor grado de vulnerabilidad de toda la cuenca de Pastos Grandes y el sudoccidente de Potosí. Son claves por su rol ecológico en el ciclo del agua y la provisión de servicios ecosistémicos claves, especialmente en una región semidesértica y bajo fuerte impacto del cambio climático. Son humedales esenciales, como reservorios y fuentes de agua dulce, pues actúan como esponjas que regulan las salidas o flujos de agua, por eso, son fundamentales, para la supervivencia de la vida y las poblaciones locales. Su relevancia también se relaciona con su rol en la mitigación del cambio climático, al ser reguladores de los microclimas locales, actuar como reservorios de carbono y participar en la captura de carbono de la atmósfera.

Son, además, unidades claves, caracterizadas por su alta fragilidad ecológica, muy susceptibles a degradarse incluso ante pequeñas perturbaciones. El funcionamiento ecosistémico de la región de Pastos Grandes, en la cual el agua es un recurso escaso, depende en buena medida de la presencia de los bofedales. Son de relevancia extremadamente crítica para la vida silvestre y soporte de los medios de vida local que giran en torno a la cría de los rebaños de llamas. Por ello, son vulnerables a las proyecciones de explotación minera de litio a gran escala.

El manejo tradicional de los bofedales depende de manera significativa de la pervivencia de los conocimientos tradicionales de los criadores de llamas, los cuales, además, de gestionar el agua, manejan el ganado y evitan las presiones del sobrepastoreo. En la cuenca de Pastos Grandes, los criadores locales mueven o migran sus hatos al final de la época húmeda, desde Pastos Grandes a Mallku Villamar, un recorrido de 60 kilómetros. Esta trashumancia dura unos seis a siete meses, periodo en el que los bofedales descansan del pastoreo. En septiembre y octubre, retornan, cuando los pastos y bofedales ya descansaron y recuperaron su productividad. En cuanto al manejo del bofedal, el trabajo de los pastores de llamas consiste en la conducción de los cursos de las aguas mediante canales que ellos mantienen durante el año, de tal forma que el bofedal es regado de manera uniforme y así se evita que se sequen otros sectores.

Una buena saturación de agua donde se encuentran las plantas hidrófitas disminuye el riesgo de sequía y el congelamiento. Una observación importante es el hecho de que las juncáceas más importantes en los bofedales (*Oxcychloe andina,* conocida localmente como pacu) son capaces de almacenar agua entre los cojines y las hojas. Esta característica determina que, a lo largo del año, las plantas que están a mayor altura proporcionan agua dulce a las que se ubican en las partes más bajas del bofedal, especialmente durante un periodo largo de sequía.

El pacu proporciona protección a las especies acompañantes, ya que sus hojas no son tan compactas y dan espacio suficiente para que se desarrollen. Las especies acompañantes se instalan después de que los cojines de pacu se formaron, ya que estos protegen a la planta acompañante en medio de sus hojas y le proveen un verdadero refugio en condiciones adversas. El pacu, la planta principal de los bofedales en Pastos Grandes, tiene semillas grandes que son consumidas por aves, pequeños mamíferos (roedores), llamas y, sobre todo, vizcachas.

En los bofedales de pacu se identificaron las siguientes especies acompañantes: *Deyeuxia velutina, Eleocharis cf. Atacamensis, Lachemilla pinnata, Gentiana prostrata, Lachemilla diplophylla, Ranunculus breviscapus, Ranunculus uniflorus.* Otra especie acompañante en el bofedal es el alga cyanophyta, *Nostoc commune,* organismo procarionte, autótrofo filamentoso que se encuentra en masas mucilaginosas y que es un fijador del nitrógeno, lo que contribuye a los procesos de mineralización. Esta planta se usa como alimento y bioabono (Cadima et al., 2005).

Según Ruthsatz (2012), todo el aprovisionamiento de nutrientes de los bofedales los obtiene de los minerales disueltos en las aguas que mayormente se originan en los ojos de agua de las montañas. Asimismo, son importantes los sedimentos finos y gruesos que son transportados por erosión eólica y los vientos. Estos sedimentos son atrapados por las hojas y los tallos de las plantas en cojín, como el pacu.

Las especies en cojín y sus acompañantes colonizan exitosamente el suelo mineral, desnudo, arenoso, de buen drenaje y cercano a la napa freática. El proceso de colonización de nuevos sitios es bastante óptimo si los cursos de agua son permanentes. En cursos de agua donde hay suficiente espacio, el pacu tiene la capacidad de colonizar el lugar en poco tiempo cambiando su morfología, incluso bloqueando el canal de agua; en muchos casos, estos cursos de agua fluyen por debajo las plantas y vuelven a aparecer metros más abajo.

El pacu es el principal componente de los bofedales del sudoccidente potosino, por su alta resistencia a las condiciones de aridez, a las bajas temperaturas y a la salinidad de las aguas. En efecto, tal como lo menciona Ruthsatz (2012), muestra cierta tolerancia a las concentraciones de sodio y cloro si se la compara con otras especies, como la *Distichia muscoides* y *Patosia clandestina,* típicas de los bofedales ubicados más al norte del salar de Uyuni. Entre las especies acompañantes y que son resistentes a la salinidad destacan *Gentiana prostrata, Lilaeopsis macloviana y Colobanthus quitensis.* Además, es una planta que tiene altos requerimientos de agua durante todo el año.

Cuando un bofedal se está degradando a causa de la sequía o por el desvío de los cursos de agua, se desarrollan y presentan en el sitio especies transicionales o ecotonos de fases más secas, como *Lachemilla*

pinnata, Carex marítima y Festuca. En general, los bofedales dependen poco de las lluvias de verano y su presencia se debe mayormente al aporte de las aguas dulces subterráneas o fósiles.

Comunidades vegetales de suelos salinos gramadales y khotales. Caracterizadas por la presencia del khotal (*Frankenia triandra*), especie que tiene hojas muy pequeñas, un crecimiento en cojín apretado, de porte bajo y de color oscuro (García, 2006). Los khotales se encuentran en llanuras aluviales con inundaciones frecuentes y en las riberas de los ríos que se desbordan en la época de lluvias y dejan acumulaciones salinas en la superficie durante el periodo seco. Las especies acompañantes en sitios donde se presentan altas concentraciones de sal en los suelos y cerca del borde de la laguna de Pastos Grandes son la *Junellia mínima, Atriplex nitrophiloide, Triglochin concinna, Sarcoconia pulvinata, Distichlis humilis.*

Vegetación acuática. A) Totorales (Schoenoplectus californicus var. tatora) B) Macrofitas (Myriophyllum Quitensis)

Los totorales de *Schoenoplectus californicus* var. *tatora* corresponden a una comunidad palustre casi monoespecífica de totora, con densas poblaciones de tallos emergentes erguidos, y viven en la zona litoral de lagunas de agua dulce poco mineralizadas. Sus raíces fijan a las plantas en el fondo de las lagunas. Se identificó su presencia únicamente en una pequeña laguna ubicada en la vertiente de exposición este de la serranía queñual. En invierno, la laguna se congela parcialmente por las bajas y extremas temperaturas.

La estancia más próxima es Catal y corresponde al registro de totora más meridional de la región altiplánica de Bolivia. Cobija a una importante cantidad de aves acuáticas andinas, está rodeada y protegida por enormes paredes de rocas volcánicas y se destaca por su gran belleza escénica, lo que la convierte en un recurso de especial relevancia para el ecoturismo en la zona.

Myriophyllum quitensis es una hidrófita de la familia haloragaceae que prospera en pequeños lugares de aguas someras, cauces o pozas donde se acumula agua lenta y acompaña ciertos sitios del curso de los bofedales. Son plantas sumergidas y enraizadas en el fondo de los cauces.

Especies amenazadas

Considerando el alto riesgo que enfrentan los diversos ecosistemas de la cuenca de Pastos Grandes, por el avance de un proyecto de explotación de litio a gran escala, es necesario plantear mayores acciones de colecta científica de flora, puesto que es posible que varias especies categorizadas como amenazadas en el sudoccidente de Potosí, en el *Libro rojo de plantas amenazadas de las tierras altas de Bolivia,* se encuentren en la cuenca de estudio. Algunas especies de la lista a continuación fueron descritas antes, como la *Lampaya castellani, Oxychloe andina y Parastrephia lepidophylla:*

Atriplex imbricta (Chenop)
Fabiana bryoides (Sol)
Hoffmamseggia minor (Leg)
Lampaya castellani (Verb)
Mutisia lanigera (Aster)
Oxychloe andina
Oxalys pycnophylla (Oxal)
Oxalis taorensis (Oxal)
Parastrephia lepidophylla (Aster)
Parastrephia treretiuscula (Aster)
Xenophyllum digitatum) (Aster)
Zameioscirpus atacamensis (Cyper)
Nototriche auricoma (Malc)
Trichocereus atacamensis (Cact)

3.4 Descripción del estado actual de especies de fauna identificadas de acuerdo a su grado de vulnerabilidad e identificación de especies en peligro de extinción

A pesar de sus rigurosas condiciones ambientales, el sudoccidente de Bolivia mantiene una interesante diversidad biológica única, que se caracteriza por el endemismo de plantas y animales. Además, alberga una comunidad de especies de aves de carácter único y muchas en estado de amenaza. Ya Vuilleumie identificó en 1969 en la Puna/altiplano 64 géneros y 153 especies de aves –48 endémicas y 21 casi endémicas–, 35 de ella especies migratorias, 30 de América del Norte y 5 de América del Sur que utilizan los humedales de la región (Osinaga y Martin, 2018).

Pese a que el altiplano sur de Bolivia es un área clave como hábitat para ciertos grupos de vertebrados, como los flamencos (Rocha y Quiroga, 1997), es notable la escasez de estudios ecológicos y de monitoreo de la fauna silvestre. Se conocen algunas investigaciones sobre los vertebrados en el altiplano norte y central (Sarmiento et al., 1996; Ergueta et al., 1997) y de otros grupos selectos como los mamíferos (Yensen y Tarifa, 1993; Tarifa y Yensen, 2001), las aves (Fjeldså, 1985, 1987a, 1987b, 1991; Rocha y Quiroga, 1997; Dupret, 2001; Fjeldså y Kessler, 2004) y los anfibios (Pérez, 1994, 2005; Lavilla y Ergueta, 1995).

En el capítulo, se analiza la presencia de los diferentes grupos de vertebrados por tipo de hábitat en Pastos Grandes y su área de influencia directa y se compara la diversidad de especies de vertebrados con la fauna de la Reserva Nacional de Fauna Andina Eduardo Avaroa (REA).

Metodología

Se realizaron dos visitas a los siguientes lugares de Pastos Grandes: laguna Negra en Catal, laguna Vinto, laguna Pastos Grandes y bofedal de Mallku Villa Mar. Una fue en marzo de 2024, a fin de la época húmeda, y la otra en junio del mismo año, periodo seco. En ambos viajes participó el especialista ornitólogo Omar Martínez.

La composición de la avifauna fue realizada mediante observación directa (con binoculares) y fue registrada por búsqueda intensiva en diferentes hábitats. Los mamíferos medianos y grandes (≥ a un kilogramo) fueron registrados a través de la exploración de evidencias indirectas (heces, huellas, pelos, cuevas y otros). Para complementar los inventarios, se efectuaron recorridos, en movilidad a marcha lenta, en áreas circundantes a la cuenca de Pastos Grandes. En otros casos, se caminó en sitios donde la accesibilidad de la movilidad fue imposible. También se hicieron barridos a partir de caminatas que cubrieron hábitats como roquedales, arbustales y terrazas fluviales con arroyos. Las entrevistas a los pobladores locales brindaron datos relevantes relacionados con la fauna silvestre, información histórica de los asentamientos y los patrones de uso de la tierra.

3.5 Identificación y caracterización de la fauna: riqueza de especies, abundancia relativa, historia natural y estado de conservación

Los reptiles estuvieron representados por una especie y los anfibios por dos. Las especies de anfibios son típicas del altiplano (*Bufo spinolosus y Telmatobius marmoratus*) y fueron colectadas en las márgenes del río que pasa por las proximidades de Mallku Villamar. Se observó una especie de lagartija (*Liolaemus moquardi*), colectada en las planicies próximas al campamento de YLB, entre los pastizales.

Las aves son el grupo con mayor riqueza de especies entre los vertebrados en Pastos Grandes y regiones aledañas, con 38 especies, distribuidas en varias familias, de las cuales 9 familias y 17 especies son aves acuáticas y 21 terrestres. El total incluye cinco especies amenazadas, el avestruz andino o suri (*Rhea pennata*), el flamenco andino o jututu (*Phoenicoparrus andinus*), el flamenco chico o chururu (*P. jamesi*), el flamenco austral o tococo (*Phoenicopterus chilensis*) y el cóndor (*Vultur gryphus*), y una considerada endémica de los Andes Centrales, la avoceta andina o caiti (*Recurvirostra andina*). Como amenazadas figuran, además, la *Fulica gigantea* y el playero de la Puna, *Phegornis mitchellii* (observado, en 2006, en

Mallku Villamar) (Martínez, et al., 2009). Los resultados de este trabajo realizado en los alrededores de la mina San Cristobal son muy similares a lo encontrado en Pastos Grandes, en 2024.

El suri (*Rhea pennata*), especie considerada casi amenazada (NT), fue registrado en varias oportunidades, a menudo estaba en pareja o en grupos de tres a cinco individuos, a veces eran seis u ocho. En una oportunidad (16 de marzo de 2024), en las proximidades de la Ciudad Italia, ubicada al oeste de Mallku Villamar, se observó un grupo familiar de diez individuos adultos. El cóndor fue registrado en la región, su población no es abundante y su número puede estar decreciendo. Martínez y otros autores (2009) reportaron grupos de cóndores en las serranías próximas a la mina San Cristóbal.

Los flamencos *Phoenicoparrus andinus* y *P. jamesi*, especies consideradas vulnerables (VU) y casi amenazadas (NT), respectivamente (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2024), fueron visitantes estacionales, a finales de la época húmeda (marzo). Pocos individuos o grupos reducidos (tres a cinco) de *P. andinus* fueron observados a lo largo del río Grande de Lípez, mientras que solo cinco individuos de *P. jamesi* fueron registrados en un lugar (en la laguna Chuan). *P. chilensis,* catalogada también como especie casi amenazada, fue la más común en el área de estudio (Martínez et al., 2022).

Tinamotis pentlandii, conocida localmente como kiula o perdiz, por el estridente canto que emite al volar (kiuuu-la), fue observada a menudo en grupos familiares de tres a nueve individuos. Contrariamente, Fjeldså y Krabbe (1990) la consideran escasa a poco común cerca de la unión de los territorios de Bolivia, Perú y Chile. *T. pentlandii* es un endemismo zoogeográfico de los Andes Centrales (Stotz et al., 1996; BirdLife International y Conservation Internacional, 2005). Aunque está catalogada como de menor riesgo (LC) (IUCN, 2008), localmente es considerada como una especie común.

Aves migratorias

Veinticinco especies de aves fueron inscritas en alguna categoría de migración (Anexo 3). Siete son migrantes boreales, seis de las cuales no se reproducen en Sudamérica (*Phalaropus tricolor y Tyrannus tyrannus*), solo *Falco sparverius* presenta poblaciones que se reproducen en el continente (Rappole et al., 1993), aunque no está incluida entre los migrantes boreales (BirdLife Internacional, 2006). Fuera de la zona de Pastos Grandes, en la laguna Thiu Khasa, en marzo de 1998, Martínez censó 44 individuos de *Phalaropus tricolor.*

Dieciocho especies son migrantes australes (por ejemplo, *Phoenicopterus chilensis, Muscisaxicola maculirostris*), de las cuales once (por ejemplo, *Oreopholus ruficollis y Geositta cunicularia*) no tienen un estatus migratorio definido en el país (Hennessey et al., 2003). Sin embargo, Martínez y otros autores (2009) observaron *Oreopholus ruficollis,* el 16 de marzo de 1998, en Cebadillas Pampa, cerca del cerro Yurak Khakha y de la estancia Yiska Chaña. En esa oportunidad, seis individuos se encontraban en una planicie con pastizales. *Pygochelidon cyanoleuca* es común en los márgenes del río Grande de Lípez. *Falco femoralis* fue encontrado como mascota en el pueblo antiguo de San Cristóbal. *Thinocorus rumicivorus y T. orbignyianus* fueron consideradas poco común y común, respectivamente, en el área de estudio, donde muchas crías fueron halladas, entre el 10 y 15 marzo de 1998.

Diez especies de aves son migrantes altitudinales (por ejemplo, *Lessonia oreas, Muscisaxicola rufivertex*). *Lessonia oreas* fue observada solo en las márgenes del río Grande de Lípez y *Muscisaxicola rufivertex*, en campos de cultivo en barbecho. Además, *Plegadis ridgwayi, Chloephaga melanoptera y Metriopelia aymara* son especies con movimientos estacionales. Pocos fueron los registros de *Chloephaga melanoptera* en hábitats ribereños y un individuo fue observado como mascota en Vila Vila (Martínez et al., 2009).

El reporte presentado es indicativo para numerosos sitios y sectores del sudoccidente potosino, varios de ellos notoriamente cercanos a la cuenca de Pastos Grandes, esto hace que se los considere como valiosos para la zona de estudio.

3.6 Análisis matricial de valoración e identificación de formaciones de vegetación y especies de flora y fauna, consideradas como estratégicas y determinantes por su valor como indicadores de estado de conservación para las acciones de monitoreo

Tabla 1. Lista de las especies de flora vulnerable y amenazada de Pastos Grandes y su área de influencia indirecta

Fuente: Con base en el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2012), Ergueta y Morales (1996) y la UICN (2019)

NOMBRE DE LA ESPECIE	FAMILIA	SITIO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Polylepis tarapacana	Rosaceae	Laderas rocosas exposición norte y este	Vulnerable (VU). Como fuente de leña y techo para viviendas.
Azorella compacta	Apiaceae	Laderas rocosas del norte	Vulnerable (VU). Como fuente de leña para la minería y la cocción de alimentos.
Lampaya castellani	Verbenaceae	Laderas y planicies, material o suelos finos	Vulnerable (VU). Como fuente de leña e indicadora de suelos arenosos inestables.
Parastrephia lepidophylla	Asteraceae	Planicies altoandinas, laderas rocosas	En peligro (EN). Como fuente de leña para la cocción de alimentos.
Parastrephia cuadrangulares	Asteraceae	Planicies altoandinas y laderas rocosas	En peligro (EN). Como fuente de leña para la cocción de alimentos.
Ombrophytum subterraneum	Balanophoraceae	Crece como parásita de los arbustos de thola en suelos arenosos	En peligro (EN). Cuando destruyen los tholares para cultivos de quinua son afectados.
Fabiana bryoides	Solanaceae	En serranías rocosas. Arbusto pequeño	Vulnerable (VU). Extracción de leña y sobrepastoreo.
Fabiana densa (lampaya)	Solanaceae	Planicies y laderas con acumulación de arena	En peligro (EN). Especie endémica. Impactos de la construcción de infraestructuras y la minería. Tala para leña.
Adesmia kieslingii	Leguminosae	Laderas rocosas	En peligro (EN) por el sobrepastoreo.
Aloysia fiebrigii	Verbenaceae	Laderas y planicies altoandinas	En peligro (EN). Arbusto medicinal, forraje para ganado.
Chuquiraga acantohylla	Asteraceae	Laderas montañosas	Vulnerable (VU).
Mutisia lanígera	Asteraceae	Acompaña a bosquetes y matorrales de queñua	Vulnerable (VU). Amenazada por pérdida de ecosistemas. Crece en bosquetes de queñua.
Oxalis tacorensis	Oxalidaceae	Habita en ecosistema altoandino	En peligro (EN) por el pastoreo y la extracción de minerales.
Oxalis pycnophylla	Oxalidaceae	Habita en ecosistema altoandino	Vulnerable (VU). Destrucción de su hábitat por la extracción de minerales.
Oxycloe andina	Juncaceae	Representativa y dominante en los bofedales	En peligro (EN) por la minería y el sobrepastoreo.
Patosia clandestina	Juncaceae	Fondos de valles húmedos, bofedales	En peligro (EN) por la minería y el sobrepastoreo.
Zameiocirpus atacamensis	Juncaceae	Fondos de valles húmedos, bofedales	En peligro (EN) por la contaminación minera y el pastoreo.
Atriplex imbricata	Chenopodia-ceae	En planicies forma cojines laxos	En peligro (EN).
Atriplex nitrophiloides	Chenopodia-ceae	En suelos rocosos forma cojines laxos	Casi amenazada (NT), especie forrajera de ganado camélido.
Chaetanthera sphaeroidalis	Asteraceae	Laderas montañosas	En peligro (EN).
Hoffmannseggia minor	Leguminosae	Planicies andinas, sitios salinos	Vulnerable (VU) en campos de cultivo de quinua.

Nota: Con color rojo, las especies clave para la línea base y plan de monitoreo.

Estas especies son estratégicas para el monitoreo de la fauna en Pastos Grandes.

Tabla 2. Lista de especies de fauna registradas en Mallku Villa Mar y los alrededores, municipio Kolcha K, Potosí

NOMBRE DE LA ESPECIE	DENOMINACIÓN	SITIO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Orestias Agassi, O. Ascotanensis	Peces (carachi)	Ríos y ojos de agua	Vulnerable (VU). Minería, amenaza por la contaminación de las aguas.
Liolaemus dorbigny	Lagartija	Planicies y sitios rocosos	Casi amenazada (NT). Estimación de Liberman.
Liolaemus moquardi	Lagartija	Planicies y sitios rocosos cerca del acceso a Pastos Grandes	Posiblemente amenazada.
Telmatobius huayra	Sapo alto andino	Humedales y fuentes	Vulnerable (VU) por la contaminación la minera y el cambio climático (Cortez, 2009).
Chinchilla chinchilla	Roedor chinchilla boliviana	En la Reserva Eduardo Avaroa se la vio en los últimos años. Posible presencia en en sitios alejados.	En peligro crítico (CR). Fue cazada, hasta casi extinguirla, por su valiosa piel.
Thylamys pallidior	Micromanífero marsupial (Didelphidae)	En zonas de roquedales	Posiblemente amenazada.
Puma concolor	Felino (puma)	Serranía queñual, alta montaña	Vulnerable (VU). Cazado por pastores para la protección de las llamas.
Leopardus Cololo	Felino (gato de las pampas)	Alta montaña andina, matorrales arbustos	Vulnerable (VU). Cazado por su piel que se utiliza para sahumerio.
Leopardus jacobita	Felino (gato andino)	Serranía queñual, alta montaña y bosques abiertos	En peligro crítico (CR). Perseguido por su piel para ceremonias y sahumerios.
Chaetophractus vellerosus	Mamífero (quirquincho)	Planicies, colinas y serranías arenosas	En peligro (EN). Cazado para la elaboración de charangos.
Lycalopex culpaeus	Zorro andino (*kamake*)	Serranías y alta montaña andina	Vulnerable (VU). Es cazado por pastores de llamas, por el ataque a crías.
Vicugna vicugna	Camélido silvestre (vicuña)	Alta montaña andina y bofedales	Casi amenazada (NT). En el pasado era cazado por su piel y lana.
Lama guanicoide	Camélido silvestre (guanaco)	Alta montaña andina y bofedales	En peligro crítico (CR). Cazado por su carne y piel. Podría estar presente en la Reserva Eduardo Avaroa.
Vultur gryphus	Ave andina (cóndor)	Serranías y alta montaña andina	Vulnerable (VU). Cacería para ritos folclóricos y el uso de plumas en fiestas.
Rhea pennata	Ave: suri o ñandú andino	Serranías y planicies andinas	En peligro (EN). Cacería por su carne y colecta de plumas y huevos.
Chloephaga melanoptera	Ave: ganso andino o huallata	Lagunas altoandinas y bofedales	En peligro (EN) por colecta de huevos.
Phoenicopterus chilensis	Ave *Phoenicopteridae*, flamenco chileno	Grandes lagunas altoandinas	Vulnerable (VU) por colecta de huevos. Contaminación del agua por la minería.
Phoenicopasrrus andinus	Flamenco o parina grande	Grandes lagunas altoandinas	Vulnerable (VU) por colecta de huevos. Contaminación del agua por la minería.
Phoenicoparrus jamesi	Flamenco de James	Grandes lagunas altoandinas y bofedales	Vulnerable (VU) por colecta de huevos. Contaminación del agua por la minería.
Fulica cornuta	Ave: soca cornuta	Lagunas altoandinas y bofedales	Vulnerable (VU) por colecta de huevos y la caza. Registrada en la Reserva Eduardo Avaroa.
Fulica gigantea	Ave: soca gigante	Lagunas altoandinas y bofedales	Vulnerable (VU) por colecta de huevos. Contaminación del agua por la minería.

Nota: Con color rojo, las especies clave para la línea base y plan de monitoreo.

Tabla 3. Lista de las aves acuáticas registradas en las épocas húmeda (marzo de 2024) y seca (junio de 2024) en Mallku Villa Mar y los alrededores, municipio Kolcha K, Potosí

FAMILIA/ESPECIES	NOMBRE COMÚN	REGISTROS POR ÉPOCA		HÁBITAT	EVIDENCIA
		HÚMEDA	SECA		
ANATIDAE (4)					
Chloephaga melanoptera	Huallata o ganso andino	x	x		O, F
Lophonetta specularioides	Pato real (kankana)	x	x	AID AII	O, F
Anas flavirostris	Pato pico amarillo (wislunka)	x	x	AII	O, F
Spatula puna	Pato puna	x	x	AII	O, F
PHOENICOPTERIDAE (3)					
Phoenicopterus chilensis	Flamenco austral (tococo)	x		AIDAII	O, F
Phoenicoparrus andinus	Flamenco andino (jututu)	x	x	AID	O, F
Phoenicoparrus jamesi	Flamenco chico (chururu)	x	x	AID	O, F
RALLIDAE (2)					
Fulica gigantea	Soka gigante	x	x		O, F
Fulica ardesiaca	Soka andina	x	x	AII	O, F
RECURVIROSTRIDAE (1)					
Recurvirostra andina	Avoceta andina o caiti	x			
CHARADRIIDAE (1)					
Charadrius alticola	Chorlito andino (acochullo)			AII	O, F
SCOLOPACIDAE (3)					
Calidris bairdii	Playerito común	x		AID AII	O, F
Phalaropus tricolor	Falaropo común (muyumuyu)	x		AII	O, F
Tringa melanoleuca	Playero patiamarillo mayor	x			O, F
THINOCORIDAE (1)					
Thinocorus orbignyianus	Puku-puku		x	Bo	O, F
THRESKIORNITHIDAE (1)					
Plegadis ridgwayi	Ibis de la Puna		x	Bo	O, F
LARIDAE (1)					
Chroicocephalus serranus	Gaviota andina (kelluala)			AII	O, F
	La taxonomía es según Remsen y otros autores (2024). Los nombres comunes de las aves siguen a Rocha y otros autores (2012). **Hábitat:** específico para aves acuáticas en cuerpos de agua del humedal principal (lagunas Pastos Grandes, Vinto y Catal, y humedales, como los bofedales del pueblo de Mallku Villa Mar y los ubicados alrededor de la laguna Pastos Grandes). **AID =** área de influencia directa del proyecto, incluyendo la zona pelagial de la laguna Pastos Grandes. **AII =** área de influencia indirecta en los alrededores de Villa Mar o zonas con roquedales y humedales en Catal y bosques de *Polylepis* al noreste de Pastos Grandes. **Bo =** bofedales o vegas altoandinas con alta productividad de gramíneas y ciperáceas. **Evidencia:** O = observado, F = fotografiado, V = vocalización detectada. Realizado con asistencia del ornitólogo Omar Martínez en el trabajo de campo.				

Nota: Con color rojo, las especies clave para la línea base y plan de monitoreo.

Tabla 4. Lista de las aves terrestres registradas en las épocas húmeda (marzo de 2024) y seca (junio de 2024) en Mallku Villa Mar y los alrededores, municipio Kolcha K, Potosí.

FAMILIA/ESPECIES	NOMBRE COMÚN (LOCAL)	REGISTROS POR ÉPOCA		HÁBITAT	EVIDENCIA
		HÚMEDA	SECA		
RHEIDAE (1)					
Rhea pennata	Avestruz andino (suri)	x	x	Tp	O, F
TINAMIDAE (1)					
Tinamotis petlandii	Perdiz puneña o kiula	x	x	Bl, Tp	O, F
COLUMBIDAE (1)					
Patagioenas maculosa	Torcaza	x			
THRAUPIDAE (5)					
Bubo virginianus	Búho americano- cornudo		x	Ro	O, F
FALCONIDAE (1)					
Phalcobenus megalopterus	Alkamary		x	Ro	O, F
FURNARIIDAE (4)					
Geositta punensis	Minerito puneño			Me	O
Cinclodes albiventris	Remolinera alas-crema	x	x	Bo	O, F
Cinclodes atacamensis	Remolinera castaña	x	x	Bl	O, F
Asthenes dorbignyi	Canastero común		x	Bo	O, F
TYRANNIDAE (4)					
Lessonia oreas	Negrito andino	x		Bo, An	O
Muscisaxicola maculirostris	Dormilona pico-corto (tayankallo)	x		Bo	O, F
Muscisaxicola cinereus	Dormilona cenicienta (tayankallo)	x	x	Bo, Bl	O, F
Muscisaxicola juninensis	Dormilona puneña	x		Bo	O, F
Muscisaxicola rufivertex	Dormilona coronada	x	x	Bo	O, F
HIRUNDINIDAE (1)					
Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina azul y blanco (siluri)	x		Bl	O, F
THRAUPIDAE (5)					
Sicalis olivascens	Jilguero verde-amarillento (wayra-pesku)	x		An, Po	O, F
Sicalis uropygialis	Jilguero rabadilla brillante (wayra-pesku)		x	An	O
Phrygilus atriceps	Semillero cabeza-negra	x	x	Me, An	O, F
Phrygilus dorsalis	Semillero lomo-colorado	x	x	Bo	O, F
Geospizopsis plebejus	Semillero serrano-plebeyo (chijta)	x	x	Me, Tp, Bl	O, F
Rhoposopina fruticeti	Semillero serrano-negro	x		Me, Tp, Bl	O

La taxonomía es según Remsen y otros autores (2024). Los nombres comunes de las aves siguen a Peña y Rumboll (1998) y a Rocha y otros autores (2012). **Hábitat:** específico para aves del altiplano y la Puna de los Andes de Bolivia: **Tp =** tholar-pajonal. Dominada por arbustos siempre verdes conocidos como tholas, nombre dado a especies de los géneros *Baccharis* y *Parastrephia* y también a una solanácea resinosa, *Fabiana densa,* arbustos de la Puna de suelos secos, mezclados con gramíneas en manojos, como *Festuca orthophylla* como dominante, **Me =** matorrales espinosos. **Ro =** roquedales en laderas rocosas o pedregosas, entre ellas matorrales o arbustos espinosos, como *Tetraglochim cristatum, Adesmia spinosissima y A. miraflorensis* y entre ellas a veces crece la yareta Azorella compacta. **Bo =** bofedales o vegas altoandinas con alta productividad de gramíneas y ciperáceas. **Po =** bosquetes de *Polylepis* y rodales dispersos. Presencia de queñua (*Polylepis tarapacana*). **Ml =** matorrales de lampaya. Esta vegetación actúa como estabilizadora de dunas o arenales, siendo dominante la lampaya (*Lampaya castellani*) y, por esto, se los denomina lampayales, combinada con *Parastrepha lepidophylla, P. lucida* y manojos de *Festuca orthophylla* y hierbas, como *Senecio dryophyllus y Hoffmannseggia minor.* **Bl =** bordes de la laguna Pastos Grandes y Catal. **An =** ambientes antrópicos (poblados y estancias). **Ea =** espacio aéreo. Aves vistas en pleno vuelo o percheando en cables y postes eléctricos. **Evidencia:** O = observado, F = fotografiado, V = vocalización detectada, M = individuo encontrado muerto, N = nido encontrado. Realizado con asistencia del ornitólogo Omar Martínez en el trabajo de campo.

Nota: Con color rojo, las especies clave para la línea base y plan de monitoreo.

Tabla 5. Terminología para categorizar especies de la biodiversidad con fines de conservación en la cuenca de la Laguna-salar Pastos Grandes, Nor Lípez

Fuente: Con base en Wildlife Conservation Society (WCS, 2001), Rumiz (2010), Sergio y otros autores (2008)

TÉRMINO O TIPO DE ESPECIE	DEFINICIÓN	FUNCIÓN DE CONSERVACIÓN	EJEMPLO DEL ECOSISTEMA ALTO ANDINO
Especie clave	Afecta a otras especies o procesos en el ecosistema de una manera desproporcionada (mayor que la esperadas según su abundancia).	Provee servicios ecosistémicos que mantienen patrones de biodiversidad y si desaparece, provoca cambios notables en la dinámica de la comunidad.	**Vicuña:** dispersor de semillas de cyperaceas en bodedales y gramíneas de planicies y quebradas. Llama: dispersor de semillas de bofedales y gramíneas de planicies xéricas.
Especie paraguas	Con grandes requerimientos espaciales y si recibiera protección suficiente en el área natural, se protegerían muchas otras especies.	Permite enfocar los esfuerzos de conservación de la biodiversidad en grandes extensiones.	**Puma:** máximo predador de la región montañosa andina. Perseguido por pastores de llamas. Casi extinto. El cóndor
Especie paisaje	Un grupo de especies focales seleccionadas con sistema de puntaje para ciertas características (usan grandes áreas y diversas, sufren evidentes amenazas, tienen importancia socioeconómica, se pueden estudiar y se complementan para cubrir el paisaje de interés).	Define unidades de manejo que son ecológicamente significativas, identificar dónde y por qué ocurren conflictos entre la gente y la conservación de los recursos, enfocar los esfuerzos en la resolución de conflictos, evaluar su efectividad y adaptarlos a las condiciones cambiantes en el tiempo.	Especies del paisaje alto andino: Animales: cóndor, puma, vicuña y tres especies de flamencos Vegetales: pacu, queñua y yareta
Especies focales	Un grupo de especies en el cual cada una sirve para definir atributos espaciales y de composición que deben estar presentes en un paisaje.	Enfoca los esfuerzos de conservación de la biodiversidad usando especies que se complementan para cubrir el paisaje de un sitio.	Peces: orestias Arbustos: tholas
Especie indicadora	Útil como un índice de atributos de otras especies o condiciones ambientales que son muy difíciles de medir.	Enfoca los esfuerzos de caracterización biogeográfica y ecológica. Evalúa el estado de conservación y monitoreo de los impactos.	Muy vulnerable a la cacería, como el puma
Especie centinela	Indicadora de la condición actual, por ser vulnerable a las alteraciones antrópicas del ambiente.	Detecta cambios en el funcionamiento de los ecosistemas de los bofedales, especialmente cuando falta el recurso hídrico.	La especie es el pacu
Especie icónica	Carismática que puede ser usada como símbolo central de acciones de conservación porque recibe interés y simpatía del público.	Enfoca campañas públicas y esfuerzos de recaudación de fondos.	Animales: vicuña Vegetales: yareta y queñua

Nota: Con color rojo, las especies clave para la línea base y plan de monitoreo.

Las clases mencionadas en la Tabla 4 no son excluyentes entre sí y, en algunos casos, los conceptos se superponen (especie focal y paisaje) o pueden ser diferentes (especie indicadora y emblemática). Esto causó cierta confusión, ya que, por ejemplo, en los grandes mamíferos como especies clave, paraguas o indicadoras no es posible diferenciar esos aspectos, porque, a la fecha, no se cuenta con pruebas experimentales que validen la denominación. La definición de especie bandera evidentemente es una herramienta para su conservación y se determinó que no corresponde a un concepto ecológico.

Un ejemplo típico sería la vicuña, animal silvestre que, en los años 60 del siglo pasado, estuvo casi extinta en el altiplano de Bolivia y ahora sus poblaciones se han recuperado. En Pastos Grandes, es una especie admirada por la población local y los comunarios de Mallku Villamar manifestaron que desean integrarse al grupo de comunidades que realizan un manejo sostenible de su fibra. La vicuña se convirtió en el símbolo de las campañas de concientización y conservación de la Reserva de Fauna Andina Eduardo Avaroa.

Una especie clave por sus fuertes interacciones con otros eslabones de la comunidad es el cóndor de los Andes, una de las aves más grandes del planeta que cumple un rol ecológico fundamental como carroñera, facilitando los ciclos de nutrientes en el ecosistema. Por su parte, las llamas y las vicuñas son especies de camélidos clave para la dispersión de las semillas de *Oxycloe andina*, planta cyperaceae que da lugar a los extensos bofedales de ladera y fondo del valle de Pastos Grandes. Por eso, se las considera especies indicadoras del estado de conservación de los humedales altoandinos.

Las especies paragua requieren grandes extensiones de tierra para existir de manera natural y funcionan como un canal para la conservación de todo el ecosistema asociado. Si la especie está bien, se asegura con ello que su entorno tenga buena salud, ayudando a seleccionar las reservas potenciales, definir el tamaño mínimo de las áreas de conservación y determinar la estructura y los procesos de los ecosistemas. Ejemplos de esta especie en Pastos Grandes son el puma y el zorro, porque regulan las poblaciones de los herbívoros.

Las especies paisaje son un tipo de especie focal que integra los conceptos básicos de los otros tipos de especies focales (banderas), cuyo análisis debe hacerse a escalas espaciales comparables con el uso del ambiente por los seres humanos en toda la cuenca de Pastos Grandes. Estas especies requieren áreas extensas ecológicamente diversas (paraguas), como bofedales, pastizales xéricos, matorrales arbustivos. Por esos requerimientos en espacio y tiempo, son particularmente susceptibles a la alteración humana de los paisajes silvestres.

Con fines del monitoreo y el establecimiento de una línea base, se consideran relevantes las especies paraguas, clave y paisaje. El estado de conservación de la fauna en Pastos Grandes podría ingresar en un nivel de mayor amenaza por la instalación de un gran proyecto de explotación del litio. La modificación y la manipulación de los ecosistemas y los hábitats fundamentales, como los bofedales, pondrían en riesgo a una elevada cantidad de especies de aves y mamíferos silvestres.

La presencia de un gran número de personal y motorizados son un factor de ahuyentamiento de la fauna en general y el tránsito de vehículos implica el riesgo de atropellamientos para diversas especies, como la vicuña, el puma, el zorro y las perdices. La construcción y la ampliación de accesos causan también la degradación de los hábitats clave para la fauna, por ejemplo, las vizcachas y muchas especies de aves. La incursión de YLB y la empresa rusa asociada ya generó importantes impactos por la construcción de accesos viales y un campamento, así como por la toma de agua de un bofedal próximo a la laguna, que muestra indicios de perturbación humana.

3.7 Identificación y descripción de las principales interacciones ecológicas y dependencias entre las especies de flora y fauna

Las interacciones y dependencias entre la flora y la fauna en ecosistemas altoandinos, como ocurre en la cuenca de la Laguna-salar Pastos Grandes, son complejas y fundamentales para su funcionamiento. A continuación, se presentan algunas de las interacciones y dependencias más importantes:

Interacciones entre la flora y la fauna

- **Polinización:** Muchas especies de plantas altoandinas dependen de los polinizadores, como las mariposas y otros insectos, además de aves, para reproducirse.
- **Dispersión de semillas:** Los animales, como los pájaros y los mamíferos, ayudan a dispersar las semillas de las plantas de alta montaña.
- **Herbivorismo:** Los herbívoros, como las llamas y vicuñas, y los roedores, como los ratones y vizcachas, se alimentan de las plantas altoandinas, pudiendo afectar la composición y estructura de la vegetación.
- **Depredación:** Los depredadores, como los zorros y los pumas, se alimentan de diversas especies de herbívoros, afectando a las poblaciones de especies presa y generando una dinámica de control.

Ejemplos de interacciones y dependencias en la flora y la fauna de alta montaña

Llamas y bofedales: Los bofedales proporcionan un hábitat adecuado para las llamas, ofreciéndoles refugio, alimento y protección contra los depredadores. Las llamas se alimentan de la vegetación de los bofedales, lo que ayuda a mantener la diversidad de especies y la salud del ecosistema. También dispersan las semillas de las plantas de los bofedales, como las del pacu, a través de sus heces. Esto permite que las plantas se propaguen y colonicen nuevas áreas. El estado de los hatos puede servir como indicador de la salud del ecosistema.

Fauna silvestre y queñua: Los bosquecillos de queñua, que crecen en zonas de roquedales, conforman un tipo de hábitat con microclimas excepcionalmente óptimos, que sirven como refugio de muchas especies de fauna silvestre ante el rigor climático y también son utilizados como sitios reproductivos, en especial por varias especies de aves. Los queñuales son usados como refugios por mamíferos, como el zorro, el puma, el gato andino (*Leopardus jabcobita*), muchas especies de aves, incluso por el cóndor en quebradas recodas altas.

Interacciones de depredación: El puma es un depredador generalista; sus presas suelen ser la vicuña, la vizcacha, la llama (generando un conflicto con los criadores, que en general lo cazan), el zorro y el gato andino. Es el depredador top de los andes. Los zorros son también generalistas y predan una amplia diversidad de especies, como roedores pequeños, vizcachas, perdices, patos y crías de llama en la época de parición del ganado.

Los mamíferos depredadores, como el puma, el zorro y el gato andino, ejercen un rol de controladores de las poblaciones de herbívoros, sean silvestres o domesticados, y también contribuyen en la interrupción de los ciclos de vida de los organismos patógenos y parásitos. Los roedores cavadores remueven y airean los suelos y roquedales mediante sus profundas cuevas y túneles, por ejemplo, las vizcachas, los armadillos o quirquinchos y pequeños roedores, lo que enriquece los suelos con nutrientes.

En resumen, la fauna altoandina de la cuenca de la laguna Pastos Grandes desempeña roles fundamentales en el ecosistema de la región andina y su conservación es imprescindible para mantener la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y las oportunidades económicas sostenibles y de bajo impacto, como el ecoturismo.

4. ANÁLISIS DE IMPACTOS Y AMENAZAS ECOLÓGICAS Y SOCIOAMBIENTALES

4.1 La estrategia de intervención de Yacimientos de Litio Bolivianos para la explotación del litio y los recursos evaporíticos en la zona de estudio e impactos ocasionados

En 2017, se creó la empresa pública YLB y, en 2023, firmó convenios con el consorcio CATL BRUNP-CMOC para la construcción de plantas de procesamiento, y, asimismo, con las empresas chinas CBC, Citic Guoan y la rusa Uranium One Group (firma de la Corporación Estatal Rusa de Energía Atómica denominada Rosatom One), con la visión del cambio de tecnología para la Extracción Directa de Litio (EDL) y la construcción de un complejo industrial para la producción de carbonato de litio. Sin embargo, la falta de información pública en torno a esos contratos dificulta el análisis (Mondaca, 2024).

A inicios de 2025, el tratamiento de los contratos con CBC y Uranium One Group, en la Asamblea Plurinacional, para su aprobación, dio lugar a un conflicto y rechazo nacional y diversos pronunciamientos. En uno de estos manifiestos, impulsado por el CEDIB, la Fundación Solón, Jubileo, la Fundación Milenio y el Club de Ginebra, se hicieron las siguientes observaciones a los contratos impulsados por YLB (Brújula Digital, 2025):

1. Los contratos y sus anexos presentados son incompletos, confusos e incongruentes. Su presentación dificulta una comprensión adecuada.
2. Las empresas contratadas no demostraron tener experiencia en el desarrollo de las tecnologías de Extracción Directa de Litio que pretenden implementar.
3. Los riesgos financieros irán por cuenta del Estado; YLB se compromete a devolver a las empresas extranjeras sus inversiones, costos recuperables y remuneraciones mediante la producción de carbonato de litio.
4. Incongruencia en los costos de inversión. La inversión para la planta de Uranium One Group por tonelada de carbonato de litio es 2,4 veces más alta que la de CBC, sin explicación clara.
5. Las proyecciones financieras de YLB están sobredimensionadas, con expectativas de precios del carbonato de litio que no se ajustan a los precios internacionales, lo cual genera serias dudas sobre la rentabilidad del proyecto.
6. Los costos finales de producción del litio son elevados y poco claros. El indicador de "costo de producción versus precio de venta" es excesivamente alto en comparación con los estándares internacionales y regionales.

7. Las cláusulas técnicas y financieras favorecen a Uranium One Group y CBC, minimizando sus riesgos y maximizando sus ganancias, incluso a costa de la rentabilidad que le correspondería a YLB.
8. Los contratos no incluyen de manera adecuada aspectos ambientales cruciales, como el origen y la sostenibilidad de la provisión de agua dulce, la energía utilizada, el manejo de desechos químicos e industriales y la potencial reinyección de salmuera residual dentro del salar.
9. Los contratos y sus anexos no contemplan la realización de procesos de consulta previa para obtener el consentimiento previo, libre e informado de los pueblos indígenas, a pesar de que los impactos sobre fuentes de agua tendrán lugar dentro de la TCO Nor Lípez.
10. El contrato con CBC impone penalidades elevadas para YLB, en caso de no cumplir con la provisión suficiente de salmuera residual.
11. Las condiciones de transferencia de tecnología con ambas empresas resultan desfavorables para el país.
12. Los contratos no mencionan el destino de los subproductos generados en las plantas, como potasio, boro, magnesio, sodio y otros, los cuales tienen un valor considerable en el mercado.
13. Los contratos imponen restricciones que dificultan un futuro incremento de las regalías mineras (3%) para el departamento de Potosí y los municipios productores.

En el pronunciamiento también se exige a la Asamblea Legislativa Plurinacional analizar de forma exhaustiva cada cláusula de los contratos y, con la gran responsabilidad que le corresponde, no aprobarlos hasta que todas las observaciones y cuestionamientos sean resueltos, precautelando así los intereses nacionales.

El proceso experimental de extracción del litio que se desarrolló en Uyuni, desde 2015, implicó el bombeo de salmuera natural desde el núcleo del salar y la evaporación de agua en las pozas de evaporación solar, donde la salmuera aumenta su concentración. Dicha concentración depende de la cantidad de agua de la salmuera. La cantidad de agua en la región del sudoccidente potosino (180-250 milímetros por año) y del salar de Uyuni es considerablemente más alta que la de los salares vecinos, como el de Atacama (<23 milímetros por año), además, tiene altas concentraciones de otras sales, lo cual hace que el proceso de evaporación de las salmueras y la limpieza de sales sean más prolongados y costosos.

Se estima que, para concentraciones promedio de 600 partes por millón de litio en salmueras, se evaporan alrededor de dos millones de litros de agua. Se alertó en varias oportunidades que la EDL podría ocasionar una disminución del nivel de agua subterránea de la cuenca del salar de Uyuni, produciendo un descenso en los bordes del salar y afectando potencialmente el funcionamiento y la biodiversidad de las lagunas y los bofedales asociados. La insuficiente experiencia de las empresas transnacionales, contratadas por YLB, en el manejo de la EDL implica el riesgo de que en el futuro podrían migrar a la tecnología de piscinas de evaporación u otra con relevantes consecuencias.

La Extracción Directa de Litio no requiere el empleo de grandes volúmenes de agua en comparación con la tecnología de piscinas de evaporación. Sin embargo, el uso de energía es mayor. La EDL es un proceso que consiste en separar el litio de los otros componentes de la salmuera (agua con concentración de sales de sodio, potasio, magnesio, que poseen los salares) a partir del uso de membranas osmóticas. Implica la extracción de salmuera y someterla a un pretratamiento para eliminar impurezas y facilitar el proceso de extracción. La salmuera pasa a través de una membrana osmótica adsorbente que capta el litio y se somete a un proceso de elución para liberarlo.

Posteriormente, el litio se purifica mediante procesos como la cristalización o la destilación; se seca y empaqueta para usos posteriores o su comercialización. A pesar de las supuestas ventajas, es una tecnología que recién está comenzando a ser utilizada con más incertidumbres que certezas. La EDL no requiere

evaporar salmuera como en las piscinas, eso hace que se acelere el tiempo de procesamiento y mejore el rendimiento.

No se sabe con exactitud si con el método de EDL se ahorrará agua para la extracción del litio, además, persiste el riesgo de contaminar con salmueras de desecho los acuíferos de agua dulce o menos salinos, lo que alteraría la composición original del suelo, el agua y la vegetación, ya sea por vertidos directos o por reinyección. Al respecto, es necesario probar si el proceso de reinyección es factible y si es menos impactante que desechar o acumular salmueras en otras zonas. Asimismo, aún no se conoce el proyecto final de explotación del litio ni el Estudio de Evaluación del Impacto Ambiental y ni está prevista la realización de la consulta previa e informada. Estas falencias fueron visibilizadas en los contratos a ser aprobados por la Asamblea Plurinacional.

Aunque a la fecha la explotación del litio en la Laguna-salar Pastos Grandes no se inició, es importante diferenciar dos hechos. Uno es la exploración por parte de YLB. Para ese propósito, se instaló un pequeño campamento que ya fue retirado, pero que causó los impactos más visibles hasta el momento. No se sabe exactamente cuándo se lo levantó, pero es probable que fue a fines de 2024. Las actividades de exploración se desarrollaron desde fines de 2022 hasta mediados de 2023 e implicaron perforaciones, la habilitación de una plataforma de ingreso en movilidad al salar, la construcción de caminos y tomas de agua, etcétera.

El segundo es el intento de Uranium One Group de instalar, en noviembre de 2023, un campamento más grande en otro lugar. Estas acciones de movilización de YLB y la empresa rusa vulneraron las normas ambientales del país, como la Ley de Medio Ambiente de Bolivia y sus reglamentos, la Constitución Política del Estado y el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, en lo que se refiere a la consulta previa de buena fe.

4.2 Potenciales impactos ecológicos y socioambientales en Pastos Grandes por la explotación del litio

En regiones áridas y semidesérticas, las variaciones en la disponibilidad de los recursos hídricos, por muy pequeñas que sean, pueden tener un efecto crítico en la dinámica de los ecosistemas y las actividades socioeconómicas de la población. Si a los impactos de las sequías recurrentes a causa del cambio climático y que ya están generando fuertes perturbaciones en la dinámica hidrológica de la zona se suman los procesos expoliativos que acaparan grandes volúmenes de agua, se pueden prever situaciones catastróficas. La reducción hídrica impacta en la frágil biodiversidad y los medios de vida de las poblaciones locales. Por ejemplo, amplios bofedales en Chile (Toconce y parte del salar de Atacama) se secaron por el impacto de la minería del litio.

Los mayores impactos y amenazas a los bofedales en Bolivia (también en Perú, Chile y Argentina) los ocasiona el extractivismo minero: a) devastación total de los bofedales por la explotación masiva y mecanizada del oro, tal es el caso de Apolobamba, en especial en Suches y Puyo Puyo; b) deterioro por la extracción de grandes volúmenes de agua para las operaciones mineras, tanto del bofedal como de las nacientes u ojos de agua, siendo el caso del litio el más evidente y con ocurrencia en diversas zonas de Chile y Argentina; c) otras operaciones mineras a baja y mediana escala, como la explotación del boro o azufre, ocasionan problemas de contaminación, el cambio de pH o la salinización por el vertido de residuos. Como ya se mencionó antes, los bofedales también pueden ser afectados indirectamente por el cultivo intensivo e industrial de la quinua o por el sobrepastoreo de los camélidos. Una amenaza creciente son los efectos de la desecación por el cambio climático. Con cambios menores en el suministro del agua a los bofedales, como por la explotación del litio, se produce una alteración dramática o una disminución de la cobertura vegetal y la biodiversidad. Los bofedales son extremadamente fundamentales para la vida de las poblaciones locales, en este caso para Mallku Villamar, y para las estancias dispersas en la zona que dependen de la cría de los camélidos, por tanto, su degradación por la extracción de agua puede significar un severo trastorno cultural. Por este riesgo, gran parte de la población rechazó el proyecto de explotación del litio en Pastos Grandes.

Un proyecto minero a gran escala que contempla la extracción de agua de las nacientes, ríos y bofedales ocasionaría una cadena de impactos, que empezaría por el deterioro de los bofedales y la afectación de las comunidades vegetales y de la fauna silvestre, con la desaparición de especies claves. La degradación de los bofedales se traduce en un impacto crítico sobre los hatos de llama, pues significa la pérdida de forrajes, lo cual conlleva afectaciones socioculturales en las poblaciones locales que habitan la TCO Nor Lípez y dependen de la cría de llamas. Alrededor de 30 familias de Mallku Villamar crían unas 3.000 llamas que se alimentan de forrajes naturales que crecen en los bofedales y pastizales xéricos.

El cambio climático y su conjunción con los fenómenos ENSO (Niño-Niña), en el sudoccidente de Potosí, causaron en los últimos diez años sequías extremas que desecaron muchos bofedales y cursos de agua, lo que ocasionó una elevada mortalidad del ganado camélido. De hecho, debido a esta situación extrema, la región, y en particular los bofedales, se convirtieron en elementos mucho más sensibles y frágiles, por lo cual es imprescindible fortalecer los mecanismos y acciones de prevención y protección.

Según la Cámara Empresaria de Medio Ambiente de la Argentina, que busca afrontar este reto con nueva tecnología (EDL), en la extracción por evaporación de salmueras se usa de uno a dos millones de litros de agua de salmuera por cada tonelada de litio y, para purificar esa misma cantidad del mineral, son utilizados alrededor de 140.000 litros de agua dulce, lo cual profundizó la huella ecológica de dichos emprendimientos mineros (Energy Report, 2023). La extracción de grandes volúmenes de salmuera desde el núcleo del salar altera el ciclo hidrológico, provocando la salinización del agua dulce, el secado de humedales y, potencialmente, la contaminación de la salmuera con agua dulce.

Los residuos sólidos del litio son un tema importante en la industria de este mineral, ya que su producción y procesamiento de este metal pueden generar residuos peligrosos que requieren un manejo y disposición adecuados. En la fase de explotación, residuos que pueden incluir los del procesamiento, como la arena y la grava; los químicos, como los que resultan en el proceso de lixiviación, y los residuos de materiales, como los que surgen del proceso de separación de minerales.

4.3 Sistematización y jerarquización de los impactos ecológicos y socioambientales

Un proyecto de explotación de litio a gran escala en la Laguna-salar Pastos Grandes implicaría diversos impactos ecológicos y socioambientales, tanto directos como indirectos, incluyendo los denominados efectos colaterales. Por ello, es importante jerarquizarlos de acuerdo a su magnitud, intensidad, afectación de ecosistemas o procesos ecológicos claves, recurrencia o temporalidad. De esta manera, será posible una priorización según su nivel de gravedad o urgencia, para así facilitar la atención diferenciada al momento de realizar acciones de monitoreo, control y toma de recaudos.

A continuación, se mencionan los principales impactos ecológicos y socioambientales previstos en la Laguna-salar Pastos Grandes por la implementación del proyecto de explotación del litio a gran escala, base para el planteamiento de acciones de monitoreo.

- Fase de explotación del litio. Extracción de salmueras de la laguna Pastos Grandes para la producción de carbonato de litio, con maquinaria pesada y camiones de alto tonelaje, vía extracción directa. Si bien es una posibilidad que con la tecnología de EDL se reduzca la cantidad de agua utilizada, aún existen riesgos de contaminación por los residuos de las salmueras desprovistas de litio, los cuales contienen minerales de descarte o reutilización, así como aguas residuales. A esto, se suma la acumulación de las membranas osmóticas (si es que son usadas) y su deposición final.

Se identifican los siguientes impactos de alto riesgo:

a) Extracción de grandes volúmenes de agua y el deterioro de los ecosistemas proveedores (los bofedales), de las nacientes y de los ríos asociados. Se impacta a la biodiversidad y a los medios de vida local, como el agua-forraje-llamas, base de la sobrevivencia de los pobladores

locales, y se provoca una severa afectación sociocultural y socioambiental al interior de la TCO Nor Lípez.
b) Construcción de vías de acceso a los sitios de extracción de salmueras con maquinaria pesada.
c) Extracción de grandes volúmenes de salmueras, afecta la dinámica de las aguas subterráneas y deteriora el paisaje.
d) Contaminación por el desecho de los residuos industriales (boro, magnesio, sodio), puede ocasionar cambios drásticos del pH en los cursos de agua o en las aguas subterráneas, tanto en los sitios de acumulación como por movilización en superficie o lixiviados al subsuelo. Efectos sobre la biodiversidad y el ganado camélido.
e) Ingreso de líneas de transmisión de energía: mortandad de aves por choque y afectación del paisaje.
f) Impactos indirectos, como los efectos de la toxicidad del litio (en el aire o en el agua), que implican la contaminación laboral, es decir, a los trabajadores de las plantas procesadoras, y la contaminación del ganado camélido y de la biodiversidad del entorno directo. La exposición a las partículas (polvo) del litio y de otros minerales en las diversas fases de procesamiento provocan malestar en las mucosas nasales, en las vías respiratorias (garganta, faringe, bronquios) y en los ojos, y cuadros de toxicidad aguda por la inhalación o ingesta de agua contaminada. Este es un elemento socioambiental crítico en el tema laboral y para la gente local, puesto que entre los trabajadores que contrate la empresa sin duda estarán los comunarios de la región.
g) Ingreso de una gran cantidad de técnicos y operarios.
h) Intensa contaminación acústica y afectación del paisaje sonoro natural.

- Continuidad de la fase de movilización y acondicionamiento de espacios a mayor escala que en las incursiones de movilización inicial. Implica la construcción de otras vías de acceso con uso de maquinaria pesada o la ampliación de las construidas. Posible construcción de una planta procesadora y de nuevos campamentos e infraestructuras. Captación de agua para los servicios de agua potable y probablemente conexiones eléctricas. Instalación de gran cantidad de trabajadores. Frecuente tráfico vehicular. Esta fase, que será previa al inicio de las operaciones industriales, podría durar hasta más de dos años.

Se identifican los siguientes impactos de alto riesgo:

a) Movimiento de tierras, alteración de sustratos y del paisaje-hábitat con el uso de maquinaria pesada. Deterioro de las formaciones de vegetación sensibles (lampayares, bofedales, cursos de agua, roquedales).
b) Vertido y acumulación de escombros en sitios sensibles. Alteración del paisaje.
c) Presencia de un elevado número de personas, emisión de residuos sólidos y acumulación desordenada de basura, especialmente de plásticos. Emisión de aguas residuales y contaminación de los lugares receptores de superficie o subterráneos. Aumento de la contaminación acústica.
d) Tomas o captaciones de agua de sitios sensibles, como los bofedales, los riachuelos o las lagunas, para los campamentos y las redes de alcantarillado. Impactos sobre los bofedales y los cursos de agua del entorno del salar-laguna y afectaciones a la biodiversidad y medios de vida local (agua-forrajes-llamas). Alteración de los flujos de drenaje natural. Instalación de tuberías. El uso del agua para estos fines puede ser significativo considerando la gran cantidad de personal requerido por YLB o por cualquier otra empresa extranjera.

e) Contaminación por aguas servidas, grises y negras, provenientes de los campamentos y otras instalaciones. Riesgo de vertidos irregulares en los cursos de agua, las lagunas o los bofedales. Vertido en pozos o piscinas no recubiertas, con riesgo de contaminación de las aguas subterráneas por fecalismo abierto. Aumento del riesgo por la falta de procesos de tratamiento. El volumen de los vertidos puede ser significativo considerando la cantidad de personal de la empresa. Cabe notar que ya se denunció, en la fase previa de movilización, la perforación de pozos (en 2022 y 2023) para depositar las aguas servidas sin ningún tipo de tratamiento.
f) Contaminación por residuos sólidos provenientes de campamentos u otras instalaciones. Si los residuos sólidos son depositados en rellenos sanitarios específicos, que carecen de revestimientos y de manejo de lixiviados, se contaminan las aguas subterráneas. Si el vertido es irregular o desordenado o el sistema de recojo es deficiente, se ocasiona la dispersión de la basura, en especial de los plásticos, en el entorno de la laguna-salar.
g) Eventual ingreso y alojamiento de personas ajenas, sobre todo, comerciantes (tiendas, fondas, pensiones, bares).

- Daños colaterales relacionados con la extracción de ciertos recursos vivos, incluida la caza furtiva o deportiva, que actualmente es ilegal (Decreto Supremo 4489). Estos impactos, eventuales o regulares, pueden afectar la vegetación local, como a la queñua, la yareta o las tholas, que pueden usarse como leña en la empresa, en las cocinas, las fondas o las pensiones o con fines de calefacción. También se impacta a la fauna, por ejemplo, con la recolección de huevos (perdices, huallatas) y la captura de crías de animales (zorros, suris, vizcachas, chinchilla, etcétera).
- Daños colaterales a la fauna silvestre (vicuñas, zorros, vizcachas, gato andino, suri) y ganado camélido por accidentes vehiculares (atropellamiento). Puede ocasionar impactos considerables por el incremento del tráfico vehicular, la mejora de los caminos y el aumento de las velocidades del tráfico vehicular.
- Quemas accidentales o inducidas que pueden derivar en incendios de los matorrales, los pastizales y los queñuales.
- Impactos socioculturales sobre la población local y regional.
    a) Considerando la gran cantidad de operarios y técnicos de la empresa, es posible el aumento del consumo de bebidas alcohólicas o drogas, de las reyertas, de la inducción a la prostitución y de los daños a menores.
    b) Encarecimiento y elevación de precios de los bienes y los alimentos de consumo local.
    c) Ausencia de la consulta previa e informada o su realización deficiente y de mala fe. Vulneraciones del derecho a la participación y renuencia a dar información o respuesta a denuncias o solicitudes.
    d) Acciones de cooptación y prebendalismo de dirigencias y poblaciones locales por parte de la empresa. Sistemas de extorsión para el acceso o permanencia en fuentes de trabajo. Debilitamiento de las organizaciones sociales de la región a favor de los planes de YLB.

Tabla 6. Resumen de los impactos socioambientales

FUENTE	MAGNITUD E INTENSIDAD PREVISTA	VALOR A SER AFECTADO	EFECTOS PREVISTOS (RIESGOS) Y SITIOS	TEMPORA-LIDAD	NIVEL DE PRIORIDAD
Fase de explotación del litio. Extracción de salmueras de la laguna Pastos Grandes para la producción de carbonato de litio (tecnología de EDL o piscinas de evaporación)					
Extracción de grandes volúmenes de agua de los ecosistemas proveedores	A gran escala e intensidad	Bofedales, nacientes y ríos asociados	Severa desecación de todo el bofedal o por tramos. Si la captación es en el ojo del sistema hidrológico, este colapsa por la reducción del caudal.	Permanente a lo largo del proyecto	MUY ALTO
Construcción de vías de acceso a los sitios de extracción de salmueras	A gran escala, intenso movimiento de tierras	Bordes del salar y sitios interiores	Elevado deterioro del paisaje, sobre todo, de zonas próximas, accesibles o con mayor concetración de salmueras.	Permanente a lo largo del proyecto	ALTO
Extracción de grandes volúmenes de salmueras con maquinaria pesada	A gran escala, intenso movimiento de tierras	Sitios interiores	Socavación de la superficie del salar y los accesos, con maquinaria pesada. Deterioro del paisaje.	Permanente a lo largo del proyecto	MUY ALTO
Contaminación por el desecho de los residuos industriales (boro, magnesio, sodio)	A gran escala y en relación con el procesamiento de las salmueras	Zonas frágiles en la periferia del salar	Contaminación severa por los minerales de descarte (que podrían ser recuperados). Cambio drástico del pH del agua y del suelo. Daños a la vegetación.	Permanente a lo largo del proyecto	ALTO
Ingreso de líneas de transmisión de energía: mortandad de aves por choque y afectación del paisaje	Elevada mortandad en épocas de mayor actividad de la avifauna	Especialmente crítica si las líneas se instalan cerca de los cuerpos de agua	Mortandad de aves que chocan contra las líneas de transmisión. Afectación general del paisaje.	Permanente a lo largo del proyecto	ALTO
Toxicidad del litio (en el aire, en las aguas y los suelos), contaminación laboral	A gran escala, en relación con la magnitud de extracción	Salud humana (trabajadores y técnicos). Vida silvestre	Instalaciones de procesamiento y a su alrededor.	Permanente a lo largo del proyecto	MEDIO
Ingreso de un gran número de técnicos y operarios	Elevada	Interior del salar, accesos, vías y zonas de servicios	Emisión de residuos, ruido e interferencia con la vida silvestre. Zonas de extracción, accesos y campamentos.	Permanente a lo largo del proyecto	ALTO
Contaminación acústica, afectación del paisaje sonoro natural	Alta	Interior del salar, accesos, vías y zonas de servicios	Perturbación de la vida silvestre. Zonas de extracción, accesos y campamentos.	Permanente a lo largo del proyecto	ALTO
Continuidad de la fase de movilización y acondicionamiento de espacios a mayor escala que en las incursiones de movilización inicial					
Movimiento de tierras para la construcción de vías e infraestructuras	A gran escala e intensidad	Suelos, roquedales, humedales, sitios sensibles (p.e. lampayares) y paisaje-hábitat	Severo deterioro de los suelos, de los roquedales, de la vegetación y de los cuerpos de agua por el uso de maquinaria pesada. Bordes del salar, accesos y zonas interiores previstas para el inicio de la extracción de salmueras.	Mayormente en la etapa inicial (primeros dos a tres años)	ALTO
Vertido y acumulación de escombros en sitios sensibles	A gran escala e intensidad	Sitios sensibles por su vegetación especial (p.e. lampayares)	Afectación de los suelos, de la vegetación, de los bordes del salar, de los alrededores de las vías y del entorno de las infraestructuras.	Etapa inicial	ALTO
Presencia de una gran cantidad de personas	A gran escala e intensidad	Paisaje sonoro natural	Emisión de ruidos y de residuos cerca de los campamentos, zonas de operación y accesos. Fecalismo en los alrededores de los sitios de operación.	Permanente a lo largo del proyecto	MEDIO

FUENTE	MAGNITUD E INTENSIDAD PREVISTA	VALOR A SER AFECTADO	EFECTOS PREVISTOS (RIESGOS) Y SITIOS	TEMPORA-LIDAD	NIVEL DE PRIORIDAD
Tomas o captaciones de agua para el uso en los campamentos e instalación de redes de alcantarillado	A mediana escala. Intensidad media	Bofedales, riachuelos, nacientes de agua	Reducción del caudal y deterioro de los bofedales, los riachuelos, las lagunas, incluso de las nacientes.	Permanente a lo largo del proyecto	ALTO
Contaminación por aguas servidas, grises y negras provenientes de los campamentos y otras instalaciones. Riesgo de fecalismo abierto	A mediana escala e intensidad	Bofedales, riachuelos, nacientes de agua, aguas subterráneas	Contaminación de los cuerpos de agua receptores y los suelos. Contaminación de los pozos de vertido y deterioro de las aguas subterráneas, sobre todo, en sitios no alejados del borde del salar y en las instalaciones.	Permanente a lo largo del proyecto	ALTO
Contaminación por los residuos sólidos provenientes de los campamentos y otras instalaciones. Riesgo de fecalismo abierto	Media a alta	Suelos en superficie, en especial si el vertido es disperso. Aguas subterráneas o superficiales	Contaminación de los suelos y los cuerpos de agua (escorrentía), aguas subterráneas por lixiviación de contaminantes, desde pozas o rellenos de deposición de residuos, en especial si no tienen recubrimientos. Deterioro del paisaje por la basura no recogida o por fecalismo abierto.	Permanente a lo largo del proyecto	ALTO
Eventual ingreso e instalación informal de personas ajenas, comerciantes (tiendas, fondas, pensiones, bares)	Media a baja	Entornos cercanos a las instalaciones foráneas	Contaminación por los residuos sólidos, aguas servidas, eventual fecalismo abierto. Expendio de bebidas alcohólicas, ruido.	Eventual, temporal o permanente a lo largo del proyecto	MEDIO A BAJO
Daños colaterales					
Daños colaterales relacionados con la extracción de ciertos recursos vivos	Media, puede aumentar de intensidad sin medidas de control	Zonas de queñuas o queñuales, yaretales, tholares	Deterioro de queñuales, tholares o yaretales, en zonas próximas a los campamentos o vías.	Eventual, puede ser recurrente si no hay control	MEDIO A ALTO
Daños colaterales vinculados con la fauna silvestre y el ganado camélido por accidentes vehiculares (atropello)	Alta, puede aumentar de intensidad sin medidas de control	Especies amenazadas: vicuña, suri, zorro, puma, perdices, vizcachas y ganado camélido	Mortandad de la fauna silvestre, en particular a lo largo de las vías más transitadas y que permiten aumentar la velocidad.	Mayormente eventual, puede ser recurrente si no hay control. Aumenta si no hay señalización de advertencia	ALTO
Quemas accidentales o inducidas, pueden derivar en incendios que afecten a la vegetación	Media a baja	Zonas de queñuas o queñuales, pastizales o tholares	Deterioro leve a severo de la vegetación, en especial de los queñuales, pastizales y matorrales resinosos (tholares).	Mayormente eventual, puede ser recurrente si no hay control	MEDIO
Impactos socioculturales					
Aumento del consumo de bebidas alcohólicas o drogas, de las reyertas, de la delincuencia, de la inducción a la prostitución y de los daños a menores	Media a alta	Población local de Mallku Villamar y otras de las cercanías	Daños culturales severos con consecuencias y secuelas de trastornos emocionales, cambios de conducta y cuadros delictivos, en particular en mujeres, jóvenes y adolescentes.	Eventual o por temporadas, puede tornarse crónico	ALTO

FUENTE	MAGNITUD E INTENSIDAD PREVISTA	VALOR A SER AFECTADO	EFECTOS PREVISTOS (RIESGOS) Y SITIOS	TEMPORA-LIDAD	NIVEL DE PRIORIDAD
Encarecimiento y elevación de precios de los bienes y los alimentos de consumo local	Media	Población local de Mallku Villamar y otras de las cercanías	Afectación de las familias de las poblaciones locales y estancias.	Permanente a lo largo del proyecto	MEDIO
Ausencia de la consulta previa e informada o su realización deficiente y de mala fe. Vulneración del derecho a la participación y renuencia a dar información y respuesta a denuncias o solicitudes	Alta, especialmente por antecedentes ya existentes y la aplicación de la Ley 535.	Población local de Mallku Villamar y otras de las cercanías. La TCO Nor Lípez en su integridad.	Generación de malestar y conflictos entre YLB y los pobladores u organizaciones locales. Riesgos de cooptación, de prebendalismo, de inducción a la división y conflictos internos de comunidades, dirigencias y organizaciones.	Especialmente crítica en la fase inicial	ALTA
Acciones de cooptación y prebendalismo de las dirigencias y poblaciones locales por parte de la empresa	Media a alta	Pobladores locales, dirigencias y representantes de las poblaciones u organizaciones	Manipulación y extorsión de los pobladores, a partir de proyectos, dádivas o trabajos que brinda YLB.	Permanente a lo largo del proyecto	ALTA
Afectaciones a la calidad de vida de los pobladores locales	Alta	Población local de Mallku Villamar y otras de las cercanías	Cambios de costumbres, de alimentación, mayor acceso monetario y tendencia a mayor consumo.	Permanente a lo largo del proyecto	ALTA

A continuación, se nombran los ecosistemas-formaciones de vegetación, los procesos ecológicos y las especies de flora y fauna susceptibles de mayores impactos y en los que se deberían centrar las acciones de monitoreo científico y comunitario:

- Bofedales, ecosistema-formación de vegetación de mayor fragilidad y más vulnerable. Soporte fundamental de la vida silvestre y de los medios de vida local-cría de camélidos.
- Ojos de agua, nacientes y cursos de agua-lagunetas, alimentadores de bofedales.
- Lampayares y tholares, matorrales de *Lampaya-Fabiana-Parasthrephia.*
- Queñuales y yaretales, comunidades emblemáticas y muy amenazadas.
- Aves acuáticas relacionadas con los bofedales: huallata (*Chloephaga melanoptera*), choka (*Fúlica gigantea*), playeros altoandinos y migratorios.
- Vicuña (*Vicugna vicugna*), grupos o tropillas dispersas en la cuenca, cercanos a los pastizales xéricos y bofedales.
- Suri (*Rhea pennata*), grupos reproductivos y familiares dispersos en la cuenca.
- Cóndor *(Vultur griphus*), muy escaso en la zona y perseguido por los criadores de llamas, a causa de los ataques a crías recién nacidas de las llamas. Caza vinculada con la ritualidad.
- Zorro (*Lycalopex culpaeus*), relativamente común en diversas zonas.
- Viscacha (*Lagidium viscacia*), común a rara, mayormente en zonas de roquedales y riscos.
- Puma (*Puma concolor*), especie furtiva y fugitivista, mayormente en zonas de roquedales y bosquetes de queñua.

5. POSICIÓN Y DENUNCIA DE LA POBLACIÓN LOCAL Y EL PLANTEAMIENTO DE LA CONSULTA PREVIA E INFORMADA EN TORNO AL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DEL LITIO

Para el informe, se hicieron varias entrevistas a comunarios pastores de llamas que viven en la cuenca de la laguna salar laguna Pastos Grandes, con el fin de conocer cuáles son sus observaciones a las intervenciones de YLB y la empresa Uranium One Group. La siguiente tabla resume su posición.

Tabla 7. Observaciones de los comunarios a la intervención de YLB y Uranium One Group en la laguna Pastos Grandes, entre 2023 y 2024.

OBSERVACIONES DE LOS COMUNARIOS DE MALLKU VILLAMAR Y ÁREAS ADYACENTES	REACCIÓN DE LOS FUNCIONARIOS DE LA EMPRESA YACIMIENTOS DE LITIO BOLIVIANOS Y URANIUM ONE GROUP
Presencia de funcionarios y técnicos de YLB en la laguna Pastos Grandes sin la autorización de la comunidad de campesinos de Mallku Villamar. Al inicio se planteó firmar un acuerdo entre los comunarios y YLB.	• Indicaron que, desde hace mucho tiempo, se conoce que el salar Pastos Grandes contiene un elevado porcentaje de litio. • Se requiere analizar muestras para conocer la concentración del litio en la zona. Desde hace varios años, investigadores de la universidad hicieron pruebas. • No se mostró a los comunarios los resultados de los análisis. • Tampoco se firmó un acuerdo entre YLB y los comunarios de Mallku Villamar.
El proyecto no cuenta con el Estudio de Evaluación del Impacto Ambiental para la explotación del litio en la laguna Pastos Grandes. Solicitaron a YLB que aclare cómo se utilizarán los recursos hídricos.	• En reunión con los comunarios, reconocieron que no tienen el Estudio de Evaluación del Impacto Ambiental, porque aún no se definieron los contratos con Uranium One Group. • Indicaron que se informaría sobre el uso de los recursos hídricos cuando el gobierno firme un contrato con Uranium One Group.
Se conoce que para cualquier proyecto de desarrollo se debe analizar la información sobre las diferentes actividades del proyecto y realizar una consulta pública ciudadana previa, en la que los técnicos expliquen cuáles son esas actividades.	• Cuando se confirmen los valores de concentración de litio, se harán las consultas públicas ciudadanas y se explicarán los alcances del proyecto. • Se realizaron reuniones informales entre los dirigentes de Mallku Villamar y los técnicos de YLB y Uranium One Group. • No se hizo la consulta pública ciudadana. • Explicaron informalmente los muestreos de agua que están realizando y la perforación en el medio de la Laguna-salar Pastos Grandes.

OBSERVACIONES DE LOS COMUNARIOS DE MALLKU VILLAMAR Y ÁREAS ADYACENTES	REACCIÓN DE LOS FUNCIONARIOS DE LA EMPRESA YACIMIENTOS DE LITIO BOLIVIANOS Y URANIUM ONE GROUP
Iniciaron la construcción del campamento de la empresa rusa, en el norte de la laguna Pastos Grandes; sin embargo, las comunidades de la región no autorizaron que lo construyan en el lugar seleccionado por la firma, por estar muy cerca de un curso de río donde se pastorea al ganado camélido (llamas y vicuñas). Prometieron contratar personal de región para que trabajen como ayudantes.	• Reconocieron que no tienen autorización para la construcción de infraestructuras. • La empresa rusa decidió trasladar los contenedores destinados al campamento donde se alojaban los técnicos de YLB. • El sitio inicial del campamento fue abandonado, no se hizo una conformación del terreno utilizado, quedaron excavaciones y promontorios de materiales. • Se conoce que YLB contrató obreros para el proyecto de explotación del litio. Contrataron un chofer y dos serenos. Solo trabajan los serenos que fueron replegados a la localidad de Llipi, próximo al salar de Uyuni, donde está el campamento principal. • En una oportunidad, la presidenta de YLB, Carla Calderón, manifestó a las autoridades de Mallku Villamar que ella es respetuosa del medioambiente.
Solicitaron que la base de operaciones en la laguna Pastos Grandes se ubique en el poblado de Mallku Villamar para facilitar las comunicaciones directas entre los comunarios y los técnicos del proyecto.	• No contestaron esta demanda. • Se sabe que todos los funcionarios de YLB y Uranium One Group se trasladaron al campamento de Llipi (personal y contenedores). • Se espera que con la aprobación del contrato en el Parlamento se regularizará la relación entre YLB y Uranium One Group.
Solicitaron que con recursos del proyecto se mejore el acceso a Mallku Villamar, ya que el actual camino es una senda no apta para vehículos y camionetas. La mejora del acceso ahorraría unas tres horas de viaje. Incluso los comunarios ofrecieron terrenos para que instalen sus oficinas en Mallku Villamar.	• No contestaron esta demanda. • Indicaron que el mejoramiento del camino debe ser ejecutado con recursos del gobierno.

5.1 Pronunciamiento de las comunidades Mallku Villa Mar, Cerro Gordo, Copacabana y Alota sobre el proyecto del litio en Pastos Grandes

A fines de 2023, representantes de las comunidades Mallku Villa Mar, Cerro Gordo, Copacabana y Alota, pertenecientes a los bofedales y la laguna Pastos Grandes, emitieron un pronunciamiento para manifestar su profunda preocupación por la explotación del litio en el salar y la amenaza sobre los bofedales circundantes. Este surgió de un debate comunitario en el que se discutió acerca de la importancia de los humedales (condición de sitio Ramsar) y los mecanismos de protección en el ámbito nacional e internacional y del comportamiento de las empresas en relación con el derecho de las comunidades locales a la consulta previa, libre e informada.

En el pronunciamiento, se rechaza el accionar de YLB y Uranium One Group, ya que incursionaron sin permiso en el sector de pastoreo de Pastos Grandes, además, se expresa el malestar por el ingreso de investigadores de universidades de Bolivia sin los respectivos permisos de la comunidad. Las comunidades exigen también el cumplimiento de su derecho a la consulta previa, libre e informada, el estudio de impacto ambiental y una adecuada entrega de información sobre la cantidad de agua que se utilizará, así como detalles del área de influencia del proyecto. El documento, que fue enviado a YLB para exigirle una respuesta, se transcribe a continuación:

PRIMERO:

Repudiamos el accionar de YLB, la empresa URANIUM ONE y las empresas contratistas en el sector de pastoreo de Pastos Grandes, por lo que EXIGIMOS respuesta a la nota enviada a YLB en fecha 22 de noviembre de 2023.

SEGUNDO:

> Cuestionamos el accionar de las universidades UMSA y UATF que han entrado a nuestro territorio sin pedirnos permiso y sin dar explicaciones claras, para hacer estudios sin tomar en cuenta nuestra opinión y nuestras necesidades por lo que enviaremos notas pidiendo explicaciones. En lo posterior no dejaremos entrar a ninguna empresa ni a nadie, mientras no exista información completa.

TERCERO

> Exigimos que se cumpla nuestro derecho a la consulta previa, libre e informada, por lo que pedimos que cualquier empresa entre a explicar a cada comunidad las ventajas y desventajas de la explotación, la cantidad de agua que van a usar y, sobre todo, nos den explicaciones sobre el área de influencia del proyecto del litio.

CUARTO

> Tomamos la decisión de profundizar el análisis con la base de nuestras comunidades e invitar a diferentes técnicos para que nos expliquen con mayor amplitud la misma información.

QUINTO

> Exigir que se entregue oportunamente la información sobre los estudios hidrogeológicos, estudios de evaluación de impacto ambiental y los estudios que sean necesarios de manera coordinada con nuestras comunidades y respetando nuestras estructuras de organización. Es dado en la comunidad de Mallku Villa Mar, a horas 16:45, del día 17 de diciembre de 2023, y en constancia firman todos los presentes. (OPSAL, 2023)

Como antecedente, en 2024, solo se llevó a cabo un par de reuniones técnicas en Mallku Villamar, en las que los técnicos de YLB y Uranium One Group explicaron a la población local generalidades del proyecto de explotación del litio. A los encuentros, se citó a algunos dirigentes y la convocatoria se la realizó en la sala de reuniones de la comunidad vía celular con dos días de anticipación. La presidenta de YLB, Carla Calderón, en compañía de un ingeniero de nacionalidad rusa, explicó los alcances del proyecto, del progreso que se traería a la región, pero no dio los detalles del proyecto, como el personal técnico requerido, la infraestructura, los beneficios y el uso de agua. Señaló que "YLB es respetuoso del medioambiente". En la primera reunión con YLB, los pobladores locales objetaron la instalación de un campamento de Uranium One Group al este de la laguna Pastos Grandes, cerca de un curso de agua.

5.2 Aspectos de la consulta previa

Es necesario indicar que en la situación potencial de explotación del litio en la Laguna-salar Pastos Grandes, la consulta pública a las poblaciones locales, como lo define el Reglamento de Prevención y Control, solo procedería en la fase inicial preliminar de información abierta al público. El mencionado reglamento, en su artículo 162, establece:

> En la fase de identificación de impactos para considerar en un EEIA [Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental], el representante legal deberá efectuar la Consulta Pública para tomar en cuenta observaciones, sugerencias y recomendaciones del público que pueda ser afectado por la implementación del proyecto, obra o actividad. Si en el EEIA no estuviese prevista la misma, la Autoridad Ambiental Competente procederá a someter el EElA a un periodo de consulta pública y a recabar los informes que en cada caso considere oportunos, antes de emitir la DIA (Declaratoria de Impacto Ambiental).

Dada la magnitud del proyecto de explotación del litio, en una región de excepcional valor natural y cultural, y parte de un espacio tradicional de los pueblos indígenas criadores de camélidos con data de ancestralidad, prevalece el derecho a la consulta participativa, previa e informada. Para precautelar este

derecho de los pueblos indígenas, existen diversas normas internacionales y nacionales de cumplimiento estricto.

El Convenio 169, de la OIT, ratificado por Bolivia, mediante la Ley 1257, dispone que los pueblos indígenas tienen el derecho "a ser consultados de buena fe, mediante procedimientos apropiados y a través de sus instituciones representativas, respecto de decisiones administrativas o legislativas, así como planes de desarrollo". En esta línea, en su artículo 32, la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, del 13 de septiembre de 2007, ratificado por Bolivia, a través de la Ley 3789, complementa que:

> Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por conducto de sus propias instituciones representativas a fin de obtener su consentimiento libre e informado antes de aprobar cualquier proyecto que afecte a sus tierras o territorios y otros recursos, particularmente en relación con el desarrollo, la utilización o la explotación de recursos minerales, hídricos o de otro tipo.

Tanto el convenio de la OIT como la declaración de las Naciones Unidas sostienen que el proceso de consulta se aplicará de manera previa, obligatoria, oportuna y de buena fe. La Constitución Política del Estado (CPE) de Bolivia confiere a los tratados y convenios internacionales un rango de máxima jerarquía y primacía en el ordenamiento jurídico de Bolivia.

En este sentido, dispone que "el bloque de constitucionalidad está integrado por los Tratados y Convenios internacionales en materia de Derechos Humanos y las normas de Derecho Comunitario, ratificados por el país" (artículo 410). Acerca de la consulta, indica que las naciones y pueblos indígena originarios campesinos tienen derecho:

> A ser consultados mediante procedimientos apropiados, y en particular a través de sus instituciones, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles. En este marco, se respetará y garantizará el derecho a la consulta previa obligatoria, realizada por el Estado, de buena fe y concertada, respecto a la explotación de los recursos naturales no renovables en el territorio que habitan (subrayado propio).

También establece, en su artículo 352, que la consulta a la población afectada por la explotación de los recursos naturales será libre, previa e informada y que "se garantiza la participación ciudadana en el proceso de gestión ambiental y se promoverá la conservación de los ecosistemas, de acuerdo con la Constitución y la ley. En las naciones y pueblos indígena originario campesinos, la consulta tendrá lugar respetando sus normas y procedimientos propios". Por ello, reconoce:

> La integralidad del territorio indígena originario campesino, que incluye el derecho a la tierra, al uso y aprovechamiento exclusivo de los recursos naturales renovables en las condiciones determinadas por la ley; a la consulta previa e informada y a la participación en los beneficios por la explotación de los recursos naturales no renovables que se encuentran en sus territorios; la facultad de aplicar sus normas propias, administrados por sus estructuras de representación y la definición de su desarrollo de acuerdo a sus criterios culturales y principios de convivencia armónica con la naturaleza. Los territorios indígena originario campesinos podrán estar compuestos por comunidades. II. El territorio indígena originario campesino comprende áreas de producción, áreas de aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y espacios de reproducción social, espiritual y cultural. La ley establecerá el procedimiento para el reconocimiento de estos derechos (subrayado propio). (artículo 40)

Otro elemento a considerar es que la consulta previa e informada para actividades hidrocarburíferas tiene como referente el Reglamento 29033 y sus versiones modificatorias. Dado que la extracción del litio se enmarca en las atribuciones y responsabilidades de YLB, que depende del Ministerio de Hidrocarburos,

la consulta previa e informada se basaría en las disposiciones específicas de dicho reglamento transcritas a continuación.

> Primer momento.- Fase para la licitación, autorización contratación, convocatoria y aprobación de las medidas, obras o proyectos hidrocarburíferos y antes del EEIA.
>
> Segundo momento.- Previa a la aprobación del EEIA e incorporación de los resultados de la consulta en dicho estudio.

1. La AC (Autoridad competente) convoca por escrito a las IR (Instancias representativas) del PI (Pueblo indígena), adjuntando toda la información pública de la AOP (Actividad, obra o proyecto), a una Reunión informativa preliminar (RIP).
2. La Reunión informativa preliminar (RIP) es organizada por las IR del PI, quienes definen lugar y fecha, lo cual se comunica por escrito a la AC, dentro de 10 días a partir de la respuesta a la convocatoria.
3. En la RIP, la AC presenta los alcances de la AOP a la IR del PI, y entrega toda la información disponible (plena, oportuna y veraz) en físico y digital.
4. La IR del PI, en coordinación interna con sus diversos niveles, elabora y presenta una propuesta escrita para la realización de la consulta (dentro de 10 días a partir de la reunión informativa).
5. La propuesta escrita contendrá un plan metodológico, cronograma de talleres y reuniones, asesorías requeridas, presupuesto que demandará todo el proceso de consulta.
6. La AC fijará una reunión en el área de influencia del proyecto, en un plazo no mayor a siete (7) días calendario, para analizar la propuesta y la contrapropuesta de la AC, a efectos de llegar a acuerdos y aprobar un acta de entendimiento que garantice la ejecución de la consulta.
7. En caso de que no se presente propuesta por parte de los PIO se convocará a una reunión conjunta para la elaboración de una propuesta.
8. El proceso de Consulta y Participación será financiado con cargo a la AOP hidrocarburífero. La AC en coordinación con el Ministerio de Hacienda, en un plazo de treinta (30) días y a través de una Resolución Bi-Ministerial, establecerá los mecanismos para garantizar la celeridad en el manejo de recursos financieros.
9. El proceso de consulta será ejecutado por la AC en coordinación con las IR de los PI, dando cumplimiento al acta de entendimiento suscrita.
10. La ejecución del proceso de consulta deberá cumplirse en los plazos establecidos en el acta de entendimiento, pero se prevé un plazo adicional de 3 meses para completar la totalidad del proceso.
11. Finalidad: Hacer conocer y contar con un criterio de las organizaciones susceptibles de ser afectadas, sobre aspectos generales de la AOP: los alcances, posibles impactos socioambientales, positivos y negativos, las posibles afectaciones a los derechos colectivos de los PI, tomando como base la información dada a la IR del PI.
12. Los resultados de la consulta concluirán con un documento de validación de acuerdos y un Convenio suscrito entre la AC y las IR del PI, previa aceptación y autorización expresa de las comunidades.
13. Este documento de validación de acuerdos, recogerá la posición, observaciones, sugerencias, complementaciones y recomendaciones concertadas por los PI.
14. Las observaciones, sugerencias, complementaciones y recomendaciones concertadas, en la consulta, deberán ser consideradas como criterios fundamentales para la elaboración y aprobación del EEIA analítico integral de la AOP.

15. A solicitud de la IR del PI, la AAC podrá iniciar proceso administrativo a la empresa consultora ambiental encargada de elaborar el EEIA Analítico Integral y al representante legal de la AOP, cuando no se incorporen debidamente los resultados del proceso de consulta y participación.
16. La AAC no emitirá la Declaratoria de Impacto Ambiental y Licencia para la AOP, si se verifica la no incorporación los resultados del proceso de consulta para la elaboración y aprobación del EEIA analítico integral.

El proceso de consulta será nulo en caso de incumplimiento de los requisitos y condiciones establecidos en el presente reglamento y en particular, cuando:

- La información o parte de la misma presentada por la AC fuere falsa o contradictoria.
- La consulta fuera realizada alterando totalmente el procedimiento establecido en el presente reglamento.
- El proceso de consulta y participación sea realizado sin considerar el acta de entendimiento suscrita.
- La firma del convenio de validación de acuerdos fuere lograda por presión, amedrentamiento, soborno, chantaje o violencia y no cuente con el acuerdo mutuo.

El consentimiento libre, previo e informado es otro aspecto fundamental relacionado con la consulta previa. La Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, del 13 de septiembre de 2007, refrendada por la Ley 3760 (de noviembre de 2007), por tanto, de carácter vinculante, establece los siguientes mandatos:

> Artículo 19: Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por medio de sus instituciones representativas antes de adoptar y aplicar medidas legislativas o administrativas que los afecten, a fin de obtener su consentimiento libre, previo e informado.
>
> Artículo 32: Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por conducto de sus propias instituciones representativas, a fin de obtener su consentimiento libre e informado antes de aprobar cualquier proyecto que afecte a sus tierras o territorios y otros recursos, particularmente en relación con el desarrollo, la utilización o la explotación de recursos minerales, hídricos o de otro tipo.

A pesar de su gran importancia, en los últimos 15 años, el consentimiento libre e informado fue poco aplicado en Bolivia, especialmente por la renuencia del gobierno a dar la debida atención a todos los temas relacionados con la consulta a los pueblos indígenas.

5.3 Aportes del Estado y la sociedad civil al tema de la consulta

En lo referido a la consulta sobre actividades en el sector hidrocarburífero, en 2016, el Centro de Estudios Jurídicos e Investigación Social (CEJIS) sostuvo que el derecho a la consulta previa es reivindicado por las naciones y pueblos indígenas originarios y campesinos como un derecho a la tutela efectiva de su territorio y sus recursos naturales, incorporando su propia visión de desarrollo. Además, el CEJIS y el Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario (CEDLA) señalaron como "lecciones aprendidas" los siguientes aspectos:

1. La consulta previa en esencia debe orientarse a prevenir los daños e impactos socioambientales.
2. Una condición necesaria para el ejercicio pleno del derecho a la consulta previa es que los pueblos indígenas tengan sus capacidades fortalecidas.

3. Respeto a las formas tradicionales de participación y toma de decisiones de los pueblos indígenas.
4. Mejorar las capacidades de los pueblos indígenas originarios y campesinos permite hacer efectivos sus derechos.
5. Es de importancia central que los pueblos indígenas accedan a información completa, veraz y adecuada.
6. Necesidad de conocimiento sobre los derechos indígenas y el rol de las autoridades competentes.
7. La consulta previa sirve para fortalecer políticamente a la organización indígena.
8. Un proceso de consulta previa adecuado contribuye a elevar los estándares de responsabilidad social y corporativa de las empresas que operan en los territorios indígenas.
9. El desmitificar la consulta y el consentimiento libre, previo e informado requiere concentrar esfuerzos en procesos legales y legítimos.

Otros elementos relevantes sobre la consulta previa, como los requisitos, los plazos y procedimiento, se tratan en la Ley 026 de Régimen Electoral, capítulo IV, promulgada en 2010:

> Las instancias encargadas de la consulta previa solicitarán al Órgano Electoral Plurinacional (OEP) el inicio de la observación y el acompañamiento de la consulta con una anticipación de por lo menos 30 días. La entidad convocante deberá presentar de manera obligatoria al Tribunal Supremo Electoral (TSE) un protocolo con directrices y cronograma del procedimiento y, si correspondiera el caso, también un informe sobre los impactos de los proyectos, obras o actividades relativas a la explotación de recursos naturales.
>
> El Servicio Intercultural de Fortalecimiento Democrático (SIFDE) del TSE autorizará el inicio del trámite, previa verificación de la documentación mínima requerida, y designará un "equipo de observación y acompañamiento" para que elabore el "Plan de observación y acompañamiento al proceso de consulta previa".
>
> En trabajo de gabinete, el equipo registrará y sistematizará la información sobre el área de afectación, determinando la ubicación del proyecto, obra o actividad relativa a la explotación de recursos naturales; los impactos de la explotación y la situación de los sujetos de consulta: ubicación, idioma, estructura funcional de la organización, patrones de movilidad y una breve descripción de sus normas y procedimientos propios para la toma de decisiones, entre otros aspectos.
>
> Durante el trabajo de campo, el equipo participará en las reuniones de diálogo, verificando, registrando y sistematizando datos de las y los representantes de la autoridad convocante y de las y los sujetos de consulta presentes en el acto; datos institucionales de quienes presiden el diálogo, así como el lugar, la fecha y la hora de instalación; el cumplimiento de normas y procedimientos propios del sujeto de la consulta, así como los idiomas y la metodología de la misma, y otros datos necesarios que permitan observar el cumplimiento de los derechos de la población.
>
> El equipo designado elaborará el "Informe de observación y acompañamiento del proceso de consulta previa" y lo presentará a la Sala Plena del Tribunal Electoral correspondiente en un plazo de hasta 10 días hábiles desde la conclusión de la última actividad del proceso. El Informe consignará los antecedentes, la relación de actuaciones, los acuerdos o la posición de los actores sujetos de la consulta previa, y será publicado en la página web del OEP. (subrayado propio)

Esta normativa relacionada con el fortalecimiento democrático, promovido por el TSE, es una herramienta interesante, aunque, en opinión de varios juristas, puede generar confusión, dispersión institucional y superposiciones con otras normas. Sin embargo, toda vez que está sujeta a la CPE y los convenios internacionales, puede ser utilizada como un elemento clarificador y definitorio, por ejemplo,

en el caso de los procedimientos de la consulta previa, dispuestos en la Ley 535 de Minería y Metalurgia, específicamente en los artículos 19, 40 y del 207 al 213.

Por ello, existe la posibilidad de que el sector vinculado con la explotación del litio, al tratarse de un recurso mineralógico (aunque sectorialmente al Ministerio de Hidrocarburos), pretenda utilizar la Ley 535, lo cual formalmente sería inadecuado. Pero podría representarles una ventaja, en el caso de tratar de eximirse de la necesidad de la consulta previa en las fases exploratorias. Es necesario recordar que tanto esta ley como los elementos referidos a la consulta minera fueron duramente criticados y resistidos por las organizaciones de base y las instituciones. Sus críticas fueron que se contradice lo establecido en la CPE y en los convenios internacionales, la no necesidad de consulta en la exploración, la problemática del uso de agua y el rol asignado a la Autoridad Jurisdiccional Administrativa Minera (AJAM), como instancia organizadora de la consulta.

Es posible que las observaciones a la ausencia de la consulta en la fase inicial de movilización de la empresa rusa y las acciones exploratorias anteriores de YLB sean rebatidas por el Estado y la empresa, argumentando lo dispuesto en la Ley 535, que exime la consulta en la fase de exploración. Sin embargo, esta disposición contradice abiertamente lo dispuesto en la CPE y los convenios internacionales, y las demandas locales deben ser sostenidas desde este punto de análisis jurídico.

Cabe notar que frente a la Ley 535, en especial en lo referido a la consulta previa y uso de agua, es importante hacer prevalecer lo establecido en la Constitución Política del Estado y los convenios internacionales relacionados a los derechos indígenas.

6. CONCLUSIONES

- La región de Pastos Grandes está clasificada como semidesértica con niveles de precipitación anual inferiores a 200 o 250 milímetros; además, enfrenta severos impactos del cambio climático, especialmente por las sequías recurrentes de los últimos seis años, lo cual implica la reducción del agua en los bofedales. Esto significa que cualquier extracción a gran escala empeoraría la falta de agua y ocasionaría el derrumbe de los sistemas de vida.
- Destaca la elevada fragilidad ecológica de la cuenca de la Laguna-salar Pastos Grandes, en particular de los bofedales y las zonas de queñuales y yaretales.
- Los bofedales son los ecosistemas de mayor vulnerabilidad y fragilidad, al ser las principales fuentes de agua y cumplir un rol clave en la dinámica hidrológica de la región y en la supervivencia de la vida silvestre y los sistemas de vida de las comunidades locales. También son los más vulnerables ante las proyecciones de explotación y procesamiento de litio a gran escala. Cualquier intento de utilizar grandes volúmenes de agua de las nacientes, los ríos y los bofedales para fines de la minería del litio produciría efectos catastróficos.
- Todas las especies de la región son claves, únicas y de alto valor patrimonial, y, sobre todo, están catalogadas con algún grado de amenaza. En anteriores décadas, algunas especies de fauna y flora fueron extraídas y cazadas, al punto de mermar sus poblaciones hasta casi desaparecer, por ejemplo, la yareta, la queñua, la vicuña, la chinchilla y el suri. En las regiones altoandinas, habita, en general, una baja biodiversidad, en términos de cantidad de especies; sin embargo, las existentes en un medio extraordinariamente severo son de relevancia por su carácter único a nivel planetario. De igual forma, las interrelaciones ecológicas entre las especies de la fauna y la vegetación-flora, así como entre las formaciones de vegetación con los procesos ecológicos (en especial el ciclo del agua), son extremadamente frágiles y vulnerables a cualquier impacto.
- Una gran parte de la región del sudoccidente de Potosí, incluida la cuenca de la Laguna-salar Pastos Grandes, es un sitio Ramsar, por su elevada riqueza de humedales, por lo que está bajo tuición y responsabilidad del Ministerio de Medio Ambiente. Sin embargo, persiste un vacío absoluto de acciones de manejo y protección de parte de dicha instancia del Estado. Lo mismo sucede con los 11 sitios Ramsar en Bolivia, caracterizados por su elevada biodiversidad, riqueza de medios de vida para las poblaciones locales y belleza paisajística. Estos sitios son de extremada importancia por su elevada fragilidad y su rol como reservorios hídricos, considerando, además, que en el país existe una fuerte tendencia a pérdidas masivas de las aguas superficiales por los efectos del cambio climático. Desafortunadamente, algunos son fuertemente impactados por presiones mineras, urbanas o agropecuarias, al punto de convertirse en zonas de sacrificio ambiental.

- Algunos lugares de la cuenca y el salar ya fueron impactados por la extracción a baja escala del boro-ulexita y el azufre, para lo cual usaron la yareta como combustible (leña).
- En la fase de movilización de YLB y la empresa, no hubo fiscalización ni supervisión ambiental en el área del proyecto de explotación del litio por parte de la empresa, de los ministerios de Medio Ambiente e Hidrocarburos, de la Gobernación de Potosí y de las autoridades municipales.
- YLB y la empresa rusa no promovieron y desarrollaron la consulta previa ni tomaron los recaudos ambientales, en la fase inicial de movilización, argumentando que no había un proyecto aprobado, lo cual contradice lo dispuesto en la CPE y los convenios internacionales.
- En la fase de movilización inicial, YLB abandonó el campamento instalado en Pastos Grandes: las cámaras sépticas se quedaron abiertas y el agua se insume en dirección de los cuerpos de agua donde viven flamencos y patos silvestres. La gestión de residuos sólidos es pobre. Este campamento se convirtió en un vertedero de basura.
- A inicios de 2025, a raíz del conflicto regional y nacional por la eventual aprobación, en la Asamblea Plurinacional, de los contratos entre YLB y las empresas de China y Rusia, de nuevo la TCO Nor Lípez y las comunidades locales de Pastos Grandes expresaron su rechazo al ingreso de YLB y las empresas contratadas, sin proceso de consulta previa y sin EEIA.
- La consulta previa imprescindiblemente debe realizarse de forma participativa y antes de la elaboración del EEIA del proyecto.

7. Recomendaciones

Recomendaciones referidas al estado de situación de la biodiversidad

- Promover mayores estudios y colectas de la flora y la fauna en la cuenca de Pastos Grandes y las zonas aledañas, para elaborar mapas de localización georreferenciada de las especies y que enriquezcan la línea base de la biodiversidad.
- Impulsar estudios detallados en los bofedales de mayor relevancia de la cuenca, considerando mediciones hidrológicas, estado de cobertura vegetal y aspectos bioculturales.
- Prever acciones de monitoreo de presencia-ausencia y de frecuencia- abundancia de las especies clave indicadoras de plantas y animales, en las zonas más vulnerables de la cuenca.
- Realizar estudios acerca de la importancia biocultural de los bofedales y el pastoreo de llamas en la cuenca de Pastos Grandes, como base de la supervivencia fundamental de las poblaciones locales.

Recomendaciones preventivas en caso de la explotación del litio

Estas recomendaciones tienen un carácter de emergencia y deberían ser tomadas en cuenta por las autoridades ambientales, el Estado, los municipios y los pobladores locales, en caso de que se desarrollen procesos de explotación de litio en los salares del sudoccidente potosino.

- Exigir a YLB la restauración y la limpieza de los espacios deteriorados y contaminados en la fase inicial de movilización.
- Emprender acciones ante las autoridades ambientales, de YLB y de la empresa, para evitar, reducir o desincentivar las expectativas del uso de agua de los bofedales, los pujios y los cursos alimentadores de los bofedales.
- Las autoridades responsables tienen la obligación de fiscalizar y monitorear de forma rigurosa las tecnologías de obtención y procesamiento del litio, considerando todos los recaudos posibles y preventivos en cuanto el manejo de salmueras, membranas, aguas de producción y otros.
- Exigir la realización de la debida y efectiva consulta previa e informada de buena fe, según estándares internacionales y constitucionales. Esta debe prepararse de forma participativa y previa a la elaboración del EEIA del proyecto.
- Demandar la elaboración del EEIA con la mayor rigurosidad técnica y científica. Se debe incorporar las recomendaciones dadas en la consulta previa y de las organizaciones de la sociedad civil.
- Tomar contacto con la Defensoría de Pueblo, en especial para la etapa de la consulta previa, toda vez que dicha instancia tiene la responsabilidad de velar por el respeto de los derechos indígenas y manifestarse en caso de vulneraciones.

- Exigir al Ministerio de Medio Ambiente y Agua, a la Gobernación de Potosí y al municipio correspondiente su participación en las acciones de fiscalización, control y supervisión ambiental de las acciones de explotación del litio en Pastos Grandes. Su omisión o falta de cumplimiento contradice lo dispuesto en la Constitución.
- Mencionar que tanto el Ministerio de Medio Ambiente y Agua como la Gobernación y el municipio tienen la responsabilidad de fiscalizar y controlar, en nombre del Estado, si se respetan las normas ambientales.
- Exigir la estricta aplicación de la Constitución, de la Ley 133 y sus reglamentos, de la ley de bofedales, del Decreto Supremo 458, sobre la protección de la fauna silvestre, y de otras de relevancia, para de reducir los impactos socioambientales en la zona.
- Exigir la debida atención del Ministerio de Medio Ambiente y Agua al sitio Ramsar Lípez, en términos de administración, manejo y control, empezando con la tarea de señalización, es decir, indicar su categoría, valores de protección, fragilidad y prohibiciones.
- Exigir a YLB y a la empresa el cumplimiento estricto de los Lineamientos Estratégicos de Gestión de los sitios Ramsar establecidos por el Estado Plurinacional de Bolivia (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2024).
- Promover la participación comunitaria en la protección estricta de los bofedales, las nacientes y los cursos de agua.
- Proponer la creación de un observatorio medioambiental integrado por las comunidades locales, sus organizaciones y la sociedad civil interesada en la temática (por ejemplo, los operadores turísticos).
- Demandar a la empresa y a YLB la atención de temas críticos en las etapas de prevención y la toma de recaudos y de control: captaciones de agua y su uso en los campamentos; vertido de residuos sólidos y líquidos; prohibición del uso de leña, por el riesgo que el fuego afecte la vegetación natural; prohibición de la cacería, captura o manipulación de la fauna silvestre, y control de la velocidad vehicular y de la colecta de plantas. Además, considerar la salud ambiental de los trabajadores por la exposición a la toxicidad del litio.
- YLB y la empresa rusa deberían elaborar manuales de gestión ambiental sostenible para el control, la prevención y la mitigación de los impactos, especificando las prohibiciones y restricciones ambientales: vertido de residuos, uso de leña, provocación de fuego, cacería, captura y manipulación de la fauna, riesgo de atropellamiento de los animales y la reducción de velocidad vehicular y de la colecta de plantas. Dichos manuales deben ser aprobados por la autoridad ambiental y los representantes de la comunidad y la TCO.
- Exigir la debida señalización en las rutas de ingreso a la zona, advirtiendo el riesgo de atropellamiento de la fauna y sus consecuencias administrativas o legales en caso de omisión o negligencia.
- Elaborar reglamentos internos y material informativo de sensibilización sobre la importancia de conservar la riqueza natural de Pastos Grandes, con énfasis en la protección de los ecosistemas, de la fauna y la flora silvestre y de los valores culturales, y acerca de la gestión responsable de los residuos sólidos, del uso desmedido del plástico y de la reutilización y reciclaje de materiales.
- Los técnicos y trabajadores, previo al ingreso a la zona de explotación del litio, deberán asistir obligatoriamente a capacitaciones y cursos sobre los recaudos y la prevención de los impactos ambientales. Los talleres serán impartidos por funcionarios de la Dirección de Medio Ambiente del Ministerio de Medio Ambiente y Agua y por profesionales especialistas.
- Exigir a YLB y a la empresa la contratación de personal especializado en aspectos de control, se-

guimiento y atención de temas ambientales y socioambientales, en las diversas etapas del proyecto.

- En el plan y el programa de monitoreo contemplar la inclusión de personal técnico capacitado para el equipo de monitoreo de impactos ambientales, que también estará integrado por técnicos locales nombrados por las autoridades de la comunidad de Mallku Villamar y la TCO Nor Lípez.
- El proyecto debe adquirir equipos de mediciones del clima, de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca, de pH, de DBO, de DQO y de contaminantes, con el fin apoyar las acciones de monitoreo. También apoyar presupuestariamente el funcionamiento de los equipos de monitoreo, así como las respectivas dotaciones de logística, equipamiento especializado y movilidad.
- YLB y la empresa deben respetar la autonomía e independencia de los equipos de monitoreo, y no interferir ni manipular sus actividades o la emisión de informes.
- Las instalaciones de la empresa y YLB, que incluyan cocinas, baños, duchas, deben contar con un sistema eficiente de tratamiento para evitar que las aguas servidas contaminadas lleguen a los cuerpos de agua dulce de la cuenca o contaminen las aguas subterráneas.
- Instar a los centros académicos y de investigación a realizar estudios sobre los ecosistemas y la diversidad de especies de flora y fauna en la zona, la dimensión de los servicios ecosistémicos y los efectos del cambio climático en estos componentes, mediante convenios y acuerdos con las comunidades locales.
- Se recomienda a la empresa y YLB a establecer relaciones de respeto con la comunidad local de Mallku Villamar, para asegurar el cumplimiento de sus derechos y que se minimicen los impactos negativos de la operación minera. Asimismo, instar a que prioricen el empleo local, para maximizar los beneficios económicos de la operación minera para la comunidad.

AGRADECIMIENTOS:

Deseo agradecer al Centro de Documentación e Información Bolivia (CEDIB) por la obtención del financiamiento para la investigación *Estudio de la biodiversidad de laguna Pastos Grande, Nor Lípez, departamento de Potosí, Bolivia, para la evaluación del impacto ambiental por la explotación del litio,* especialmente a Oscar Campanini (investigador del CEDIB), a Marco Octavio Ribera por sus acertadas recomendaciones técnicas, a Rosa Isela Meneses y Emilia García por la identificación de la flora local, a Omar Martinez por su acompañamiento en terreno y la identificación de la avifauna, al comunario Eusebio Muraña Ramos por la información en campo y a Franz Leonel Ramos Yañez (autoridad de Mallku Villamar).

8. Referencias bibliográficas

Aguirre, L. F., Tarifa, T., Wallace, R. B., Bernal H., Nuria, Siles, L., Aliaga-Rossel, E. y Salazar-Bravo, J. (2019). Lista actualizada y comentada de los mamíferos de Bolivia. *Ecología en Bolivia, 54*(2), 107-147. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282019000200005&lng=es&tlng=es.

Almeida, A. (2006). *Manuales de monitoreo ambiental comunitario.* Acción Ecológica.

Andersen, L. E. y Mamani Paco, R. (2009). *Cambio climático en Bolivia hasta 2100: síntesis de costos y oportunidades.* ERECC/CEPAL.

Anderson, S. (1997). *Mammals of Bolivia. Taxonomy and distribution.* American Museum of Natural History.

Aparicio, J. (2003). Anfibios. En E. Flores Bedregal y C. Miranda (Eds.), *Fauna amenazada de Bolivia ¿Animales sin futuro?* IUCN y Academia de Ciencias de Bolivia.

(2003). Reptiles. En E. Flores Bedregal y C. Miranda (Eds.), *Fauna amenazada de Bolivia ¿Animales sin futuro?* IUCN y Academia de Ciencias de Bolivia.

Arroyo, K., Squeo, F., Armesto, J. J. y Villagran, C. (1988). Effects of aridity on plant diversity in the northern Chilean Andes: Results of a natural experiment. *Annals of the Missouri Botanical Garden, 75*, 55-78.

Ayala, R. B. (2012). *Evaluación de la vulnerabilidad, amenazas y riesgos asociados al cambio climático para la planificación del desarrollo en el municipio de Yunchara.* PIEB y PIA.

Baslef, H. (1996). Juncaceae. Flora neotrópica. *Monograph,* 68, 1-167.

Beck, S. (1988). Las regiones ecológicas y las unidades fitogeográficas de Bolivia. En C. B. De Morales (Ed.), *Manual de Ecología.* Artes Latina.

Bernal, N. y Silva, C. (2003). Mamíferos. En E. Flores Bedregal y C. Miranda (Eds.), *Fauna amenazada de Bolivia ¿Animales sin futuro?* IUCN y Academia de Ciencias de Bolivia.

BirdLife International. (2006). *Conservando las aves migratorias neotropicales en los Andes Tropicales.* BirdLife International y US Fish and Wildlife Service.

BirdLife International y Conservation International. (2005). *Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. BirdLife International Quito.*

Brújula Digital. (2024). Bolivia y empresas europeas sellan acuerdo para producción sostenible del litio. https://brujuladigital.net/economia/2024/12/03/bolivia-y-empresas-europeas-sellan-acuerdo-para-produccion-sostenible-de-litio-40442

(2025) Instituciones cuestionan contratos por el litio y presentan 13 observaciones. https://brujuladigital.net/economia/2025/02/04/instituciones-cuestionan-contratos-por-el-litio-y-presentan-13-observaciones-42763

Cadima Fuentes, M. M., Fernández Terrazas, E. y López Zambrana, L. F. (2005). *Algas de Bolivia, con énfasis en el fitoplancton. Importancia, ecología, aplicaciones, distribución de géneros.* Centro de Ecología del Departamento de Difusión Simón I. Patiño.

Calla Ortega, R. (1995). *Aproximaciones etnográficas a la cubierta vegetal en Potosí.* CID.

(2014). Impactos de la producción industrial de litio y cloruro de potasio en el salar de Uyuni. En R. Calla Ortega, J. C. Montenegro Bravo, Y. Montenegro Pinto y P. Poveda Ávila (Eds.), *Un presente sin futuro. El proyecto de industrialización del litio en Bolivia.* CEDLA.

Campell, M. (2022). Los campos de litio en Sudamérica revelan el lado oscuro de nuestro futuro "verde". *Euronews.*

Capriles, J. M. (2017). *Arqueología del pastoralismo temprano de camélidos en el Altiplano Central de Bolivia.* IFEA y PLURAL.

Centro de Documentación e Información Bolivia. (5 de diciembre de 2024). *Conversatorio acceso a información en el proceso de industrialización del litio, Uranium One* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=M3D01xeDoKw

Centro de Estudios Jurídicos e Investigación Social. (2012). *Monitoreo socioambiental indígena, una herramienta de control y vigilancia a las actividades hidrocarburíferas.*

Choque Quispe, M. E. (2013). *Percepciones sobre el cambio climático en la región aymara de Corque Marka: Jacha Karangas, Chukiyawu.* FIDA y PRAIA.

Cicerone, D., Sánchez-Proano, P. y Reich, S. (2016). *Contaminación y medioambiente.* EUDEBA.

Glade Carreño, A. (1993). *Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corresponde a las Actas del Simposio Estado de Conservación de la Fauna de Vertebrados Terrestres de Chile.* (2.ª ed.). CONAF.

Congreso Nacional de Medio Ambiente. (2019). *Los humedales espacios para conservar y disfrutar.* Gobierno de Chile.

Cossíos, D., Beltrán Saavedra, F., Bennet, M., Bernal, N., Fajardo, U., Lucherini, M., Merino, M. J., Marino, J., Napolitano, C., Palacios, R., Perovic, P., Ramirez, Y., Villalba, L., Walker, S. y Sillero-Zubiri, C. (2007). *Manual de metodologías para relevamientos de carnívoros alto andinos.* Alianza Gato Andino. https://gatoandino.org/wp-content/uploads/2019/11/manual-relevamiento-carnivoros-altoandinos.pdf

Chebez, J. C. (1994). *Los que se van. Especies argentinas en peligro.* Albatros.

Cortez, C. F. (2009). Anfibios del Valle de Zongo (La Paz, Bolivia): I. Evaluación del estado de conservación. *Ecología en Bolivia, 44*(2).

De La Peña, M. y Rumboll, M. (1998). *Birds of the southern South America and Antartica.* Harper Collins Publishers.

De La Riva, I. (1990). Lista preliminar comentada de los anfibios de Bolivia con datos sobre su distribución. *Estratto dal Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali-Torino, 8*(1), 261-319.

Del Hoyo, J., Elliot., A. y Sargatal, J. (1999). *Handbook of the birds of the World. Volume 5: Barn Owls to Hummingbirds.* Lynx Edicions.

Dupret, F. X. (2001). Protegiendo ecosistemas andinos: la Reserva Biológica "Cordillera de Sama", departamento de Tarija, Bolivia. En S. Beck, N. Paniagua y D. Preston (Eds.), *Historia, ambiente y sociedad en Tarija, Bolivia.* Instituto de Ecología y University of Leeds.

Ellenberg, H. (1991). Mapa simplificado de las ecorregiones de Bolivia. *Ecología en Bolivia, 17,* 84.

Energy Report. (2023). Cuánta agua necesita la producción de litio en América Latina.

Ergueta, P. y Morales, C. (1996). *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia.* CDC.

Ergueta, P., Gómez, H. y Rocha, O. (1997). Un análisis sobre el estado de conservación de los vertebrados de la Reserva Nacional de Fauna Andina Eduardo Avaroa (provincia Sud Lípez, departamento Potosí, Bolivia). *Ecología en Bolivia, 30,* 1-32.

Fjeldså, J. (1985). Origin, evolution, and status of the avifauna of the Andean wetlands. En P. A. Buckley, M. S. Morton, E. S. Ridgely y F. G. Buckley (Eds.), *Neotropical Ornithology (Ornithological monographs 36).* Amer Ornithologists Union.

(1987a). *Birds of relict forest in the High Andes of Peru and Bolivia.* Zoological Museum y University of Copenhagen.

(1987b). Biogeografic patterns and evolution of the avifauna of relict high-altitude woodlands of the Andes. *Steenstrupia, 18,* 9-62.

Fjeldså, J. y Krabbe, N. (1990). *Birds of the High Andes.* Apollo Books, Svendborg y Denmark.

Fjeldså, J. y Kessler, M. (2004). *Conservación de la biodiversidad de los bosques de Polylepis de las tierras altas de Bolivia. Una contribución al manejo sustentable en los Andes.* Centro para la Investigación de la Diversidad Cultural y Biológica de los Bosques Pluviales Andino (DIVA).

Flores, E. y Miranda, C. (Eds.) (2003). *Fauna amenazada de Bolivia ¿Animales sin futuro?* IUCN y Academia de Ciencias de Bolivia.

Fugler, C. (1989). Lista preliminar de los saurios en Bolivia. *Ecología en Bolivia, 13*,57-75.

García, E. (2001). *Yareta: ¿un recurso renovable?* Programa Nacional de Biomasa, ESMAP y World Bank.

García, E. (2006). Flora: riqueza, uso y amenazas. En M. Olivera, P. Ergueta y M. Villca Sanjines (Eds.). *Conservación y desarrollo sostenible en el suroeste de Potosí, Bolivia.* Prefectura del Departamento de Potosí.

García, E. e Hinojosa, I. (1990). Flora y vegetación. En M. Liberman et al. (Eds.). *Diagnóstico del estado actual de los recursos naturales en la Región de la Reserva Nacional de Fauna Andina Eduardo Abaroa (REA).* Instituto de Ecología, CEEDI y Museo de Historia Natural.

Gonzáles, L. y Reichle, S. (2003). Reptiles. En P. L. Ibisch y G. Mérida (Eds.), B*iodiversidad: la riqueza de Bolivia.* Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Editorial FAN.

Grosejan, M., Geyh, M. A., Messerli, B. y Schotterer, U. (1995). Late glacial and early Holocene lake sediments groundwater formation and climate in the Atacama Altiplano 22-24°S. *Journal of Paleolimnology, 14,* 241-252.

Halloy, S. (1997). Indicadores de perturbación de ecosistemas, especies clave y estructura de la biodiversidad. En M. Liberman y C. Baied (Eds.), *Desarrollo sostenible de ecosistemas de montaña-manejo de áreas frágiles en los Andes.* United Nations University, PL480-Instituto de Ecología UMSA y LIDEMA.

Hanagarth, W. y Weick, F. (1988). Fauna boliviana 2: los avestruces de Bolivia. *Ecología en Bolivia, 12,* 1-8.

Hennessey, A. B., Herzog, S. K. y Sagot, F. (2003). *Lista anotada de las aves de Bolivia.* Asociación Armonía y BirdLife International.

Herrera, C. M. y Jaksic, M. (1980). Feeding ecology of the barn owl in central Chile and outhern Spain: a comparative study. *Auk, 97,* 760-767.

Hershkovitz, P. (1992). The South American Gracile mouse opossums, Genus Gracilianus Gardner and Creighton, 1989 (Marmosidae: Marsupialia): A taxonomic review with notes on general morphology and relationships. *Fieldiana Zoology, 70,* 1-56.

Hinojosa, I. (2003). Aproximación a la cobertura de los tholares de uso forrajero en los Lípez de Potosí. En O. Rocha y C. Saez (Eds.), *Uso pastoril en humedales altoandinos. Talleres de capacitación para el manejo integrado de los humedales altoandinos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú.* RAMSAR y WCS/Bolivia.

Howard, D. (1988). Los recursos evaporíticos del sudoeste de Bolivia. *Ciencia, Revista Universitaria de Investigación Científica, 1,* 18-39.

Huggel, C., Scheel, M., Rohrer, M., Jurt, C., Vicuña, L., Andres, N., Albrecht, F., Khabarov, N., Zappa, M., Konzelmann, T., Calanca, P., Raissig, A., Salzmann, N., Silverio, W., Velde, M. y Baqueros, F. (2013). *PRAA Andes Plus: Metodologías para la formulación de líneas de base y medidas de adaptación al cambio climático en ecosistemas de alta montaña.* Consorcio AndesPlus y Universidad de Zúrich.

Ibisch, P. L., Beck, S., Gerkmann, B. y Carretero, A. (2003). Ecorregiones y ecosistemas. En P. L. Ibisch y G. Mérida (Eds.), *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Editorial FAN.

Instituto Geográfico Militar. (1970). Mapa topográfico escala 1:50.000, Hoja Cerro Cachi Laguna. 6028 IV. IGM.

(1971). Mapa topográfico escala 1:250.000, Hoja Ollagüe. SF 19-7. IGM.

Izquierdo, A. E., Aragón, M. R., Navarro, C. J. y Casagranda, M. E. (2018). Humedales de la Puna: principales proveedores de servicios ecosistémicos de la región. En R. Grau, M. J. Babot, A. E. Izquierdo y A. Grau (Eds.), *Serie Conservación de la Naturaleza 24: La Puna argentina: naturaleza y cultura.* Fundación Miguel Lilo.

Izquierdo, A. y Sticco, M. (2024). En la Puna NO sobra el agua. *Página 12.* https://www.pagina12.com.ar/721782-en-la-Puna-no-sobra-el-agua

James, S. W. y Barss, M. (1985). Predation by three owl species on northern pocket gophers of different body mass. *Oecologia, 67,* 76-87.

Kempff, O. (2006). Recursos minerales metálicos. En M. Olivera, P. Ergueta y M. Villca Sanjinés (Eds.), *Conservación y desarrollo sostenible en el suroeste de Potosí, Bolivia.* Prefectura del Departamento de Potosí.

Lara, R. (2006). Los impactos ambientales en el altiplano árido de Potosí. En M. Olivera, P. Ergueta y M. Villca Sanjinés (Eds.), *Conservación y desarrollo sostenible en el suroeste de Potosí, Bolivia*. Prefectura del Departamento de Potosí.

Laura, J., Alzérreca, H., Prieto, G., Calle, P., Zárate, V., Cuti, J., Ramos, M. y López, M. (2003). Evaluación de cuatro métodos de establecimiento del arbusto *Thola parastrephia lepidophylla* y determinación de la composición de la dieta en llamas y ovinos en praderas de suputholares. En O. Rocha y C. Sáez (Eds.), *Uso pastoril en humedales altoandinos. Talleres de capacitación para el manejo integrado de los humedales altoandinos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú.* Convención RAMSAR y WCS/ Bolivia.

Lavilla, E. y Ergueta. P. (1995). Una nueva especie de *Telmatobius* (Anura: Leptodactylidae) del sudoeste de Bolivia. *Ecología en Bolivia, 24,* 91-101.

Liberman, M. (1986). Microclima y distribución de *Polylepis tarapacana,* en el Parque Nacional del Nevado Sajama, Bolivia. *Documants Fitosociologies, 10*, 235-27.

(2020). Cambio climático y los humedales de las zonas altoandinas de Bolivia *Rev. Iqueique,* 32-43.

(2021). Queñoa: luchador incansable de los Andes. *Rev. Iqueique,* 16-27.

(2022). Yareta: extraordinariamente sobreviviente de los Andes. *Rev. Iqueique,* 30-39.

(2024). La vizcacha, roedor andino en peligro. *Rev. Iqueique.*

Liberman, M. y Pedrotti, F. (1997). Estructura de la población de *Polylepis tarapacana* en el Nevado Sajama. En M. Liberman y C. Baied (Eds.), *Desarrollo sustentable en ecosistemas de montaña: manejo de áreas frágiles.*

Liga de Defensa del Medio Ambiente. (2010). *Vulnerabilidad de los medios de vida ante el cambio climático en Bolivia.* ASDI.

Mari, E. A. (2000). *El ciclo de la Tierra. Minerales, materiales, reciclado, contaminación ambiental.* Fondo de Cultura Económica.

Martínez, O. (2008). *Estudio de factibilidad técnico económica, impacto ambiental y diseño final de la carretera "Uyuni-Hito LX". Informe ambiental de línea base biótica (Parte: Fauna).*

Martínez, O., Pérez, M. E., Taucer, E. y Rechberger, J. (2009). Fauna vertebrada de San Cristóbal en el Altiplano Sur de Bolivia. *Kempffiana, 5*(1), 28-55.

Martinez, O., Zenteno, F. y Villalba, D. (2022). Evaluación del estado actual de la avifauna y vegetación asociada en el depósito de colas de Wila Khara y sitios circundantes (análisis integral entre temporadas). MEDMIN y Minera San Cristobal.

Medinaceli, S. (2024). El litio para los rusos. *Brújula Digital.* https://brujuladigital.net/economia/2024/12/29/analisisel-litio-para-los-rusossergio-medinaceli-41428

Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2009). *Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia.*

(2012). *Libro rojo de la flora amenazada de Bolivia. Vol. 1. Zona Andina.*

(2013). *Plan de acción para la conservación de los anfibios amenazados de Bolivia 2013-2017.*

(2018a). *Manual de gestión de sitios Ramsar. Manual técnico.*

(2018b). *Política y estrategia plurinacional para la gestión integral y sustentable de la biodiversidad. Plan de acción 2019-2030.*

(2021). *Plan de manejo y programas de monitoreo de bofedales del municipio de Charaña.* PNUD.

(2023). *Plan de manejo socializado al sitio Ramsar Los Lípez, departamento de Potosí.*

(2024). *Estrategia para la gestión integral de los humedales y sitios Ramsar del Estado Plurinacional de Bolivia (actualización 2024-2030).*

Ministerio de Medio Ambiente y Agua y Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra. (2016). *Política Plurinacional de Cambio Climático.*

Molina, J. (2006). Recursos hídricos. En M. Olivera, P. Ergueta y M. Villca Sanjinés (Eds.), *Conservación y desarrollo sostenible en el suroeste de Potosí, Bolivia.* Prefectura del Departamento de Potosí.

(2007). *Agua y recurso hídrico en el sudoeste de Potosí.* FOBOMADE y CGIAB.

Mondaca, G. (2022a). El proyecto de litio en Bolivia. *Cartilla Pueblo y Soberanía.* CEDIB.

(2022b). Agua y litio: una relación muy cercana. Situación de los recursos hídricos en la zona del salar de Uyuni y su relación con el proyecto de industrialización del litio en Bolivia. En J. Campanini (Comp.), *Litio: salida a la crisis económica en Bolivia.* La Libre.

(2024). Contrato Uranium One Group-YLB. Extracción sin soberanía y aspectos por considerar. *CEDIB Informa N.o 4.*

Montes, C. (2021). La reaparición del extraño mamífero que habita el norte de Chile que se alimenta de insectos y no toma agua y que los científicos luchan para que no se extinga. *La Tercera.* https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/la-reaparicion-del-extrano-mamifero-que-habita-el-norte-de-chile-que-se-alimenta-de-insectos-y-no-toma-agua-y-que-los-cientificos-luchan-para-que-no-se-extinga/RX2NHCIPPRCXZLTK7SAW27WZJ4/

Moraes, M. R., Maldonado, C. y Zenteno, F. R. (2018). Endemic Plant Species of Bolivia and Their Relationships with Vegetation. En E. Carmona, C. Musarella y A. Ortiz, *Endemic species.* http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.82776

Morán, R. (2009). *Minando el agua: la Mina San Cristóbal, Bolivia.* FRUTCAS, FSUMCAS y CGIAB.

Moreno Grau, D. (2003). *Toxicología ambiental. Evaluación de riesgo para la salud humana.* Mac Graw Hill.

Navarro, G. (1993). Vegetación de Bolivia: El Altiplano Meridional. *Rivasgodaya, 7,* 69-98.

(2011). *Clasificación de la vegetación de Bolivia.* Centro de Ecología del Departamento de Difusión Simón I. Patiño.

Navarro, G. y Maldonado, M. (2004). *Geografía ecológica de Bolivia, vegetación y ambientes acuáticos.* Centro de Ecología del Departamento de Difusión Simón I. Patiño.

Nyenzi, B. y Lefale. P. (2006). El Niño Southern Oscillation (ENSO) and global warming. *Advances in Geosciences, 6,* 95–101.

Olivera, M. (2017). *Industrialización del litio en Bolivia. Un proyecto estatal y los retos de la gobernanza, el extractivismo histórico y el capital internacional.* UNESCO y CIDES.

Olivera, M., Ergueta, P. y Villca Sanjinés, M. (Eds.). (2006). C*onservación y desarrollo sostenible en el suroeste de Potosí, Bolivia.* Prefectura del Departamento de Potosí.

Osinaga, O. y Martin, E. (2018). Estado actual de conocimiento de las aves de la Puna argentina. En R. Grau et al. (Eds.), *La Puna argentina: naturaleza y cultura.* Fundación Miguel Lillo.

Pacheco, L. y Salazar, J. (1996). Bases para la conservación de félidos. *Ecología en Bolivia, 26,* 71-92.

Palma, R. E. (1995). Range expansion of two South American mouse opossum (Thylamys, Didelphidae) and their biogeographic implications. *Revista Chilena de Historia Natural, 68,* 515-522.

Pérez, M. E. (1994). *Algunos aspectos biológicos y ecológicos de Telmatobius culeus (Anura: Leptodactylidae) del lago Titicaca.* Sociedad Boliviana de Limnología.

(2005). Cría en cautividad y uso sostenible de la rana gigante del lago Titicaca (*Telmatobius culeus*). En E. Lavilla e I. De la Riva (Eds.), *Estudios sobre las ranas andinas de los géneros Telmatobius y Batrachophrynus (Anura: Leptodactylidae).*Asociación Herpetológica Española.

Prieto, G., Alzérreca, H., Laura, J., Luna, D. y Laguna, S. (2003). Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano del sistema T.D.P.S. En O. Rocha y C. Sáez (Eds.), *Uso pastoril en humedales altoandinos. Talleres de capacitación para el manejo integrado de los humedales altoandinos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú.* Convención Ramsar y WCS/Bolivia.

Quiroga, C. y Olivera, M. (2006). Fauna: riqueza, uso y amenazas. En M. Olivera, P. Ergueta y M. Villca Sanjinés (Eds.), *Conservación y desarrollo sostenible en el suroeste de Potosí, Bolivia.* Prefectura del Departamento de Potosí.

Rafiqpoor, D., Villarpando, R., Nowicki, C., Sommer, H. A., Jarvis, A., Jones, P. e Ibisch, P. L. (2003). El factor abiótico que más influye en la distribución de la biodiversidad: el clima. En P. L. Ibisch y G. Mérida (Eds.), *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Editorial FAN.

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. y Milá, B. (1994). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres.*

Rappole, J. H. (1993). *Aves migratorias neárticas en los Neotrópicos.* Centro de Conservación e Investigación, Parque Zoológico Nacional e Instituto Smithsoniano

Remsen, J. V. (1985). Community organization and ecology of birds of high elevational humid forest of the Bolivian Andes. En P. A. Buckley, M. S. Foster, E. S. Morton, R. S. Ridgely y F. G. Buckley (Eds.), *Neotropical Ornithology (Ornithological Monographs 36).* American Ornithological Union.

Remsen, J. V. Jr., Cadena, A., Jaramillo, M., Nores, J. F., Pacheco, M. B., Robbins, T. S., Schulenberg, F. G., Stiles, D. F., Stotz y Zimmer, K. (2008). A classification of the bird species of South America. American Ornithological Union. *Kempffiana, 5*(1), 28-55. https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCWordFiles/SACCBaseline01.html

Remsen, J. V. Jr., Areta, J. I., Bonaccorso, E., Claramunt, S., Del-Rio, G., Jaramillo, A., Lane, D. F., Robbins, M. B., Stiles, F. G. y Zimmer, K. J. (2024). *A classification of the bird species of South America. South American Classification Committee*.

Reyes, J. y Saez, C. (2003). La totora: un recurso de uso múltiple de los humedales altoandinos. En O. Rocha y C. Sáez (Eds.). U*so pastoril en humedales altoandinos. Talleres de capacitación para el manejo integrado de los humedales altoandinos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú.* Convención Ramsar y WCS/Bolivia.

Ribera Arismendi, M. O. (2011). *Primera aproximación a un inventario de unidades ecorregionales amenazadas en Bolivia.* LIDEMA.

(2024). *Zonas de Sacrificio Ambiental en Bolivia.* https://www.academia.edu/126425122/ZONAS_DE_SACRIFICIO_AMBIENTAL_EN_BOLIVIA.

Ribera Arismendi, M. O., Liberman, M., Beck, S. y Moraes, M. (1996). Vegetación en Bolivia. En K. Mihotek (Ed.), *Comunidades, territorios indígenas y biodiversidad en Bolivia: mapas de vegetación y áreas protegidas, mapa étnico territorial y arqueológico de Bolivia.* CIMAR.

Ribera Arismendi, M. O. y Rocha, O. (2003). Uso pastoril en humedales de áreas protegidas altoandinas de Bolivia. En O. Rocha y C. Sáez (Eds.), *Uso pastoril en humedales altoandinos. Talleres de capacitación para el manejo integrado de los humedales altoandinos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú.* Convención Ramsar y WCS/Bolivia.

Ribera Arismendi, M. O. y Liberman, M. (2006). *Uso de la tierra y los recursos de la biodiversidad en las áreas protegidas de Bolivia. Un análisis crítico y propuestas para la conservación y manejo sostenible.* SERNAP-Proyecto GEF II y Banco Mundial.

Rocha, O. y Saez, C. (Eds.). (2003). *Uso pastoril en humedales altoandinos. Talleres de capacitación para el manejo integrado de los humedales altoandinos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú.* Convención Ramsar y WCS/Bolivia.

Rocha, O. y Quiroga, C. (1997). *Primer censo simultáneo internacional de los flamencos Phoenicoparrus jamesi y Phoenicoparrus andinus en Argentina, Bolivia, Chile y Perú.*

Rocha, O., Quiroga, C. y Hennessey, B. (Eds). (2003). Aves. En E. Flores y C. Miranda, *Fauna amenazada de Bolivia ¿Animales sin futuro?* IUCN y Academia de Ciencias de Bolivia.

Rocha, O., Aguilar, S., Quiroga, C. y Martínez, O. (2012). Guía fotográfica. Aves de Bolivia.

ROSATOM ONE. (2023). *Litio boliviano para Rusia.* rosatomnewsletter.com.

Rumiz, D. (2010). Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. En R. B. Wallace, H. Gómez, Z. R. Porcel y D. Rumiz (Eds.), *Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia.* Centro de Ecología del Departamento de Difusión Simón I. Patiño.

Ruthsatz, B. (2012). Vegetation and Ecology of the high Andean peatlands of Bolivia. *Rev. Phytocoenologia, 42*(3-4), 134-179.

Sanderson, E. W., Redford, K. H., Vedder, A., Coppolillo, P. B. y Ward, S. E. (2002). A conceptual model for conservation planning based on landscape species requirements. *Landscape and Urban Planing, 58*(1),41-56.

Sarmiento, J., Barrera, S., Bernal, N. y Aparicio, J. (1996). Fauna de una localidad del Altiplano Central Huajara, departamento de Oruro (Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, 1,* 21-28.

Sergio, F., Caro, T., Brown, D., Clucas, B., Hunter, J., Ketchum, J., McHugh, K. e Hiraldo, F. (2008). Top predators as conservation tools: Ecological rationale, assumptions and efficacy. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 39:1-19.

Servicio Nacional de Áreas Protegidas. (2019). *Informe del censo de turistas que visitaron en 2019 la Reserva de Fauna Andina Eduardo Abaroa (REA).* Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

Spehn, E., Liberman, M. y Körner, C. (Eds.) (2005). *Land use changes and mountain Biodiversity.* CRC Press LLC.

Solari, S. (1999). Diversity and distribution of *Thylamys* (Didelphidae) in South America, with emphasis on species from the western side of the Andes. En M. Jones, C. Dickman y M. Archer (Eds.), *Predators with pouches: the Biology of carnivorous marsupials.* CSIRO Publishers.

Stico, M., Guerra, G., Kwaterka, V. y Valdez, S. (2021). *Impactos ambientales de la explotación de litio, en los humedales y recursos hídricos del altiplano.* Wetlands International y Universidad de Buenos Aires.

Song, Y., Zhenning, L., Jin-Yi, Y., Xiaoming, H., Wenjie, D. y Shan, H. (2018). El Niño–Southern Oscillation and its impact in the changing climate. *National Science Review, 5*(6), 840-857. https://doi.org/10.1093/nsr/nwy046

Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker III, T. A. y Moskovist, D. K. (1996). *Neotropical birds. Ecology and conservation.* The University of Chicago.

Suárez, M. (1990). Geología y geomorfología. En *Diagnóstico de los recursos naturales de la REA, Los Lípez*, Instituto de Ecología UMSA, LIDEMA, CEEDI y Museo de Historia Natural de La Paz.

Sutton, P., Anderson, S., Costanza, R. y Kubiszewski, I. (2016). The ecological economics of land degradation: impacts on ecosystem service values. *Ecological Economics, 129,* 182-192.

Swedforest y Trópico. (2000). *Plan de manejo de la unidad de conservación de la Reserva Nacional de Vida Silvestre Eduardo Avaroa.*

Tarifa, T., y Yensen, E. (2001). Mamíferos de los bosques de Polylepis de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental,* 9, 29-44.

Therburg, A., D´Inca, V. y López, M. (2002). Modelo de indicadores ambientales. Observatorio Ambiental 1 "Environmental Indicators Model Environmental Observatory". *Revista Proyección,* (3).

Thomas, O. (1926). The Spedan Lewis South American Exploration. IV. List of Mammals obtained by Sr. Budin on the boundary between Jujuy and Bolivia. *Journal of Natural History, 18*(104), 193-195.

Torres, R. (2023). *Extracción Directa de Litio desde las salmueras.* Comisión de Energía y Minería del Senado de Chile y Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Turnbull, M., Sterrett, Ch. y Hilleboe, A. (2103). *Hacia la resiliencia. Una guía para la reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático.* Practical Action Publishing.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2019). *Red List Assessment. Amphibian Specialist Group.*

(2024). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024.

Villalba, L. (2006). El gato andino. Fauna: riqueza, uso y amenazas. En M. Olivera, P. Ergueta y M. Villca Sanjines (Eds.), *Conservación y desarrollo sostenible en el suroeste de Potosí, Bolivia.* Prefectura del Departamento de Potosí.

Volcán Isluga National Park [@motogypsyy]. (2024). Are you aware that armadillos are adorable? [Fotografía]. Instagram.

Wildlife Conservation Society. (2001). Paisajes vivientes. *Boletín Programa de los Paisajes Vivientes.* https://programs.wcs.org/Portals/14/InformesAnuales/InformeAnualWCS2001.pdf

Yensen, E. y Tarifa, T. (1993). Reconocimiento de los mamíferos del Parque Nacional Sajama. *Ecología en Bolivia, 21,* 45-66.

ANEXOS

ANEXO FOTOGRÁFICO 1. HISTORIA NATURAL Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA MÁS REPERESENTATIVA DE LA CUENCA DE PASTOS GRANDES

El puma



Fotografía 1. El puma (*Puma concolor*).

El puma (*Puma concolor*) es el felino silvestre más grande de la cuenca de la laguna Pastos Grandes. Mantiene los ecosistemas saludables, al tener la capacidad de modificar el número poblacional, el comportamiento y la estructura de las comunidades de presas (vicuñas, zorros y vizcachas). Si se modifica su hábitat natural, se compromete seriamente su supervivencia. En muchas regiones, es considerado un enemigo del ganado doméstico, es perseguido y acosado por los pastores de llamas, ya que ocasional o regularmente ataca al ganado, esto lo sitúa en algún grado de vulnerabilidad. En la cuenca de Pastos Grandes, es raro y difícil de ser avistado. Para las culturas andinas originarias, como la tihuanacota, fue un animal respetado y sagrado.



Fotografía 2. El puma.

Su cabeza es relativamente pequeña respecto a su cuerpo. Tiene un color marrón rojizo, con variaciones de naranja claro. Su hocico es blanco y hacia los costados es negro. Allí se ubican las vibrisas, que son pelos rígidos sensoriales altamente sensibles que actúan como órganos táctiles (Liberman et al., 2024).

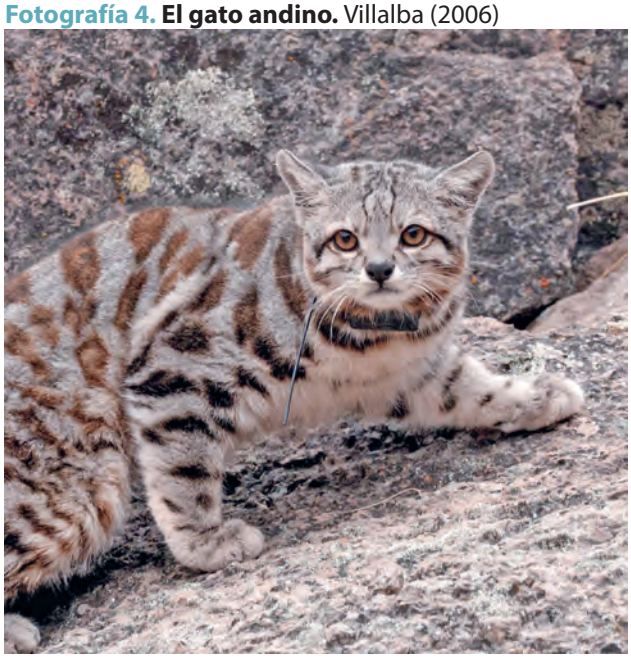
El gato andino



Fotografía 3. El gato andino (*Leopardus jacobita*).
Villalba (2006)

El gato andino (*Leopardus jacobita*) es un pequeño felino que habita en zonas alejadas y de difícil acceso de la cuenca de la laguna Pastos Grandes. Es un poco más grande que el gato doméstico, pesa hasta seis kilos y vive en roquedales próximos a los bofedales y las lagunas altoandinas. Su color es gris y tiene manchas café rojizas que se distribuyen a manera de rayas a ambos lados de su cuerpo. Su cola es larga, gruesa y felpuda, con seis a nueve anillos de color café y negro.

Fotografía 4. El gato andino. Villalba (2006)



Su nariz es de color negro y a ambos lados de sus ojos destacan dos líneas oscuras que bajan hacia sus mejillas, dándole un aspecto de tristeza. Su pelaje denso lo protege de las bajas temperaturas y su larga cola le sirve de timón para moverse ágilmente entre los roquedales sin perder el equilibrio. Tiene hábitos nocturnos; su principal presa son las vizcachas, los roedores pequeños, las aves y las lagartijas. Es un controlador biológico por excelencia y contribuye al equilibrio del ecosistema altoandino. Está catalogado en estado crítico, según el *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia* (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2009). Desde hace varios años, el Programa Gato Andino realiza esfuerzos para su protección.

El quirquincho



Fotografía 5. El quirquincho (*Chaetophractus vellerosus*). Kaz (2019)

El quirquincho (*Chaetophactus vellerosus*) pertenece al grupo de los armadillos, mamíferos con coraza de placas oseas que les cubre el dorso, la cabeza y la cola. Son grandes excavadores y construyen madrigueras con sus extremidades robustas y fuertes para refugiarse de las bajas temperaturas extremas y de sus depredadores. Se alimentan de artrópodos, vertebrados pequeños, raíces y frutos. Viven también en la cuenca de la laguna Pastos Grandes, en lugares arenosos. Pesa alrededor de 800 gramos.

Fotografía 6. El quirquincho. Piñones (2021)



Su cabeza es cónica y está protegida por un escudete cefálico triangular, corto, ancho y rugoso. Sus orejas son proporcionalmente grandes en relación con el tamaño de su cabeza y no tiene pelos. Sus sentidos del olfato y el oído están muy bien desarrollados. Vive en grupos familiares y conducta en pareja. Está catalogado como amenazado en el *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia* (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2009). En muchas regiones andinas, es capturado y se comercializan sus partes para usos rituales.

La vizcacha



Fotografía 7. La vizcacha (*Lagidium viscacia*)

La vizcacha (*Lagidium viscacia*) es un roedor de la familia Chinchillidae y se distribuye en Latinoamérica y la Cordillera de los Andes, desde el sur de Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Es el roedor andino más común de observar en las zonas de montaña, en estado silvestre. En la cuenca de Pastos Grandes, es relativamente común en los roquedales. En muchas regiones, está sujeta a presión de la caza vandálica, deportiva y también como recurso alimenticio.



Fotografía 8. La vizcacha.

Las vizcachas viven en colonias, en zonas relativamente áridas entre los 2.500 a 5.000 metros sobre el nivel del mar, habitando tanto en montañas, valles como en el altiplano. Mide entre 30 a 40 centímetros de altura y pueden alcanzar a pesar unos 8 kilos. Color gris plateado con manchas de color crema, pelaje abundante y grueso. Son robustos y de cuerpo redondeado. Las hembras son algo más pequeñas, tienen una cola curvada hacia arriba, corta y bien tupida de pelo con una longitud entre 20 a 40 centímetros.



Fotografía 9. La vizcacha.

Son ágiles, graciosas, veloces, de hábitos nocturnos, capaces de saltar de roca en roca y excavan túneles subterráneos que les sirve de madrigueras. Sus orejas son largas, miden de seis a ocho centímetros, otorgándoles una buena audición. También tienen muy buena visión. Sus patas anteriores son cortas con cuatro dedos y las posteriores son largas y musculosas. Se reproducen de octubre a diciembre, su periodo de gestación dura dos meses, por lo general dan luz a una cría, pero en algunos casos a tres. Se alimentan de hojas y brotes de arbustos, pastos y de ciertas plantas de los bofedales (Liberman, 2024).

El Zorro Andino



Fotografía 10. El zorro andino (*Lycalopex culpaeus*).

El zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), llamado *k'amake* por los campesinos aimaras de Bolivia, es frecuente en la cuenca de Pastos Grandes y vive entre los 700 a 4.800 metros de altitud. Es grande (60 a 117 centímetros de largo) y pesa entre 4,3 y 13,5 kilos; el macho es más grande que la hembra. Tiene el rostro angosto. El pelo de su cabeza, cuello, orejas y patas es colorado, y su barbilla es blanca a ligeramente oscura. Su espalda y hombros son grises con pelos gruesos y bandas blancas y negras; en el centro del lomo de la espalda dominan los pelos negros, formando una línea oscura distintiva de ancho variable, según la subespecie, y su vientre es blanco-amarillento pálido. Los lados externos de sus patas son ligeramente oscuros con matices colorados. La cola es larga (30-51 centímetros), gruesa y peluda con la punta más negruzca que el resto que tiene cerdas pálidas.



Fotografía 11. El zorro andino.

Es un animal solitario y no superpone su territorio, aunque puede compartirlo con la hembra, pero, por lo general, solo se encuentran para reproducirse, entre agosto y octubre. La gestación dura unos 55 a 60 días, luego nace una camada de tres a cinco cachorros, que son amamantados durante unos meses. La madre se encarga de cuidar a los recién nacidos, mientras que el padre caza para llevarles alimento.

Es un depredador oportunista y consume más presas vertebradas y menos plantas e invertebrados que otros cánidos sudamericanos. Primariamente carnívoro generalista, persigue a mamíferos de mediano porte, como la vizcacha, a la que busca en los roquedales de los cerros altoandinos, y la liebre europea, introducida en Sudamérica y que actualmente colonizó casi toda la región. Sus presas también son las crías y juveniles de los camélidos, llamas y vicuñas, y pequeños roedores. En ciertas épocas del año, consume frutos de algunas especies vegetales.

Para el mundo andino, es un animal astuto y muy inteligente, por esto, es uno de los personajes principales de los cuentos, leyendas y mitos locales; simboliza la buena suerte. Este animal es un indicador del clima y predictor de los ciclos agrícolas. Los pobladores andinos señalan que cuando baja aullando hacia el río o las laderas con voz ronca, significa que el año agrícola se presentará con lluvias, entre noviembre a abril, por lo tanto, la producción de papa será buena, sobre todo en las partes bajas de las aynoqas. Pero si se para aullando por la mitad del cerro, significa que se debe sembrar en las aynoqas que están a esa altura. La lluvia será regular y la producción de papa de buena a regular. Cuando se lo observa subiendo del río o de las zonas bajas de la comunidad, aullando con voz ronca hacia la cima del cerro, significa que debe sembrarse papa en las aynoqas de las lomas y que habrá buena producción de papa y cosecha abundante de otros productos agrícolas.

El zorro andino puede desaparecer a causa de hábitats alterados, la disminución de la población de sus presas y su caza por ser considerado perjudicial y dañino para el ganado doméstico. También es cazado con fines de comercio ritual (huesos, patas, cola, piel). En definitiva, este enigmático depredador andino, más allá de ser considerado un animal "dañino", debe ser valorado por su rol ecológico que cumple, como reducir las poblaciones de roedores y

de plagas portadoras de enfermedades. En algunas regiones, es una especie vulnerable, aunque no figura en la lista del *Libro rojo de vertebrados de Bolivia*.



Fotografía 12. Pintura rupestre en el sitio arqueológico Tomas Laka, ubicado a tres kilómetros al sur de Mallku Villamar. Se observa el dibujo, sobre una roca volcánica, de un zorro andino o *k'amake*.

La llama



Fotografía 13. La llama.

Las poblaciones del periodo arcaico temprano (15.000-10.000 AP) vivieron de las plantas y animales salvajes. Eran cazadoras y recolectoras, con movimientos nomádicos. En los Andes, los habitantes prehistóricos empezaron a cambiar la manera de interactuar con los camélidos. Según la teoría más aceptada, experimentaron un proceso prolongado de domesticación de los guanacos (*Lama guanicoide*) y de las vicuñas (*Vicugna vicugna*). Inicialmente, capturaban a los animales silvestres, los aislaban y los protegían en corrales de sus predadores, como los pumas y los zorros. Como resultado de un extenso periodo (varias generaciones posiblemente) de acostumbramiento a la cercanía del hombre y la selección de esos animales, se obtuvieron, finalmente, nuevas especies como lo son las actuales llamas y las alpacas, respectivamente.

El proceso de domesticación inició cuando los cazadores comenzaron a familiarizarse con el comportamiento de sus presas (los guanacos) y se dieron cuenta de que era conveniente cazarlos de manera selectiva, respetando a las hembras y a los ejemplares jóvenes. Además, constataron que resultaba más ventajoso conservarlos bajo vigilancia. El norte de Chile, Oruro (región Carangas) y el sudoccidente potosino, incluida la zona de Pastos Grandes, fue donde se domesticó a la llama.

Es preciso tener en cuenta las características morfológicas, fisiológicas y de comportamiento de los animales, que, tras la domesticación, pueden sufrir modificaciones a causa de la selección humana, la alteración de los patrones alimentarios y el cambio de ambiente o su desplazamiento a otro hábitat. Los pastores tempranos, desde hace unos 5.000 a 8.000 años, eligieron a unos individuos particulares de guanacos y vicuñas para la cría y se produjeron pequeños cambios genéticos con el paso de las generaciones. Como estos cambios se acumularon con el tiempo, surgieron subtipos de una sola estirpe.



Fotografía 14. Pintura rupestre en el sitio arqueológico de Tomas Laka, ubicado a tres kilómetros al sur del poblado de Mallku Villamar. Se observa el dibujo, sobre una roca volcánica, de una llama.

La fotografía 14 demuestra que el pastoralismo de las llamas en los bofedales y los pastizales altoandinos en la cuenca de Pastos Grandes tiene más de 5.000 años. Según los pastores locales, actualmente hay 3.000 llamas en la zona.

De los camélidos sudamericanos, las llamas son las de mayor estatura. Su talla promedio a la cruz es de 1,20 metros; el largo de su cuello o pescuezo es de 0,75 metros y el largo de su cuerpo es de 1,50 metros. Pueden pesar de 95 a 150 kilos. Su cabeza es pequeña y está cubierta de pelos cortos. Se caracteriza por sus ojos grandes y redondos, por su hocico largo y puntiagudo y por sus orejas largas y erguidas. El color de su pelaje es variable, depende de la raza a la que pertenecen. El diámetro de la fibra es de 20 a 80 micrones, depende si son productoras de fibra o son animales de carga. Se calcula que viven 13 años, pero en la explotación se consideran adultas mayores a los nueve años. Después de este tiempo, por lo general, se destinan al faenado.

Las más robustas y desarrolladas son utilizadas para el transporte de carga, por ejemplo, en la época de recolección, llevan la cosecha de los pobladores hasta sus viviendas. Además, su fibra se usa para la confección de vestimentas, su carne se consume y su estiércol y huano sirven como combustible y fertilizante. Se trata de una economía de autoconsumo que funciona como un ahorro que posibilita vender los animales en momentos de necesidad.

La carne de llama se consume, principalmente, fresca o bien secada y salada al sol (charque). En invierno, la carne se cuelga en sogas, en el patio de las viviendas, y por el sol y las noches heladas se deshidrata y pierde la mitad de su peso. Esta carne es saludable, ya que no contiene colesterol. En los últimos años, la elaboración de charque se incrementó gracias a la utilización de las cámaras solares. El charque tiene un 60% de proteínas y puede ser almacenado por mucho tiempo. En la región andina, en las ciudades y los pueblos, se preparan deliciosos platillos con charque de llama.



Fotografía 15. Los pastores de llamas y su ganado realizan un proceso de migración temporal estacional denominado trashumancia. En la laguna Pastos Grandes, se quedan desde octubre hasta fines de marzo pastoreando en los bofedales y pastizales de las serranías y, para que descansen las áreas de forrajeo, migran a lugares próximos a Mallku Villamar. Es una travesía de unos 40 a 60 kilómetros que dura varios meses y que permite que los bofedales descansen y se recuperen del intenso pastoreo.





Fotografía 16. Enormes canchones o corrales construidos con rocas de origen volcánico por los pastores de llamas. Son utilizados para el resguardo nocturno de las llamas y para prevenir los ataques frecuentes de los pumas y los zorros.



Fotografía 17. Vivienda de pastores de llamas en la cuenca de la laguna Pastos Grandes.



Fotografía 18. Pastora de llamas, residente permanente en la cuenca de la laguna Pastos Grandes.

La vicuña

La vicuña (*Vicugna vicugna*) es una especie silvestre que tiene el cuerpo más pequeño de los camélidos sudamericanos. Se caracteriza por su cuello fino, sus patas largas, su cabeza pequeña, con orejas y ojos prominentes, y su cuerpo estilizado. Pesa, en promedio, 45 kilos, con una alzada a la cruz de 90 centímetros. Los incisivos inferios de su dentadura son finos. Entre los ungulados es la única que tiene dentición de crecimiento continuo.

Se desplaza en movilizaciones diurnas y es social. Sus patas terminan en dedos con almohadillas plantares que se apoyan suavemente en el suelo, de tal forma que no lo compactan, lo que mitiga el impacto de su pisada y disminuye la erosión y disgregación. Su huella no daña los brotes de la vegetación, como la de las ovejas, las cabras y del ganado vacuno, cuyas pezuñas son duras y cortantes.



Fotografía 19. Pareja de vicuñas (*Vicugna vicugna*) en las proximidades de la laguna Pastos Grandes.

Las vicuñas viven, por lo general, en lugares secos, hasta semidesérticos, de clima frío y de precipitaciones escasas y estacionales que ocurren entre noviembre y febrero. La superficie de pastoreo de los grupos familiares es variable, de 8 a 40 hectáreas, en zonas donde hay agua permanentemente. También se observa que pastorean en sitios de alta productividad forrajera, como lo son las vegas o los bofedales altoandinos.

En el proceso reproductivo, el macho se junta a un grupo de hembras. Los machos compiten entre sí por el acceso a las hembras y los que no se aparean (mayormente juveniles) forman pequeñas tropillas que merodean a los grupos reproductivos buscando oportunidades de aparearse. La ovulación es inducida por la cópula, ya que el esperma del macho contiene factores inductores de la ovulación. El embarazo dura alrededor de un año. En los meses húmedos, cuando la vegetación se desarrolla, es su época de parición. Pasadas una o dos semanas, las madres se aparean nuevamente.

Este animal vive en la cuenca de Pastos Grandes, tanto en grupos familiares como en tropillas. Puede ser avistada frecuentemente. En Bolivia, hace cuatro décadas, estuvo al borde de la extinción por la caza para obtener su piel y lana. Los esfuerzos de protección contribuyeron a aumentar sus poblaciones hasta más de 130.000 individuos y ser clasificada como especie de preocupación menor (Libro rojo), aunque todavía se reportan eventos de caza furtiva. Existen importantes experiencias comunitarias de esquila en vivo para la obtención de su lana o vellón, el cual es comercializado de forma certificada.



Fotografía 20. Familia de vicuñas pastoreando en las serranías queñual, en la cuenca de la laguna Pastos Grandes. La organización reproductiva familiar está compuesta por un macho y de tres a seis hembras (poliginia) en el momento de receptividad de estas.



Fotografía 21. Familia de vicuñas en la serranía de acceso a la laguna Pastos Grandes atenta a nuestra presencia en la zona. El macho separado del grupo es el que alerta de posibles peligros.



Fotografía 22. Un grupo de unas 40 vicuñas macho pastorean en las serranías queñual, en la cuenca de la laguna Pastos Grandes.

El cóndor o mallku



Fotografía 23. El cóndor o mallku (*Vultur gryphus*).

El cóndor o mallku (*Vultur gryphus*) mide hasta 3,2 metros de envergadura, 1, 3 metros de largo y pesa entre 7 y 15 kilos. Es una de las aves voladoras más grandes del mundo. Los machos son más grandes que las hembras y, a diferencia de ellas, tienen cresta y pliegues de piel a manera de papada. El color del plumaje de los adultos es el característico blanco y negro –típico de la mayoría de las representaciones artísticas en las que aparece– y resalta su notorio collarín blanco. Cuando son más jóvenes, su plumaje es enteramente marrón, les toma alrededor de ocho años adquirir el plumaje adulto.

Su dieta y hábitos de alimentación es un tema muy discutido y, aunque es cierto que los cóndores pueden atacar y matar animales, como terneros o corderos, para luego alimentarse de ellos, esto sucede rara vez, en especial, cuando los encuentran postrados o enfermos. Posiblemente, devoran crías recién nacidas de llamas. Más allá de esto, sus adaptaciones morfológicas y ecológicas muestran que se trata de una especie eminentemente carroñera. Por ejemplo, su pico está hecho para desgarrar cuero, carne y vísceras, y el no tener plumas en la cabeza y el cuello le facilita el acceso al interior de los cadáveres y le permite mantenerse limpio de los restos de comida.

Su capacidad de vuelo es impresionante y también está asociada con sus hábitos carroñeros. Gracias a sus grandes dimensiones, los cóndores son capaces de aprovechar las corrientes de aire ascendente para realizar un vuelo planeado y así recorrer cientos de kilómetros con un gasto mínimo de energía. Esto les permite ser eficientes en la búsqueda de su alimento, que es un recurso impredecible en tiempo y espacio (¡simplemente no es posible saber cuándo y dónde habrá un animal muerto!). Entonces, en la búsqueda de comida, pueden cruzar fronteras, incluso llegar a más de un país o por lo menos abarcar gran parte de los países más grandes en su distribución.



Fotografía 24. Según los pastores, en estas montañas rocosas de la serranía queñual, de la cuenca de Pastos Grandes, denominadas las Torres, están los nidos de los cóndores.

Desde el punto de vista de su importancia ecológica, el cóndor, el carroñero más grande y fuerte de los ecosistemas que habita, contribuye a eliminar los cadáveres de la naturaleza, reduciendo las probabilidades de que el ambiente se contamine por la acumulación de materia orgánica en descomposición. Al estar tan bien adaptado al estilo de vida carroñero, también evita la proliferación de carroñeros potencialmente dañinos, como las ratas, los gatos y los perros.

Si su rol ecológico como carroñero es importante e insustituible, también lo es su rol cultural. A lo largo de los Andes, es muy difícil encontrar otro animal con tanta representatividad y carisma, y es que el cóndor

o el *kuntur* o el *mallku* es, por siglos, un símbolo andino de grandeza y majestuosidad. La percepción del cóndor como un ave "poderosa" le confiere un estatus privilegiado en el imaginario colectivo, por lo que no es coincidencia que, en el pasado, haya sido considerado como el nexo entre las personas y las deidades, o que actualmente sea el ave nacional de Bolivia, Chile, Colombia y Ecuador. Esto hace que sea eventualmente cazado con fines de ritualidad.

Es una especie muy amenazada en Bolivia. En el *Libro rojo de vertebrados,* estaba catalogada como vulnerable, pero fue clasificada como amenazada en la Ley de Protección del Cóndor Andino en Bolivia (Ley 1525 de 2023). Además, fue declarada Patrimonio Cultural y Natural del País y se estableció el 4 de febrero como el Día del Cóndor. Por esta ley, queda absolutamente prohibida su caza, captura o acoso.

El suri

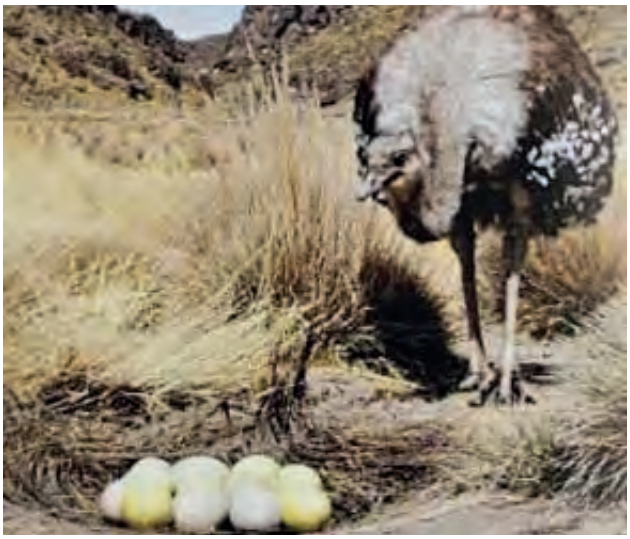


Fotografía 25. El suri o ñandú andino (*Rhea pennata*).

El suri o ñandú andino (*Rhea pennata*) es una de las aves más grandes y antiguas del planeta. Habita en las planicies de la Puna y las zonas altoandinas de Bolivia, Chile, Perú y Argentina. Vive y puede ser observada con cierta frecuencia en la cuenca de Pastos Grandes, en pastizales y espacios abiertos. Se alimenta de pastos, semillas de los arbustos de tola, gramíneas y también de invertebrados. Es una especie que se encuentra amenazada de extinción por la cacería furtiva, por la extracción de sus plumas, por la destrucción de su hábitat y, sobre todo, por la recolección de sus huevos. En el *Libro rojo de vertebrados de Bolivia,* está categorizada como amenazada.



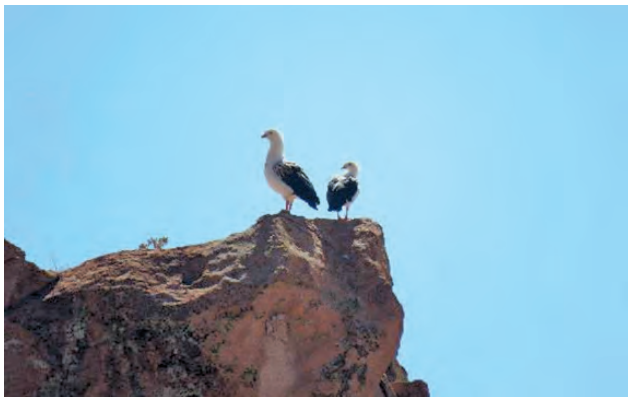
Fotografía 26. El suri o ñandú andino.



Fotografía 27. Un suri en su nido.

En la época de reproducción, en un nido construido por el macho, la hembra pone entre 10 y 18 huevos de color verde olivo y elípticos, su tamaño es variable, entre 16 a 28 centímetros. Cuando la hembra termina la postura de los huevos, el macho se encarga de la incubación que dura unos 41 días, hay casos en que se turna con la hembra.

El ganso andino o huallata



Fotografía 28. Ganso andino o huallata (*Chloephaga melanoptera*).

El ganso andino o huallata (*Chloephaga melanoptera*) es un ave de gran porte y representativa de los humedales puneños y altoandinos de Sudamérica. Tiene pico y patas de color anaranjado, cuello ancho y corto, y un pecho prominente. Es de color blanco, excepto las alas y la cola, que son negras. Habita en bofedales, lagos, lagunas y ríos, por encima de los 3.800 metros sobre el nivel del mar. El macho es notablemente más grande y desarrollado que la hembra: mide unos 65 centímetros y pesa alrededor de ocho kilos.



Fotografía 29. Un grupo de huallatas.

Las huallatas pueden ser vistas en parejas, grupos familiares y en bandadas de hasta 20 individuos, cuando están en periodo de reproducción. Las nidadas pueden ser de cuatro a ocho polluelos.



Fotografía 30. Huallata macho.

No figura en ningún grado de amenaza en el *Libro rojo de vertebrados de Bolivia*; sin embargo, en varias regiones de la Puna, disminuyó su presencia, especialmente por la retracción de los cuerpos de agua a causa del cambio climático o el deterioro de los bofedales por el impacto de la minería. También es amenazado por la caza vandálica, deportiva e ilegal. En algunas regiones, los pobladores locales recolectan sus huevos.



Fotografía 31. Una pareja de huallatas observa desde un acantilado, en un sitio próximo a la laguna Negra.

El pato crestón



Fotografía 32. El pato crestón (*Lophonetta specularioides*)

El pato crestón (*Lophonetta specularioides*) mide 50 a 60 centímetros y pesa un kilo. Se distribuye desde el sur de Sudamérica, a través de la costa Pacífica, pero es más común en los humedales de las bahías marinas y las laderas volcánicas de Santa Cruz, sur de Argentina. Algunas aves migran a La Plata, en el norte de Argentina. En Bolivia, habitan al oeste de Potosí, Tarija, Oruro y La Paz y en el centro del país, Cochabamba, principalmente a más 4.000 metros sobre el nivel del mar. No está enlistado en el *Libro rojo de vertebrados de Bolivia*, pero, en varias regiones de la Puna, disminuyó su presencia, sobre todo, por el deterioro de los cuerpos de agua y la caza furtiva para diversos fines (alimentación, vandalismo, taxidermia).



Fotografía 33. Una pareja de patos crestones.

Su cuerpo es de color gris-marrón brilloso, algo beige en el pecho; sus alas son café terroso oscuro con espéculo verde/púrpura brillante, broncíneo con algo de rosado, y destaca por sus ojos rojos. Usualmente viven en parejas territoriales o grupos familiares, además, individuos inmaduros y aves en muda se reúnen en grandes bandadas, en las lagunas y los bofedales. Nidifica en el suelo, a veces lejos del agua. La puesta de huevos varía de 6 a 10, entre octubre a diciembre, en los Andes, principalmente, entre enero a marzo con pollos ocasionalmente en invierno. Es común en los humedales de la zona de Pastos Grandes.



Fotografía 34. Bandada de patos crestones al noreste de la laguna Pastos Grandes.

El pato puneño



Fotografía 35. El pato puneño o puna (*Anas puna*).

El área de distribución del pato puneño o puna (*Anas puna*) está restringida a la región montañosa altoandina y de la Puna; vive en los humedales de la cuenca de Pastos Grandes. Su tamaño es mediano. El color de su pico es celeste; de su cara y cuello, blanco que contrasta con su corona negruzca; de su pecho, pardo grisáceo con manchas finas negras, que a la distancia parecen grises. El macho silva débilmente, en cambio la hembra emite una serie de diez o más graznidos. Es relativamente común y no está enlistado en el Libro rojo de vertebrados de Bolivia. Algunas veces, es cazado por deporte vandálico y con fines alimenticios por los pobladores locales.

La gaviota andina



Fotografía 36. La gaviota andina (*Chroicocephalus serranus*).

La gaviota andina (*Chroicocephalus serranus*) la encontramos cerca de Mallku Villamar: se la observó en lugares a 5.000 metros de altura. Tiene un cuerpo de color blanco, con una cola subterminal negra; una mancha negra en la zona auricular, y su pico y patas son rojo oscuro. Es un ave que defiende tenazmente su nido. En vuelo emite fuertes chillidos. Habita en lagunas, ríos y humedales. Madura el segundo año de su vida. Es muy común y una reguladora de los ecosistemas por sus hábitos de depredación (nidos y pichones de diversas especies de aves, pequeños reptiles y mamíferos) y de carroña. En determinadas zonas, puede afectar el estado de conservación de especies raras, como la choka cornuda (*Fulica cornuta*), por la depredación de las nidadas.

El ibis puneño



Fotografía 37. El ibis puneño (*Plegadis ridgwayi*).

El ibis puneño (*Plegadis ridgwayi*) es un ave de la familia Threskiornitidae de color negruzco, sus alas y cola son verde púrpura metálico e iridiscente, sus patas son negras y su pico es largo y curvado. Habita ecosistemas de la Puna en grandes bandadas. En la cuenca Pastos Grandes, lo encontramos en humedales, como las lagunas y los bofedales, también en proximidades del río de Mallku Villamar. Es bastante frecuente y no figura en la lista del *Libro rojo de vertebrados de Bolivia.*

El jilguero de cara gris



Fotografía 38. El jilguero de cara gris (*Sicalis uropygialis*).

El jilguero de cara gris (*Sicalis uropygialis*) mide 14 centímetros. Su cabeza y ventral son de color amarillo; su dorso, gris parduzco; sus alas y cola tienen bordes grises, y su pico es grueso. Aparece en grupos formando bandadas. Habita en matorrales arbustivos y pastizales. Se alimenta de semillas y granos, eventualmente de insectos. Es común en la cuenca de Pastos Grandes.

Los flamencos o parinas

Los flamencos o parinas son aves zancudas características de la familia Phoenocopteridae, de patas y cuellos largos y coloración rosácea. Su alimentación es especializada: sus picos angulosos son aptos para filtrar los microorganismos de las lagunas; buscan su alimento con un ligero movimiento de cabeza y hacen un zigzag con el pico. Tienen membranas en las patas, pero pocas veces nadan. Se crían en colonias.

En la laguna Pastos Grandes, hay tres especies. El flamenco chileno (*Poenicopterus chilensis*), que tiene las patas más largas y una distribución más amplia, por ello, es el más abundante. La parina grande (*Poenicoparrus andinus*), de mandíbulas inferiores más anchas, está restringida al altiplano, es menos común que el anterior y está enlistada en el libro rojo como vulnerable. La parina chica (*Poenicoparrus jamesi*) también está catalogada como vulnerable y se encuentra bajo amenaza por los efectos del cambio climático, que ocasiona el desecamiento de las lagunas y otros cuerpos de agua. Las líneas de transmisión eléctrica causan su muerte por el choque en el vuelo.



Fotografía 39. La parina grande (*Poenicoparrus andinus*).
Fotografía 40. La parina grande.



En las proximidades de la laguna Vinto y Pastos Grandes, se observó a la parina grande. Es de color blanco, con cobertoras rosadas, el tercio posterior de su cuerpo es negro y su pico también, pero el tercio basal es amarillo. Se alimenta de microalgas, como Dunaliella, que le confiere el color rosáceo, y de diatomeas (*Surirella sp*).



Fotografía 41. La parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*).

La parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) mide 90 centímetros, con cuello y patas más cortas. Sus coberteras son rosadas y el tercio posterior es negro. Prefiere las aguas salobres y poco profundas.

La gallareta andina

Fotografía 42. La gallareta andina (*Fulica ardesiaca*).



La gallareta andina (*Fulica ardesiac*a), llamada en Bolivia chocka, pertenece a la familia Rallidae y es un ave de las tierras altas de Bolivia, Perú y Chile. Habita en cuerpos de agua con abundante vegetación acuática y en bofedales. Tiene una coloración en general gris pizarra. Cabeza y cuello negro, pico blanco con lados amarillos, escudo frontal redondeado rojo obscuro y patas verde amarillentas con dedos largos provistos de lóbulos semipalmados. Su vuelo es torpe y prefiere nadar y caminar. Sus vuelos son bajos y aletea sobre la superficie del agua. Vive en pareja y grupos familiares. Es relativamente abundante. Su pariente cercano, la chocka negra grande (*Fulica gigantea),* ocupa similares hábitats, es mucho menos abundante y figura como vulnerable en el *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia*. En la cuenca Pastos Grandes, ambas especies son poco abundantes y restringidas a algunas lagunas y bofedales más grandes.

La agachona grande



Fotografía 43. La agachona grande (*Attagis gayi*).

La agachona grande (*Attagis gayi*) es un ave de reducido porte de la familia Thinocoridae. Tiene un cuerpo grande y una cabeza pequeña, su dorso es oscuro con ondulaciones grises, ocre y acanelado; su garganta, gris blanquecina; su ala ventral, blancuzca con tapadas canela, y su pico y patas son cortas y gruesas de colores amarillentos. Fue identificada en una quebrada húmeda y en un bofedal de la cuenca de la laguna Pastos Grandes a unos 4.600 metros sobre el nivel del mar. Se la observó en pareja y bandadas pequeñas.

Permanece mayormente en sitios secos próximos a los bofedales. Es relativamente mansa, en presencia de peligro se agacha al nivel del suelo para mimetizarse y también huye en grupo cantando notas aflautadas, con sonidos como tuup, tuup, tuup. Además, puede volar rápidamente, su energía es poderosa, luce sus alas largas puntiagudas y muestra su vientre prominente.

El carachi



Fotografía 44. El carachi.

El carachi es un pez endémico de la región andina del país, pertenece a la especie *Orestias agasii*, habita en fuentes de agua, bofedales y lagunas de las tierras altas de Bolivia y Perú, y en la cuenca de Pastos Grandes. Se distingue por tener un complejo de escamas irregular en la parte frontal de la cabeza, no las tiene en la parte anterior a las orbitas, en el dorso lateral del cuerpo. Es posible que la especie encontrada en Pastos Grandes (sudoccidente de Potosí y Norte de Chile) sea *Orestias ascotanensis,* también es clasificada como una subespecie, *Orestias agassi ascotanensis.*

Cualquier alteración en los cursos del agua en la región involucraría su desaparición. El carachi está clasificado como especie vulnerable en el *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia. Orestias ascotanensis,* por su rango de distribución más restringido, podría estar en situación de mayor amenaza.

La lagartija

Fotografía 45. La lagartija (*Liolaemus moquardi*).



En la laguna Pastos Grandes, se encontró una lagartija de 10 centímetros de largo que pertenece a la especie *Liolaemus moquardi.* Los pobladores locales indican que hay unas cinco especies, sin embargo, falta profundizar sobre su taxonomía y ecología. Pueden ser capturadas localmente para fines medicinales.

ANEXO FOTOGRÁFICO 2. HISTORIA NATURAL Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA MÁS REPRESENTATIVA DE LA CUENCA DE PASTOS GRANDES



Fotografía 46. **Bosque abierto de queñua (*Polylepis tarapacana*) a 4.800 metros sobre el nivel del mar, en la serranía queñual de la cuenca de la laguna Pastos Grandes. Se observa también cojines compactos de yareta.**



Fotografía 47. **Impresionantes troncos de la queñua, árbol que podría tener más de 250 años y un diámetro de hasta 55 centímetros.**



Fotografía 48. **Detalle de las hojas de la queñua y de la corteza del tronco, una característica de la especie.**



Fotografía 49. **Bosque de queñua, visto desde la ladera de exposición norte, exposición principal en la que crecen los árboles, es la más caliente, porque recibe los rayos de sol en la tarde.**



Fotografía 50. La yareta (*Azorella compacta*), en Pastos Grandes.

La yareta (*Azorella compacta*), de la familia Apiaceae, es una planta emblemática de Nor Lípez. En el pasado, su distribución fue amplia: en pisos altoandinos y subnivales. Crece también en bosques abiertos de queñua. Su población disminuyó por la sobreexplotación para el uso de combustible en las actividades mineras. Su crecimiento es extremadamente lento, 1,4 milímetros por año (Liberman, 2022); por ello, su regeneración natural es limitada o casi ausente en zonas donde fue extraída, especialmente en toda la cordillera volcánica próxima a la frontera con Chile. En efecto, entre 1915 y 1958, la minera Chuquicamata consumió 0,5 millones de toneladas de yareta para la fundición de cobre. El hábitat donde se desarrolla es extremo por su xericidad.

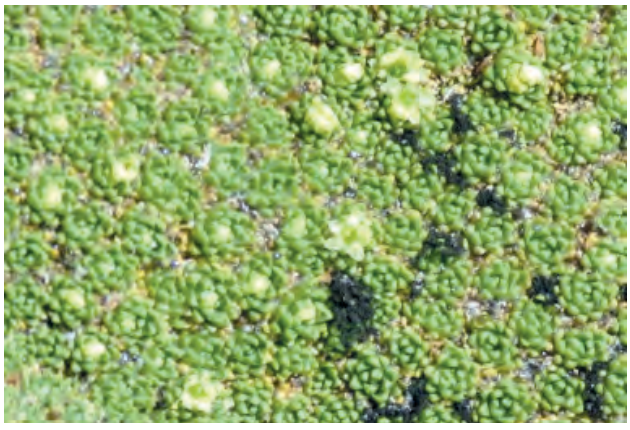
En la fotografía 50, se observan relictos de yareta de 6.000 años de edad. De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2012), es una planta protegida. Está catalogada como una especie amenazada, en la categoría de en peligro. En la cuenca de Pastos Grandes, debería ser la especie más protegida, por ejemplo, limitar a cero su extracción, ya que es un monumento de la naturaleza que vale la pena proteger.



Fotografía 51. Plantas de yareta de color gris explotadas, se las encuentra en proceso de secado que dura un año. Los yareteros utilizan barrenos para romper la raíz principal. Se la extrae para su combustión en la minería, la preparación de alimentos y para usarla como medicina.



Fotografía 52. Yareta seca, lista para su venta a empresas que explotan boratos.



Fotografía 53. Flores amarillas de la yareta, rodeadas de hojas pequeñas.



Fotografía 54. La tara thola (*Fabiana densa*).

La tara thola (*Fabiana densa*) es un arbusto que se desarrolla en sitios rocosos, planicies y laderas arenosas. Tiene una corteza rugosa, ramas erectas delgadas y hojas muy pequeñas, de dos a tres centímetros de largo, caducas y alternas. Es usada principalmente como combustible y también es una planta medicinal.



Fotografía 55. Detalle de las ramas y las hojas de la tara thola.



Fotografía 56. La chachakoma hembra (*Senecio nutans*).

La chachakoma hembra (*Senecio nutans*), que mide de 25 a 40 centímetros, es un arbusto aromático de fuerte olor y de color verde claro resinoso. Se caracteriza por sus hojas alternas aparentemente fasciculadas, por crecer en ramas cortas laterales, algo suculentas, y por sus flores tubuladas isomorfas de color amarillo. Es una planta medicinal, cosmética y es el alimento de las llamas. Crece también en bosques de queñua.



Fotografía 57. La suphu thola (*Parastrephia lepidophylla*).

La suphu thola (*Parastrephia lepidophylla*) es un arbusto resinoso xeromórfico, que forma los denominados tholares y crece cerca de la queñua. Su hábitat en la zona de estudio son las laderas pedregosas y las planicies o llanuras, en suelos bien drenados y con bajas concentraciones de sales.

Crece con numerosos tallos delgados de hasta 1,5 metros de alto, ramas erectas y cortas con hojas dispuestas en espiral y apretadas en forma de escamas compactas. Sus raíces profundas llegan hasta las napas freáticas y sus flores son amarillas. Crece en suelos arenosos. Es útil como fuente de leña, forraje, tinte, para uso ceremonial y medicinal. Fue explotada intensamente como combustible, de tal forma que su distribución se redujo al punto que es clasificada como una especie en peligro. En los últimos años, se la sustituye o reemplaza por cultivos de quinua. La planta tarda unos siete años en recuperarse.



Fotografía 58. Ramas de la suphu thola.



Fotografía 59. La suphu thola en plena floración al inicio de la estación invernal.



Fotografía 60. La lampaya (*Lampaya castellani*).

La lampaya (*Lampaya castellani*) es un arbusto perenne que crece hasta unos 80 centímetros de altura. Es ramificada desde la base, las ramas se extienden hacia los costados. Las hojas y flores son tubulares de color violeta y blancas ubicadas apicalmente. Sus hojas son simples, opuestas, gruesas y ovales. Es una planta pionera y fijadora de arenales y dunas, y bastante valorada por sus propiedades medicinales, además que se usa como forraje para las llamas y las vicuñas.



Fotografía 61. Hojas y flores de la lampaya.



Fotografía 62. Promontorio de arena fina que se acumula en las lampayas. En este caso, se extrajeron las ramas de la parte central. Esta planta es ideal para fijar las dunas de arena.



Fotografía 63. El kanlli (*Tetraglochin cristatum*).

El kanlli (*Tetraglochin cristatum*) es un arbusto raro en la zona y pertenece a la familia Rosaceae. Es espinoso y mide de 20 a 50 centímetros, sus hojas son lineares en verticilos sésiles y sus flores son rojas y pequeñas. Se emplea como combustible y también es una planta medicinal.



Fotografía 64. Detalle del fruto del arbusto de kanlli, es de color rojo y alado con pequeños dientes.



Fotografía 65. La muña muña (*Clinopodium bolivianum*).

La muña muña (*Clinopodium bolivianum*), de la familia Lamiaceae, es una especie arbustiva que crece hasta 150 centímetros. Apreciada por su valor medicinal para problemas musculares y gastrointestinales. En invierno, pierde todas sus hojas.



Fotografía 66. Detalle de las flores blancas de la muña muña.



Fotografía 67. El janqo o janqu tula (*Chersodoma jodopappa*).

El janqo o janqu tula (*Chersodoma jodopapp*a) es un arbusto que crece en laderas rocosas, expuestas y calientes. Tiene una altura variable de 40 a 100 centímetros y ramas con numerosas hojas blanquecinas, de borde entero o dentado y de forma elíptica con una punta tipo lanza.



Fotografía 68. El janqo tiene flores amarillas que luego cambian a café claro.



Fotografía 69. La ñaka thola (*Baccharis tola*).

Baccharis tola, conocida localmente como ñaka thola, es un arbusto aromático y resinoso de 40 a 120 centímetros de altura. Sus hojas son sésiles, oblanceoladas, espatuladas, con uno a dos dientes por lado. Su uso es para combustible, forraje y es medicinal. Pertenece a la familia Asteraceae.



Fotografía 70. La añawaya (*Adesmia spinosissima*).

La añawaya (*Adesmia spinosissima*) es un arbusto espinoso que crece de 40 a 120 centímetros de alto. Tiene ramas espinosas en ángulo recto, sus hojas son pequeñas y pecioladas y sus flores son también pequeñas y solitarias. Pertenece a la familia Fabaceae. Su fruto es una legumbre. Es consumida por los animales y se la utiliza como forraje.



Fotografía 71. Detalle de la flor zigomorfa de la añawaya.



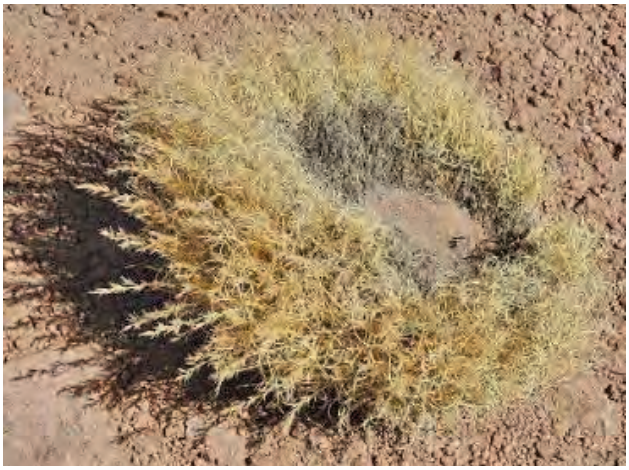
Fotografía 72. El chiki chiki (*Pygnophyllum molle*).

El chiki chiki (*Pygnophyllum molle*) es un cojín no compacto que puede alcanzar los 100 centímetros de diámetro. Suave y con terminaciones redondeadas, pertenece a la familia Caryophyllaceae. Crece en las laderas de las montañas, en suelos arenosos y pedregosos. Denominada localmente como qachu yareta, es de color verde pálido, de forma irregular, de tallos delgados y cilíndricos de 1,5 a 2 milímetros de diámetro, de hojas imbricadas de dos milímetros de largo y espiraladas. Es consumida por camélidos y en la zona se la puede observar entre los 3.900 a 4.500 metros sobre el nivel del mar.



Fotografía 73. *Pygnophyllum tetrastichum*.

Pygnophyllum tetrastichum también es un cojín de la familia Caryophyllaceae. Su tamaño varía, puede medir hasta un metro; tiene un color verdoso claro amarillento o gris, y sus tallos cuadrangulares están organizados en forma de espiral, opuestos, adelgazados en la punta y con ápices agudo a obtuso.



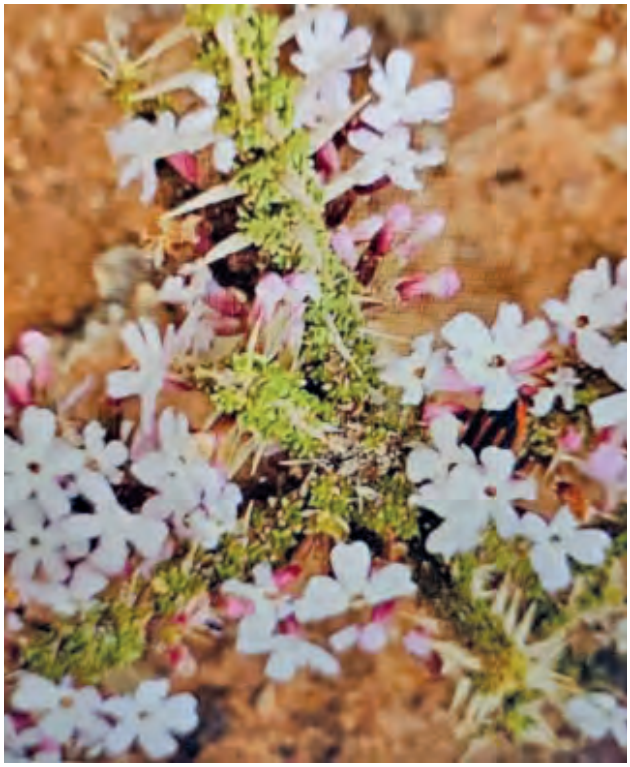
Fotografía 74. El pasto *Deyeuxia curvula*.

El pasto *Deyeuxia curvula* crece erguido de 4 a 30 centímetros. Se desarrolla en sitios secos, arenosos y también en suelos salinos de la Puna árida y semiárida. Consta de láminas con extremos curvados, punzantes y acuminadas.



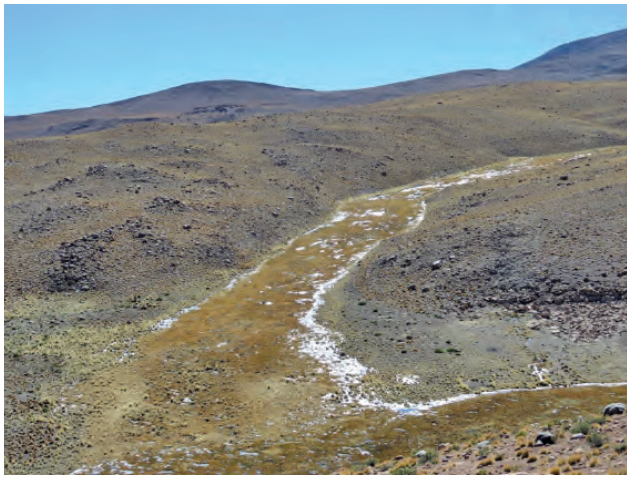
Fotografía 75. Cumulopuntia.

Cumulopuntia es el nombre genérico de un cactus perteneciente a la familia Cactaceae, nativo de Sudamérica. Su nombre, cúmulo, hace referencia a la manera como crece, formando apilamientos.



Fotografía 76. *Junellia seriphyoides*.

Junellia seriphyoides pertenece a la familia Verbenaceae y es un arbusto espinoso de unos 40 centímetros de altura. Se desarrolla en suelos pedregosos.



Fotografía 77. Zona de la serranía queñual, en la cuenca de Pastos Grandes, ladera de exposición norte.

La vegetación dominante en la serranía queñual son formaciones de pastizales xeromórficos abiertos, caracterizada por la presencia de especies de los géneros Stipa, Deyeuxia y Festuca. De fuentes u ojos de agua fósil que se ubican sobre los 4.800 metros sobre el nivel del mar provienen caudales abundantes que riegan los bofedales, que, en la Fotografía 77, están al centro. Las manchas blancas son cursos de agua congelada por el frío invernal; en esta época, a las 13:00, recién se descongela el hielo. Los bofedales son la principal fuente de forraje para las llamas, vicuñas, vizcachas y roedores.



Fotografía 78. Bofedal o humedal de pacu (*Oxychloe andina*). Este hermoso bofedal, ubicado al sur de la Laguna-salar Pastos Grandes, se parece a un conjunto de almohadas. Los ojos de agua que conforman el río Puquio, que desemboca en el salar, aportan su agua. En invierno, todos los días el agua se congela.



Fotografía 79. El pacu (*Oxychloe andina*).

El pacu (*Oxychloe andina*) es una hierba perenne, especie típica y característica de los enormes bofedales de la cuenca de la laguna Pastos Grandes. Forma cojines espinosos. El ápice de sus hojas, que es endurecido y puntiagudo, mide 5 a 8 centímetros de largo. La forma de sus frutos son cápsulas carnosas de color rojo amarillento. Estos son el alimento del ganado camélido y de las personas.



Fotografía 80. Detalle de las cápsulas del pacu. Estas se desprenden de la planta cuando los frutos ya maduraron.



Fotografía 81. El pacu macho.

Llamado localmente pacu macho, con hojas aciculares, forma cojines de gran tamaño donde pastorean los camélidos. La disposición de sus hojas punzantes es suelta o laxa y sus flores son terminales pedunculadas. Su valor socioeconómico es muy elevado, puesto que es el principal alimento de las llamas y de los pastores.



Fotografía 82. Llamas en un bofedal de pacu. Según los pastores de Mallku Villamar, en la cuenca de la laguna Pastos Grandes, pastorean unas 3.000 llamas y 1.200 vicuñas.



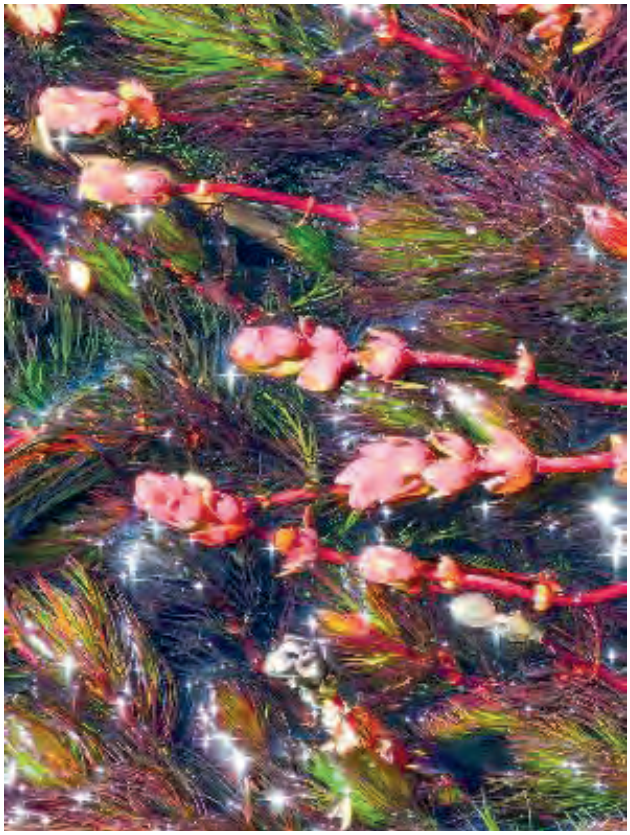
Fotografía 83. *Deyeuxia chrysantha*.

Deyeuxia chrysantha, que pertenece a la familia de las gramíneas, es una planta rizomatosa. Con inflorecencia dorado-bronceada, crece al borde de los bofedales o cursos de agua cerca del pacu. Los suelos son ricos en materia orgánica.

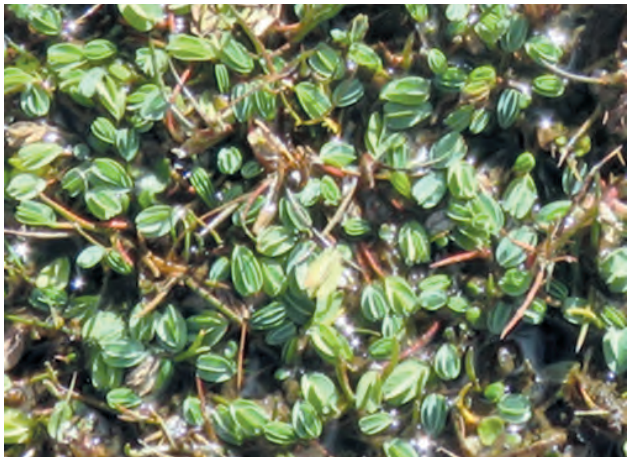


Fotografía 84. La lima o zarcillo (*Myriophyllum quitense*).

La lima o zarcillo (*Myriophyllum quitense*) es una hierba perenne que crece sumergida en las corrientes de agua de los bofedales. Se caracteriza por su tallo largo y grueso de color rojo; sus hojas filiformes, tres a cuatro por verticilo, cuyos nudos son pequeñas protuberancias rojizas y brillantes, y su flor blanca y pequeña sin pedicelo y con bractéolas abiertas.



Fotografía 85. Tallos largos, gruesos y de color rojo de la lima o zarcillo.



Fotografía 86. El libro libro (*Lachemilla diplophylla*).

El libro libro (*Lachemilla diplophylla*) es una hierba postrada de pocos centímetros de alto y crece cerca del pacu. Es una planta rizomatosa, habita en los bofedales y cursos de agua poco profundos y sus hojas flotan. Estas son pecioladas con dos alas sobre el nervio central (parece un libro de dos páginas) y un ápice trilobulado.



Fotografía 87. Graminea de la especie *Cinnagrostis rigescens* en medio de un bofedal de pacu.



Fotografía 88. El khotal (*Frankenia triandra*).

El khotal (*Frankenia triandra*) habita en la parte noreste cerca de la orilla de Pastos Grandes. En planicies o depresiones salinas no muy profundas (lugares donde en invierno, por la capilaridad, se observa una acumulación de sales), se desarrollan cojines apretados con hojas muy pequeñas de color oscuro.



Fotografía 89. El cojín de khotal forma una placa dura, levemente convexa, de color verde hasta gris rojizo. La planta es típica de lugares con afloramientos de sales o collpares.



Fotografía 90. Pastos dispuestos en semilunas de la gramínea *Deyeuxia,* que se forman en laderas inclinadas por la acumulación de material fino. Estas estructuras se denominan guirnaldas.



Fotografía 91. La chilliwa (*Festuca dolichophylla*).

La chilliwa (*Festuca dolichophylla*), también llamada paja amarilla, es una planta típica cespitosa que crece de 50 a 120 centímetros en valles secos y bordes de los bofedales. Sirve como forraje para las llamas.



Fotografía 92. La alpasikhy (*Werneria pygmaea*).

La alpasikhy (*Werneria pygmaea*) pertenece a la familia Asteraceae o Compositae. Es una hierba perenne, con un rizoma horizontal, que se desarrolla en medio de los bofedales. Sus hojas son lineares y agudas arrosetadas, su tallo subterráneo casi vertical y sus flores blancas dimorfas.



Fotografía 93. *Gentiana sedifolia*.

Gentiana sedifolia es una hierba perenne típica de los bofedales que crece hasta cinco centímetros de alto. Su raíz central es rojiza, sus hojas lanceoladas, su flor abierta de color celeste mide un centímetro de ancho y tiene cinco pétalos soldados. Es también medicinal.



Fotografía 94. Mosaico de un bofedal de pacu. Su fisionomía es almohadillada y está rodeado e inundado de cursos de agua cálcico-bicarbonatada algo salina y pequeñas lagunitas. Los cuerpos de agua, en muchos casos, son subterráneos.



Fotografía 95. Los tallos de *Cyperaceae de Zameiocirpus muticus*.

Los tallos de *Cyperaceae de Zameiocirpus muticus* son de color amarillo y sus estructuras son verde oscuro. Pertenecen a una especie de la división Cyanophyta, a la familia Nostocaceae y a la especie *Nostoc commune,* conocida localmente como cushuro, una alga azul-verde microscópica que forma un conjunto de filamentos embebidos en una matriz gelatinosa. Habita en un medio bentónico de poca profundidad. Las estructuras de los filamentos del alga se denominan heterocistos y se encargan de fijar el nitrógeno del aire o el medio acuoso. Los pobladores, en época de Semana Santa, utilizan el cushuro para la preparación de platillos o también es empleado como bioabono de alta calidad (Cadima et al., 2005). En la zona del proyecto, se lo observó en los cursos de agua del manantial Puquio.



Fotografía 96. El manejo de los bofedales de pacu.

El manejo de los bofedales de pacu consiste en sacar trozos o tepes para desviar los cursos de agua, lo que permite el riego de los bofedales que se están secando.



Fotografía 97. El manejo de los bofedales en la cuenca de Pastos Grandes.

Los pastores, con el fin de preservar los bofedales, realizan una serie de actividades de mantenimiento, como construir canales de riego para evitar que los bofedales se sequen y, por tanto, la falta de forraje para las llamas y las vicuñas.



Fotografía 98. El cocha pasto (*Ranunculus uniflorus*).

El cocha pasto (*Ranunculus uniflorus*) es una planta herbácea pequeña, de raíces fibrosas ramificadas, tallos estoloníferos también ramificados y hojas glabras con peciolos largos de 6 a 15 centímetros. Crece sumergida en el agua, en vertientes, bofedales o pantanos altoandinos.



Fotografía 99. El manejo de un bofedal, de un canal principal se ramifican los secundarios para mantener húmedos los sectores que se secan. También se regula el caudal con piedras, como se observa en la imagen.

ANEXO 3. APORTES PARA UN SISTEMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES

Aspectos generales del monitoreo ecológico y socioambiental

El monitoreo ambiental implica conferir importancia tanto a los procesos biológicos como a los socioeconómicos y socioculturales. Detecta e identifica variaciones y cambios en los procesos ecológicos (grado de variabilidad y vulnerabilidad) que afectan a la estabilidad de los ecosistemas y su funcionamiento, utilizando metodologías definidas a partir de indicadores de cambios específicos. Se orienta a vigilar y dar seguimiento constante a las situaciones de impacto (modificación de los ecosistemas y paisajes, contaminación, extracción de agua) que ocasionan la degradación o cambios no deseables en los ecosistemas y procesos ecológicos (monitoreo ecológico), y cómo estos influyen o afectan a las comunidades locales, en cuanto a sus recursos y disponibilidad de medios de vida, su seguridad alimentaria, la salud ambiental y su participación en los procesos de control de sus espacios (monitoreo socioambiental).

El monitoreo socioambiental observa, vigila y obtiene datos básicos en forma periódica y continua, proporcionando una valiosa información accesible a los encargados de la planificación del control y manejo de las variables de impacto que afectan un espacio o territorio. Se obtienen criterios claves de manejo y se toman medidas oportunas de prevención y control, a través del monitoreo del grado de impacto de las actividades de proyectos en determinados espacios territoriales. Asimismo, se trabaja con base en un conjunto de temas priorizados sobre los cuales se definen parámetros, variables e indicadores de cambio, que son los que posibilitan medir el grado de variabilidad de un fenómeno o un proceso que se da como respuesta a determinados impactos. Y permite obtener criterios claves de control y manejo en la toma de medidas oportunas para reducir o neutralizar los impactos y las amenazas a los procesos ambientales. El objetivo general de los sistemas de monitoreo socioambiental se enfoca en la generación de alertas y de prevención de amenazas o el incremento de impactos sobre los ecosistemas y los medios de vida.

Los sistemas de monitoreo socioambiental, en el caso de los proyectos y procesos extractivos, pueden ser útiles para demostrar o visibilizar el cumplimiento o incumplimiento de los compromisos de control y prevención de los estudios de impacto y las consultas participativas, con el fin de incidir y lograr rectificaciones o paralizaciones oportunas de los procesos que causan los impactos. En el monitoreo socioambiental se debe incorporar la participación de los actores locales en los procesos de monitoreo de sus espacios tradicionales o territorios, en concordancia con el fortalecimiento integral de sus organizaciones.

Elementos estratégicos y criterios para el plan y la línea base de monitoreo

Frente a proyectos de actividades mineras de explotación del litio en los salares, impulsados por Yacimientos de Litio Boliviano (YLB) o cualquier empresa extranjera, es imprescindible el monitoreo tanto por la magnitud de las actividades extractivas proyectadas como por los antecedentes de negligencia y falta de responsabilidad en la toma de recaudos ambientales en la fase preliminar de movilización, la cual ya generó impactos en el frágil entorno de la laguna-salar.

Implementar un plan de monitoreo y su línea base, en estas circunstancias, es complejo y comprende varias etapas y la medición de muchas variables, sin embargo, deben ser planteados de manera simple y concreta, para optimizar su realización y efectividad. La participación de los actores locales en los procesos de monitoreo es fundamental no solo por criterios éticos, sino porque es su derecho, su territorio y porque la gente local, en especial los pastores de llamas, conocen a detalle las condiciones del paisaje, el funcionamiento de los ecosistemas, en especial de los bofedales, la distribución de las especies, los flujos de agua.

Los temas y sus variables deben ser abordados por un equipo de técnicos y monitoreadores locales, previamente capacitado. Su presencia en la zona debe ser permanente y debe estar en constante contacto con los técnicos ambientales. Si bien por norma la empresa cubre el trabajo del equipo que realiza el monitoreo, con recursos debidamente presupuestados en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), de ninguna manera significa que el grupo depende de esta, es decir, no está supeditado a la empresa en aspectos de conformación, funcionamiento, rendición de informes, siendo necesaria su autonomía o independencia. Si las acciones de los monitoreadores dependerían de las empresas, existiría un claro conflicto de intereses y propensión a la parcialidad a los intereses corporativos, esto ya se evidenció en varias oportunidades, en otros proyectos mineros e hidrocarburíferos. Es imprescindible conformar comités de monitoreo y seguimiento socioambiental en cada territorio donde se establezcan proyectos de explotación del litio, los cuales deben estar integrados por los representantes de las comunidades indígenas, de los criadores de llamas y de las cámaras de turismo y hoteleras regionales.

El monitoreo de los impactos previstos por el proyecto debe incluir tareas regulares o permanentes de veeduría, es decir, de vigilancia constante, asistemática o abierta, por parte de los pobladores locales, las organizaciones de la sociedad civil, los científicos y los voluntarios. Esta veeduría incluye visitas imprevistas a las zonas críticas y vulnerables o a los sitios de operación. Es posible que determinados aspectos biofísicos específicos o más sofisticados (p.e. mediciones de pH, toma de muestras de aguas, medición de calidad y cantidad de aguas subterráneas, censos de especies) requieran de la intervención de científicos expertos o de universidades. Su participación debe estar plenamente sujeta a convenios o acuerdos con las poblaciones y las organizaciones locales, así como a los respectivos permisos comunales. Esto se considera clave, dado el conflicto suscitado, en años anteriores, por el ingreso no autorizado ni anunciado de investigadores de universidades del país.

La empresa que inicie operaciones debe firmar compromisos con las comunidades y las autoridades ambientales, nacionales y departamentales, para no interferir, obstaculizar ni impedir el acceso y las labores del equipo de monitoreo o veedores de las comunidades u organizaciones locales o externas.

Elaborar un plan de monitoreo requiere inicialmente la definición de los aspectos prioritarios que causan preocupación por el riesgo del ingreso de grandes operaciones de explotación en los salares, lo cual parte de una propuesta de objetivos del proceso.

Objetivo central del plan de monitoreo:

Minimizar los impactos ecológicos, socioambientales y culturales, tanto directos como colaterales, de la explotación del litio en los salares.

Objetivos específicos:

- Conocer los cambios significativos en las fuentes de agua (ojos de agua, nacientes, vertientes) y los bofedales, por ser ecosistemas fundamentales en el equilibrio socioambiental de las zonas.
- Contribuir a la reducción y prevención de los impactos sobre la vegetación natural y las especies de la flora y la fauna de las zonas, con especial enfoque en las especies con algún grado de amenaza.
- Apoyar en la reducción significativa de los impactos y efectos de la contaminación derivados de la explotación minera.
- Apoyar en la reducción significativa de los impactos sobre la calidad ambiental por la emisión de aguas residuales y residuos sólidos.
- Velar por el cumplimiento estricto de la normativa ambiental, la elaboración del respectivo EEIA, así como los mandatos de la Constitución y los convenios internacionales en asuntos indígenas.
- Velar por la participación local y la consulta previa de buena fe, y la no ocurrencia de situaciones de cooptación y prebendalismo a pobladores y dirigencias locales.
- Velar por la no ocurrencia de impactos socioculturales sobre las poblaciones locales.

Criterios y elementos estratégicos del plan de monitoreo y la veeduría ecológica y socioambiental

PROBLEMA – IMPACTO (tema priorizado)	OBJETIVO	VALOR EN RIESGO	VARIABLES E INDICADORES	LUGARES O SITIOS	METODOLOGÍAS GENERALES
Fase de explotación del litio, extracción de salmueras, para la producción de carbonato de litio					
Extracción de grandes volúmenes de agua de ecosistemas proveedores, como los bofedales, las nacientes y los ríos asociados	Vigilar y observar el EEIA y todas las acciones de la empresa y YLB respecto de las intenciones y los planes de obtención de agua en la cuenca.	Nacientes u ojos de agua (manantiales), ríos y bofedales, aguas subterráneas.	Deterioro de los bofedales por procesos de desecamiento. Tareas de entubamiento o perforación. Reducción de caudales.	Sitios de nacientes de gran altura y bofedales en la serranía queñual y los cerros Chucuilla, Tapaquillcha y Pastos Grandes.	Seguimiento a la elaboración del EEIA. Veeduría permanente y visitas imprevistas. Recorridos mensuales en los sistemas de las nacientes y los bofedales. Potencial uso de drones.
Construcción de vías de acceso a los sitios de extracción de salmueras	Vigilar y observar el EEIA y los planes de acceso al salar y sus salmueras.	Ecosistemas frágiles de bordes del salar. Interior del salar y lagunas asociadas.	Deterioro acelerado del paisaje. Daños a las comunidades claves (lampayares y bofedales del entorno).	Bordes del salar, accesos ya establecidos en la fase de movilización inicial. Zonas interiores del salar.	Seguimiento al EEIA y planes de movilización y acondicionamiento. Veeduría constante y visitas imprevistas. Recorridos quincenales. Potencial uso de drones.
Extracción de grandes volúmenes de salmueras	Vigilar que los pozos de extracción se perforen en las zonas previstas y definidas en el proyecto y el EEIA.	Superficie del interior del salar.	Niveles de cobertura (superficies) de socavación y extracción. Profundidades de extracción de las salmueras. Mayor superficie de socavación-extracción.	Zonas interiores del salar y cerca de los espejos de las lagunas.	Seguimiento al EEIA y planes de movilización y acondicionamiento. Veeduría constante y visitas imprevistas. Recorridos quincenales. Potencial uso de drones.
Contaminación por desecho de residuos industriales (boro, magnesio, sodio) u otro tipo en el proceso de EDL vía reinyección	Evitar que los niveles de contaminación por residuos sobrepasen los límites impuestos en el EEIA o que estos sean depositados fuera de los sitios convenidos.	Ecosistemas sensibles, como ser bofedales, cursos de agua, lagunetas, sitios interiores del salar. Aguas subterráneas por infiltración o vertido directo.	Volúmenes o cantidad de residuos generados y depositados. Variación del número y ubicación de sitios definidos para el vertido de los residuos. Aumento irregular de los lugares de vertido.	Zonas próximas a los bordes o entorno del salar, lugares cercanos a las vías de acceso o de las instalaciones. Aguas subterráneas.	Seguimiento al EEIA y planes de eliminación o procesamiento de residuos. Veeduría constante y visitas imprevistas. Mediciones de pH y sólidos, en cursos de agua o aguas subterráneas. Recorridos quincenales. Georreferenciación de vertidos irregulares.
Ingreso de líneas de transmisión de energía: mortandad de aves por choque y afectación del paisaje	Minimizar el impacto sobre la avifauna. Evitar los tramos de mayor movimiento de avifauna.	Avifauna que cruza la región: aves migratorias, flamencos, patos, rapaces, etc.	Choque y mortandad de aves al chocar con las líneas de trasmisión.	A lo largo de las zonas de líneas instaladas en especial las que cruzan cerca del salar-laguna.	Registros de orientaciones del vuelo de aves y bandadas. Reporte de muertes por choque. Georreferenciación.
Toxicidad del litio (en el aire o en las aguas y los suelos), contaminación laboral	Verificar niveles mínimos de contaminantes (polvo de litio y residuos) en el aire, el agua, los suelos y que estos no se incrementen.	Salud de los trabajadores en las zonas de producción y procesamiento	Niveles de contaminantes (polvo de litio y residuos) en el aire, el agua y los suelos. Frecuencia de trastornos en vías respiratorias, mucosas, piel.	Mayormente al interior de las instalaciones de procesamiento. Sitios cercanos y zonas de producción, acopio, empaque.	Medición de los niveles de contaminación por polvos de litio y residuos en las instalaciones de procesamiento y periferias.

PROBLEMA – IMPACTO (tema priorizado)	OBJETIVO	VALOR EN RIESGO	VARIABLES E INDICADORES	LUGARES O SITIOS	METODOLOGÍAS GENERALES
Ingreso de un alto número de técnicos y operarios	Controlar la cantidad de personal (técnicos, trabajadores) de acuerdo a lo proyectado en el EEIA y los planes de operación.	Ecosistemas sensibles, fuentes de agua, presencia de fauna silvestre.	Cantidad de personas asignadas a diversas labores. Construcción de más instalaciones en los campamentos. Ahuyentamiento de la fauna silvestre.	Zonas de operaciones, campamentos, vías de acceso, instalaciones espontáneas de gente foránea.	Registro de la cantidad de personas de acuerdo a lo previsto en el EEIA y los planes de operación del proyecto.
Contaminación acústica, afectación del paisaje sonoro natural	Medir el potencial incremento del ruido como elemento de perturbación.	Paisaje sonoro natural, caracterizado por ser apacible.	Niveles de incremento de ruidos. Ahuyentamiento de la fauna silvestre.	Sitios de operación, campamentos, vías de acceso.	Medición de los niveles de ruido, en zonas de producción, campamentos y vías.
Continuidad de la fase de movilización y acondicionamiento de espacios, a mayor escala que las incursiones de movilización inicial					
Movimiento de tierras para la construcción de vías e infraestructuras con uso de maquinaria pesada	Verificar con rigurosidad lo establecido en el EEIA y el plan de acondicionamiento, con el fin de minimizar el impacto sobre los ecosistemas.	Ecosistemas, paisajes, hábitats, sensibles: zonas de roquedales, bordes del salar, bofedales. Comunidades vegetales vulnerables.	Variaciones de superficies de movimientos de tierras y construcciones, aumento del número de vías de acceso y cantidad de campamentos.	Sitios definidos en los planes de acondicionamiento y movilización, así como en el EEIA.	Seguimiento al EEIA y planes de movilización y acondicionamiento. Veeduría constante y visitas imprevistas. Recorridos quincenales. Potencial uso de drones. Georreferenciación de los sitios afectados.
Vertido y acumulación de escombros en sitios sensibles	Evitar los niveles de acumulación de escombros fuera de los sitios establecidos o acordados en el EEIA.	Ecosistemas sensibles, como ser bofedales, cursos de agua, lagunetas, sitios especiales cercanos a las instalaciones. Deterioro de los paisajes.	Uso efectivo de los sitios definidos para el vertido de los escombros. Lugares afectados por el vertido irregular de los escombros. Aumento de los lugares de vertido irregular.	Zonas próximas a las vías de acceso o de las instalaciones.	Seguimiento del EEIA y planes de eliminación de los escombros. Veeduría constante y visitas imprevistas. Recorridos quincenales. Georreferenciación de los sitios afectados.
Presencia de una cantidad elevada de personas	Controlar el número de personas (técnicos, trabajadores) de acuerdo a lo proyectado en el EEIA y los planes de operación.	Ecosistemas sensibles, fuentes de agua, presencia de fauna silvestre.	Cantidad de personas asignadas a diversas labores. Construcción de más instalaciones en los campamentos. Ahuyentamiento de la fauna silvestre.	Zonas de operaciones, campamentos, vías de acceso, instalaciones espontáneas de gente foránea.	Registro de número de personas de acuerdo a lo previsto en el EEIA y los planes de operación del proyecto.
Tomas o captaciones de agua de sitios sensibles, como bofedales, riachuelos o lagunas, para uso y servicio de los campamentos y las redes de alcantarillado	Dar seguimiento al EEIA y al plan de acondicionamiento, sobre la obtención de agua para la dotación de los campamentos.	Ríos y bofedales de la parte baja de la cuenca, aguas subterráneas.	Deterioro de los bofedales o cursos de agua, procesos de desecamiento. Tareas de entubamiento o perforación. Reducción de caudales.	Sitios de bofedales o cursos de agua cerca de las instalaciones y los campamentos.	Seguimiento a la elaboración del EEIA y planes operativos. Verificaciones recurrentes sistemáticas. Veedurías sorpresivas. Georreferenciación de sitios afectados.

PROBLEMA – IMPACTO (tema priorizado)	OBJETIVO	VALOR EN RIESGO	VARIABLES E INDICADORES	LUGARES O SITIOS	METODOLOGÍAS GENERALES
Contaminación por aguas servidas, grises y negras, provenientes de los campamentos y otras instalaciones	Evitar los niveles de contaminación por las aguas residuales, a partir de procesos de mitigación y manejo acordados en el EEIA, y que las aguas no tratadas sean vertidas fuera de los sitios establecidos.	Ecosistemas sensibles cercanos a las instalaciones y vías, como bofedales o ríos. Aguas subterráneas.	Niveles de abatimiento de contaminantes: valores de DBO-DQO definidos en el EEIA. Número y ubicación de sitios definidos para el vertido de los residuos. Aumento de los lugares de vertido irregular. Aumento de la DBO y DQO.	Zonas próximas a los campamentos, otras instalaciones o vías de acceso. Aguas subterráneas en zonas de vertido.	Seguimiento al EEIA y los planes de eliminación de aguas grises o negras. Mediciones de DBO, DQO, en cursos de agua o aguas subterráneas. Vigilancia del funcionamiento de los compromisos de mitigación, como los procesos del tratamiento de las aguas residuales. Recorridos quincenales. Georreferenciación de los sitios afectados.
Contaminación por residuos sólidos provenientes de los campamentos u otras instalaciones, en especial del plástico, como botellas y bolsas	Evitar que los niveles de contaminación por residuos sobrepasen los límites impuestos en el EEIA o que estos sean depositados fuera de los sitios convenidos, incluye la presión de fecalismo abierto.	Paisajes naturales, ecosistemas sensibles, cuerpos de agua. Aguas subterráneas por lixiviado de residuos.	Deterioro del paisaje por la basura dispersa o heces fecales. Contaminación por la acumulación de residuos que sobrepase la capacidad de los rellenos establecidos. Contaminación de aguas subterráneas por lixiviado. Alto riesgo de enfermedades y daños a la vida silvestre.	Periferia de los campamentos y otras instalaciones, cuerpos de agua, vías de acceso, entorno de comercios, caminos en general.	Registro de volúmenes de los residuos depositados y de las variaciones a lo largo del tiempo. Vigilancia de los compromisos de mitigación: minimización del uso de plásticos, prácticas de reutilización y reciclaje- compostaje. Georreferenciación de los sitios afectados.
Eventual ingreso e instalación de personas ajenas, en especial de comerciantes (tiendas, fondas, pensiones, bares)	Reducir el aumento no planificado de personas foráneas al proyecto y la zona.	Espacios cercanos a las instalaciones, campamentos, vías de acceso y caminos en general.	Proliferación de instalaciones espontáneas de negocios, pensiones o bares. Aumento del nivel de ruido, del consumo de productos en envases de plástico, del consumo de alcohol, etc.	Zonas próximas a las instalaciones, campamentos, vías de acceso y caminos en general.	Registro de personas y negocios autorizados por la comunidad y el proyecto. Vigilancia periódica.
Daños colaterales					
Daños colaterales relacionados con la extracción de ciertos recursos vivos o caza furtiva por personal del proyecto	Contribuir al control riguroso de la extracción de los recursos vivos y de la caza furtiva, ilegal y deportiva.	Ecosistemas sensibles de roquedales, yaretales, tholares, bofedales.	Corte de árboles de queñua, de matas de yareta y de diversas especies de tholas. Caza o captura de especies clave amenazadas: vicuña, cóndor, puma, zorro, gato andino, suri, huallata, vizcacha, huevos de perdíz o suri.	Sitios alejados naturales en las serranías (especialmente la queñual) y los bofedales. Vías de ingreso a la zona.	Recorridos periódicos en zonas sensibles y en vías. Verificación de señalización advertidora. Estimaciones semestrales de abundancia de especies indicadoras de la fauna. Vigilancia estricta de comercios, pensiones, campamentos.

PROBLEMA – IMPACTO (tema priorizado)	OBJETIVO	VALOR EN RIESGO	VARIABLES E INDICADORES	LUGARES O SITIOS	METODOLOGÍAS GENERALES
Daños colaterales vinculados con la fauna silvestre y el ganado camélido por accidentes vehiculares (atropello)	Reducir la frecuencia de los accidentes (atropellamiento) y verificar el cumplimento de las prohibiciones, medidas de prevención, control y mitigación, establecidas en el EEIA.	Espacios naturales a lo largo de las vías de ingreso a la zona y de acceso al salar.	Atropellamiento por imprudencia, exceso de velocidad. Afectación de especies claves amenazadas: puma, zorro, vicuña, suri, perdices, gato andino, vizcachas, ganado camélido (llamas).	Vías camineras en toda la zona, en especial las que permiten el exceso de velocidad.	Recorridos periódicos en vías. Registro de casos de atropellamiento. Georreferenciación de los sitios de los accidentes. Verificación de los pasos de la fauna con rompemuelles y señalización advertidora de velocidad.
Quemas accidentales o inducidas pueden derivar en incendios que impactan sobre la vegetación natural	Minimizar el riesgo de ocurrencia de los incendios en la cuenca y verificar el cumplimiento de las prohibiciones y directrices de prevención y control del EEIA.	Ecosistemas vulnerables, como el pastizal xérico, los tholares, los queñuales.	Potenciales afectaciones por efecto de los fuegos inducidos por el manejo tradicional de los pastos, vandalismo, negligencia. Sitios georreferenciados de quemas.	Diversas zonas con manejo de pasturas y cría de llamas. Zonas más vulnerables con accesos facilitados y entornos de las vías.	Recorridos periódicos mensuales en la época seca. Verificación de las medidas de control y de señalización advertidora. Georreferenciación de los sitios afectados.
Impactos socioculturales					
Alto riesgo por el aumento del consumo de bebidas alcohólicas o drogas, reyertas, inducción a la prostitución, daños a los menores	Contribuir a la no ocurrencia en la zona de situaciones de conflicto, consumo de alcohol, violencia, delitos y alteración del orden.	Tranquilidad y vida apacible y en armonía de los sistemas de vida de los pobladores locales.	Proliferación de actos delictivos y de la alteración de la convivencia. Aumento del número de conflictos familiares y entre personas, así como las denuncias policiales.	Mayormente en sitios de negocios y expendio de bebidas alcohólicas, también en campamentos y otras instalaciones de la empresa.	Verificación periódica del cumplimiento de las medidas de prevención y control. Registro de denuncias, encuestas a pobladores locales.
Ausencia de la consulta previa e informada o su realización de forma deficiente y de mala fe. Vulneraciones de los derechos de participación, renuencia a dar información. No respuesta a las denuncias o las solicitudes.	Apoyar la realización de una consulta previa de buena fe, en estricta correlación con el EEIA, así como verificar el cumplimiento de las medidas y demandas previstas en la consulta previa.	Derechos indígenas reconocidos en la Constitución, convenios internacionales y diversas normas del país. Derecho a la consulta y al territorio. Derecho a un medioambiente sano.	Vulneración de los derechos indígenas reconocidos en la Constitución, convenios internacionales y diversas normas del país. Derecho a la consulta y al territorio (TCO Nor Lípez) y a un medioambiente sano.	Selección del sitio o lugar para la realización de la consulta previa, que permita la mayor participación posible de las poblaciones y representaciones locales de la región.	Verificación del envío de las demandas locales, como una consulta previa de buena fe, así como la recepción de estas por las autoridades ambientales, la empresa, YLB y la Defensoría del Pueblo. Verificación de las respuestas de las autoridades a las demandas locales. Seguimiento permanente al desarrollo de la consulta previa.
Acciones de cooptación y prebendalismo de dirigencias y poblaciones locales por parte de la empresa.	Evitar acciones de cooptación y prebendalismo por parte de YLB-empresa. Orientar las denuncias públicas y a las autoridades del Estado.	Nivel de gobernanza, unidad y fortalecimiento de las organizaciones y comunidades locales de la TCO Nor Lípez.	Ocurrencia de conflictos y denuncias entre la organización de la TCO Nor Lípez y las representaciones comunales con YLB-empresa.	Mallcu Villamar y otras poblaciones locales de la TCO Nor Lípez.	Verificación y seguimiento de denuncias y casos de conflicto por cooptación y prebendalismo.

PROBLEMA – IMPACTO (tema priorizado)	OBJETIVO	VALOR EN RIESGO	VARIABLES E INDICADORES	LUGARES O SITIOS	METODOLOGÍAS GENERALES
Afectaciones a la calidad de vida de los pobladores locales	Reducir el impacto de medidas o situaciones externas que afectan la calidad de vida, bienestar y salud de los pobladores locales.	Ingresos económicos, acceso a medios de vida, seguridad alimentaria, salud, estabilidad y bienestar emocional.	Ocurrencia del encarecimiento de los productos locales, reducción del acceso a los medios de vida. Cambios de la dieta, aumento del consumo de alimentos foráneos y trastornos emocionales.	Mallcu Villamar y otras poblaciones locales de la TCO Nor Lípez.	Realización de encuentros comunitarios periódicos. Elaboración de encuestas e indagaciones sociocuturales. Verificación y seguimiento de denuncias y casos de conflictos y malestar social.

Propuesta de acciones de monitoreo científico y comunitario para los ecosistemas, los procesos ecológicos y las especies de la flora y la fauna susceptibles a mayores impactos

Comunidad vegetal-especie	Problemática (impactos y amenazas) - hábitats	Objetivo del monitoreo y variables	Metodología
Bofedales	Impactos relacionados con las sequías recurrentes a causa del cambio climático ocasionan desecamiento. Alto riesgo de expoliación de sus aguas por proyectos mineros a gran escala.	Contribuir a su conservación y neutralizar impactos. Medición de la posible reducción de caudales, verificación de daños a la vegetación.	Medición de caudales, verificación de zonas con muerte y desecamiento de la vegetación. Potencial uso de drones.
Ojos de agua, nacientes y cursos de agua-lagunetas	Posible deterioro por efectos del cambio climático. Riesgo de expoliación de aguas por los megaproyectos mineros.	Contribuir a su conservación y neutralizar impactos. Medición de posible reducción de los caudales.	Medición de caudales, verificación de cambios o situaciones de desecamiento.
Queñuales (*Polylepis tarapacana*) Roquedales	Impactos de la extracción, como leña, para la minería del boro y usos locales. Riesgo de quemas y de la extracción, para su uso como leña, por parte de personas relacionadas con el proyecto del litio.	Contribuir a su conservación y neutralizar los impactos. Verificación del corte de ramas o tala.	Mediciones de coberturas afectadas. Georreferenciación en caso de daños.
Yaretales (*Azorella compacta*) Roquedales	Impactos de la extracción como leña para la minería del boro y usos locales. Riesgo de quemas y de la extracción, para su uso como leña, por parte de personas relacionadas con el proyecto del litio.	Contribuir a su conservación y neutralizar los impactos. Verificación de los daños a los cojines.	Mediciones de coberturas afectadas. Georreferenciación en caso de daños.
Lampayares - tholares: matorrales de lampaya *Fabiana-Parasthrephia*	Uso local como leña o combustible. Riesgo de quemas y de la extracción, para su uso como leña, por parte de personas relacionadas con el proyecto del litio.	Contribuir a su conservación y neutralizar los impactos. Verificación del corte de ramas o tala.	Mediciones de coberturas afectadas. Georreferenciación en caso de daños.
Aves acuáticas: playeros altoandinos y migratorios (géneros *Tringa, Recurvirostra, Phalaropus*)	Impactos por daños o deterioro de los hábitats (bofedales, cuerpos de agua). Probable reducción de sus poblaciones. Ahuyentamiento por ruidos y presencia de personas.	Contribuir a su conservación y protección de sus hábitats. Cambios en su frecuencia y abundancia poblacional. Desaparición de ciertas zonas claves.	Observaciones y conteos o muestreos poblacionales. Georreferenciación.
Choka grande (*Fulica gigantea*)	Impactos por daños o deterioro de los hábitats (bofedales, cuerpos de agua). Probable reducción de sus poblaciones. Ahuyentamiento por ruidos y presencia de personas. Caza eventual.	Contribuir a la conservación y protección de sus hábitats. Cambios en su frecuencia y abundancia poblacional. Desaparición de ciertas zonas claves.	Observaciones, conteos o muestreos poblacionales. Georreferenciación.

Comunidad vegetal-especie	Problemática (impactos y amenazas) - hábitats	Objetivo del monitoreo y variables	Metodología
Huallata (*Chloepohaga melanoptera*)	Impactos por daños o deterioro de los hábitats (bofedales, cuerpos de agua). Probable reducción de sus poblaciones. Ahuyentamiento por ruidos y presencia de personas. Caza eventual.	Contribuir a la conservación y protección de sus hábitats. Cambios en su frecuencia y abundancia poblacional. Desaparición de ciertas zonas claves.	Observaciones, conteos o muestreos poblacionales. Georreferenciación.
Orestias ascotanensis	Pez cyprinodontido, muy raro y endémico de la región occidental volcánica (Bolivia y Chile).	Contribuir a su conservación y protección de sus hábitats (cursos de agua, ríos de bofedales, lagunetas). Bajo condiciones de impacto podría desaparecer de la zona.	Observaciones, conteos o muestreos poblacionales, captura eventual para la toma de fotografías. Georreferenciación.
Vicuña (*Vicugna vicugna*)	Impactos por cacería en décadas pasadas. Persisten eventuales casos de caza furtiva. Posible recuperación de sus poblaciones.	Contribuir a su conservación y protección de sus hábitats. Cambios en su frecuencia y abundancia poblacional. Desaparición de ciertas zonas claves.	Observaciones, conteos o muestreos poblacionales. Georeferenciación. Posible ubicación con drones.
Chinchilla (*Chinchilla chinchilla*)	Extremadamente rara, posiblemente extinta por la sobreextracción en décadas pasadas.	Búsqueda para eventual registro.	Toma de fotografía y georreferenciación.
Gato andino (*Leopardus jacobita*)	Ahuyentamiento, caza furtiva y eventual captura de crías. Escasas poblaciones dispersas. Hábitat principal en zonas de roquedales poco accesibles.	Contribuir a su protección y reducir las amenazas. Desaparición de ciertas zonas donde antes fue registrado.	Observaciones, conteos o muestreos poblacionales. Georreferenciación.
Gato de pajonal (*Leopardus colocolo*)	Ahuyentamiento, caza furtiva y eventual captura de crías. Escasas poblaciones dispersas. Hábitat principal en zonas de roquedales poco accesibles. Con frecuencia confundido con el gato andino.	Contribuir a su protección y reducir las amenazas. Desaparición de ciertas zonas donde antes fue registrado.	Observaciones, conteos o muestreos poblacionales. Georreferenciación.
Cóndor (*Vultur griphus*)	Cazado por atribuir daños a rebaños de llamas (supuesto ataque a crías). Caza vandálica, deportiva y para fines rituales.	Contribuir a su protección y reducir las amenazas. Desaparición de gran parte de la zona.	Observaciones, conteos o muestreos poblacionales. Georreferenciación.
Suri (*Rhea pennata*)	Capturado por sus plumas, extracción de sus huevos, atropellamiento en caminos.	Contribuir a su protección y reducir las amenazas. Desaparición de ciertas zonas donde antes fue registrado.	Observaciones, conteos o muestreos poblacionales. Georreferenciación.
Zorro (*Lycalopex culpaeus*)	Perseguido por su condición de predador (crías de llamas), también con fines rituales (partes). Atropellamiento en caminos.	Contribuir a su protección y reducir las amenazas. Desaparición de ciertas zonas donde antes fue registrado.	Observaciones, conteos o muestreos poblacionales. Georreferenciación.
Viscacha (*Lagidium viscacia*)	Relativamente común, hábitat en zonas de roquedales poco accesibles. Impacto y amenaza por la caza vandálica, deportiva o para fines de alimentación local.	Contribuir a su protección y reducir las amenazas. Desaparición de ciertas zonas donde antes fue registrado.	Observaciones, conteos o muestreos poblacionales. Georreferenciación.

Línea base de monitoreo y veeduría socioambiental

La línea base de monitoreo es una herramienta de referencia histórica que posibilita comparar el comportamiento de una variable en el tiempo. Muestra esencialmente el estado del arte o de situación. Permite medir o percibir los cambios de presencia, cobertura, intensidad o composición de una comunidad biológica, una especie, un proceso ecológico o un impacto ambiental. Comprende también la compilación y sistematización de la información útil y clave sobre una determinada problemática. En lo referente a la explotación del litio, el diagnóstico que se incluye en este documento forma parte de la línea base. En determinados casos, para ciertas variables, no se dispone de información clave o esta recién se registrará cuando se inicien las actividades de un proyecto o proceso.

La línea base ambiental o socioambiental debe estructurarse en función de las variables o parámetros de impacto que se quieren medir y comparar. Por tanto, debe existir una correlación estricta con los temas y las variables definidas en un plan o programa de monitoreo. En general, la línea base de conocimientos es el punto de partida y la primera lectura de medición o apreciación del monitoreo. Puede ocurrir que la información de algún tema o problemática no esté disponible o esté incompleta, sin embargo, es fundamental desarrollar las acciones de monitoreo. En estos casos, la información recogida en las primeras tomas del monitoreo se constituye en parte de la línea base. A continuación, se presenta la propuesta sistematizada de línea base para el monitoreo y la veeduría socioambiental.

Problema – impacto previsto (tema priorizado)	Información clave de situación y variables	Necesidades de complementación
Fase de explotación del litio, extracción de salmueras en los salares, para la producción de carbonato de litio		
Extracción de grandes volúmenes de agua de los ecosistemas proveedores, como los bofedales, las nacientes y los ríos asociados	Los humedales (bofedales, ríos, lagunas) de la zona al momento no fueron impactados por las extracciones masivas de agua. El cambio climático (sequías recurrentes) ocasiona reducciones hídricas. Un bofedal cercano al campamento construido por YLB, sin consulta previa ni consentimiento ni licencia ambiental, fue afectado por la toma de agua.	Se sugiere la evaluación detallada de al menos un 60% de los bofedales y ojos de agua registrados en la zona, mayormente en el flanco oeste de la serranía queñual.
Construcción de vías de acceso a los sitios de extracción de salmueras	En el entorno de la laguna-salar, en el sector este y sudeste, hay accesos antiguos y otros activos para la explotación del boro y vías recientes construidas para las fases de exploración y movilización de YLB y la empresa rusa, que se hicieron sin consulta previa ni consentimiento ni licencia ambiental.	Se sugiere una cartografía detallada de las vías de acceso actuales, con apoyo de drones.
Extracción de grandes volúmenes de salmueras con maquinaria pesada	En ciertos sectores, se saca material de salmuera para extraer boro a mediana escala. YLB extrajo salmueras en la fase de exploración para estimar los volúmenes de litio, con pocas perforaciones dispersas. Al momento de elaborar este informe, existen zonas interiores impactadas por la extracción del boro a baja y mediana escala, pero la mayor parte del salar no sufrió afectaciones severas.	Se sugiere una cartografía detallada de las afectaciones de la exploración de pozos y la extracción del boro, con apoyo de drones.
Contaminación por desecho de los residuos industriales (boro, magnesio, sodio)	Existen residuos de la producción de boro en el sector este (baja escala). Al momento, no hay residuos por el procesamiento del litio.	Se sugiere una evaluación rápida de la situación de los residuos en zonas de extracción del boro.
Ingreso de líneas de transmisión de energía: mortandad de aves por choque y afectación del paisaje	Esta problemática no se reportó al momento.	Las primeras mediciones de monitoreo se constituirán en la línea base de la variable.
Toxicidad del litio (en el aire, las aguas y los suelos), contaminación laboral	Esta problemática no se reportó al momento.	Las primeras mediciones de monitoreo se constituirán en la línea base de la variable.
Ingreso de una gran cantidad de técnicos y operarios	Esta problemática no se reportó al momento.	Las primeras mediciones de monitoreo se constituirán en la línea base de la variable.
Contaminación acústica, afectación del paisaje sonoro natural	Esta problemática no se reportó al momento.	Las primeras mediciones de monitoreo se constituirán en la línea base de la variable.
Continuidad de la fase de movilización y acondicionamiento de espacios, a mayor escala que las incursiones de movilización inicial		
Movimiento de tierras para la construcción de vías e infraestructuras con uso de maquinaria pesada	La fase de movilización inicial de YLB y la empresa rusa generó impactos por la construcción de vías de acceso a las zonas de habilitación del campamento (remoción de tierras y roquedales). Estos sitios fueron abandonados y no fueron restaurados ni limpiados.	Se sugiere una evaluación cartografiada, con apoyo de drones, de las afectaciones de la fase de movilización.
Vertido y acumulación de escombros en sitios sensibles	La fase de movilización inicial de YLB y la empresa rusa ocasionó impactos por el vertido de escombros en las vías y el entorno del campamento. Estos sitios fueron abandonados y no fueron restaurados ni limpiados.	Se sugiere una evaluación detallada con evidencias fotográficas de estas afectaciones.

Problema – impacto previsto (tema priorizado)	Información clave de situación y variables	Necesidades de complementación
Presencia de un elevado número de personas	En la fase de movilización inicial, ingresaron a la zona grupos de personas, entre técnicos y trabajadores de YLB y la empresa, que permanecieron en el lugar algunos meses.	Se sugiere la obtención de información con YLB, como el número exacto de personas que ingresaron en la fase de movilización.
Tomas o captaciones de agua de sitios sensibles, como bofedales, riachuelos o lagunas, para uso y servicio de los campamentos y las redes de alcantarillado	Se hicieron dos captaciones para el campamento. Una en la parte norte, de un río que desciende del cerro Chucuilla. La zona fue abandonada por el reclamo y malestar de la población local. Otra se realizó en la zona sudeste, se captó agua de un bofedal, que fue afectado por la extracción de agua.	Se sugieren evaluaciones complementarias a mayor detalle, georreferenciación, toma de fotografías y apoyo de dron.
Contaminación por aguas servidas, grises y negras provenientes de los campamentos y otras instalaciones	Los campamentos cuentan con cámaras sépticas abiertas. El agua se insume en dirección de los cuerpos de agua donde habita la avifauna.	Se sugieren evaluaciones complementarias a mayor detalle, incluyendo la toma de muestras de agua para el análisis DBO.
Contaminación por residuos sólidos provenientes de los campamentos y otras instalaciones, en especial plástico, como botellas y bolsas	En la fase de movilización, se generaron residuos que los dejaron dispersos en el campamento de YLB, en Pastos Grandes. El entorno se convirtió en un vertedero de basura y residuos plásticos.	Se sugiere una evaluación detallada con evidencias fotográficas de las afectaciones.
Eventual ingreso e instalación de personas ajenas, en especial comerciantes (tiendas, fondas, pensiones, bares)	Esta problemática no se reportó al momento.	Las primeras mediciones de monitoreo se constituirán en la línea base de la variable.
Daños colaterales		
Daños colaterales relacionados con la extracción de ciertos recursos vivos o caza furtiva por personal del proyecto	Al momento no se reportó dicho problema. No se conoce información al respecto en la fase de movilización.	Las primeras mediciones de monitoreo se constituirán en la línea base de la variable.
Daños colaterales a la fauna silvestre y al ganado camélido por accidentes vehiculares (atropellamiento)	No se cuenta con reportes de esta problemática en la fase de movilización.	Las primeras mediciones de monitoreo se constituirán en la línea base de la variable.
Quemas accidentales o inducidas pueden derivar en incendios que impacten sobre la vegetación natural	No se cuenta con reportes de esta problemática en la fase de movilización.	Las primeras mediciones de monitoreo se constituirán en la línea base de la variable.
Impactos socioculturales		
Alto riesgo por el aumento del consumo de bebidas alcohólicas o drogas, reyertas, inducción a la prostitución, daños a menores	Esta problemática no se reportó al momento.	Las primeras evaluaciones sociales se constituirán en la línea base de la variable.
Ausencia de la consulta previa e informada o su realización de forma deficiente y de mala fe. Vulneraciones de los derechos de participación, renuencia a dar información. No respuesta a las denuncias o las solicitudes.	Esta problemática no se reportó al momento en el proyecto mayor previsto; sin embargo, existe malestar local y de las organizaciones de la sociedad civil por la no realización de la consulta para la fase de movilización inicial y para la firma de contratos con las empresas.	Se sugiere complementar información sobre las posiciones locales respecto de la consulta en la fase de movilización.
Acciones de cooptación y prebendalismo de dirigencias y poblaciones locales por parte de la empresa	Esta problemática no se reportó al momento. Sin embargo, es posible que, en la fase de movilización, YLB y la empresa rusa ofrecieron puestos de trabajo a pobladores locales para facilitar su ingreso.	Se sugiere mayores indagaciones respecto al accionar de YLB y la empresa rusa en la fase de movilización.
Afectaciones a la calidad de vida de los pobladores locales	Esta problemática no se reportó al momento.	Las primeras evaluaciones sociales se constituirán en la línea base de la variable.

Resulta importante mencionar que los impactos ambientales, en la Laguna-salar Pastos Grandes, generados en la fase de movilización inicial de YLB y la empresa rusa, incluidos los de baja escala de explotación, casi artesanal del boro por diversos usuarios, son mínimos en magnitud e intensidad en

comparación con lo que podría ocasionar el megaproyecto de explotación del litio, que pretende producir hasta 25.000 toneladas de carbonato de litio al año.

Propuesta de la línea base para las comunidades vegetales y las especies de la flora y la fauna amenazadas y susceptibles de impactos por el proyecto de explotación del litio

Comunidad vegetal - especie	Información clave de situación y variables	Necesidades de complementación
Bofedales	Impactos relacionados con las sequías recurrentes a causa del cambio climático ocasionan el desecamiento. Alto riesgo de expoliación de sus aguas por proyectos mineros a gran escala, mayormente concentrados en las elevadas serranías del este de la cuenca (serranía queñual), pero hay otros menores en el cerro Pastos Grandes. Directamente relacionados con nacientes u ojos de agua y ríos alimentadores. Ecosistema-formación de vegetación de mayor fragilidad y más vulnerable y como soporte fundamental de la vida silvestre y los medios de vida local (cría de camélidos).	Se sugiere la evaluación detallada de al menos un 60% de los bofedales y los ojos de agua registrados en la zona, sobre todo, en el flanco oeste de la serranía queñual. Realizar evaluaciones con la toma de caudales en los ingresos y las salidas de los bofedales claves. Indagar mayores detalles con base en la información local.
Ojos de agua, nacientes y cursos de agua-lagunetas	Posible deterioro por efectos del cambio climático. Riesgo de expoliación de aguas por el megaproyecto minero, mayormente concentrado en las elevadas serranías del este de la cuenca (serranía queñual).	Realizar evaluaciones con la toma de caudales. Verificar la presencia de glaciares de piedra. Indagar mayores detalles con base en la información local.
Queñuales (*Polylepis tarapacana*) Roquedales	Impactos de extracción, para leña, para la minería del boro y usos locales. Riesgo de extracción para uso como leña por personas relacionadas con el proyecto del litio. Riesgo por quemas. Especie emblemática muy amenazada. En sitios de roquedales alejados de la serranía queñual.	Realizar un mapeo detallado de los manchones de queñua más grandes de la zona con apoyo de fotografías de drones.
Yaretales (*Azorella compacta*) Roquedales	Impactos de extracción, para leña, para la minería del boro y usos locales. Riesgo de extracción para uso como leña por personas relacionadas con el proyecto del litio. En sitios de roquedales alejados de la serranía queñual.	Realizar un mapeo detallado de los cojines de yareta más grandes de la zona con apoyo de fotografías de drones.
Lampayares - tholares: matorrales de Lampaya-*Fabiana- Parasthrephia*	Uso local como leña o combustible. Riesgo de extracción para su empleo como leña por personas relacionadas con el proyecto del litio. Existen manchones de lampayares en lugares cercanos al acceso al salar.	Realizar mapeos detallados de los manchones de matorrales de la zona con apoyo de fotografías de drones.
Aves acuáticas: flamencos, playeros altoandinos y migratorios (géneros *Tringa, Recurvirostra, Phalaropus*).	Estrictamente relacionadas con bofedales y cuerpos de agua. Impactos por daños o deterioro de los hábitats (bofedales, cuerpos de agua). Probable reducción de sus poblaciones. Ahuyentamiento por ruidos y presencia de personas. Varias especies en estado vulnerable.	Identificar cartográficamente los cuerpos de agua más importantes y sensibles como hábitat y los lugares de reproducción de la avifauna acuática.
Choka negra (*Fulica gigantea*)	Estrictamente relacionada con bofedales y cuerpos de agua. Impactos por daños o deterioro de los hábitats (bofedales, cuerpos de agua), caza eventual para alimentación o caza vandálica y deportiva. Probable reducción de sus poblaciones. Ahuyentamiento por ruidos y presencia de personas. En estado vulnerable.	Identificar cartográficamente los cuerpos de agua más importantes y sensibles como hábitat y los lugares de reproducción de la especie.
Huallata (*Chloepohaga melanoptera*)	Impactos por daños o el deterioro de los hábitats (bofedales, cuerpos de agua). Probable reducción de sus poblaciones. Ahuyentamiento por ruidos y presencia de personas. Puede ser cazada por vandalismo o caza deportiva, para fines alimenticios locales (muy raro) y recolección de sus huevos. Relacionada con bofedales. Posiblemente en estado vulnerable.	Identificar cartográficamente los cuerpos de agua, sobre todo bofedales, más importantes y sensibles como hábitat y los lugares de reproducción de la especie.
Orestias ascotanensis	Pez cyprinodontido muy raro y endémico de la región occidental volcánica (Bolivia y Chile). No se conoce si es capturado, pescado o consumido localmente. Posiblemente en estado de amenaza (vulnerable).	Identificar cartográficamente los cuerpos de agua donde es más abundante esta especie. Investigar los usos locales.

Comunidad vegetal - especie	Información clave de situación y variables	Necesidades de complementación
Vicuña (*Vicugna vicugna*)	Relativamente rara en la zona. Grupos o tropillas dispersas en la cuenca, cerca de pastizales xéricos y bofedales. Cazada ilegalmente para la obtención del vellón y cuero. Impactos por sobrecacería en décadas pasadas. Persisten eventuales casos de caza furtiva. Posible recuperación de sus poblaciones. Estuvo catalogada como en estado crítico hace más de tres décadas. El *Libro rojo de vertebrados de Bolivia* la cita como de preocupación menor. Dado su poca cantidad en muchas zonas y la amenaza de caza ilegal, se la podría considerar vulnerable.	Identificar cartográficamente las zonas de mayor frecuencia y actividad de esta especie y georreferenciarlas. Realizar conteos de grupos o tropillas con apoyo de drones evitando alterar su comportamiento.
Chinchilla (*Chinchilla chinchilla*)	Extremadamente rara, posiblemente extinta por la sobreextracción en décadas pasadas. Considerada probablemente extinta en el *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia.* Es posible que existan poblaciones relictuales en lugares alejados y de poca accesibilidad en la región del sudoccidente de Potosí y en la zona. En estado critico.	Indagación de información local o regional sobre su presencia. Búsqueda en zonas más alejadas y de difícil acceso.
Gato andino (*Leopardus jacobita*)	Muy raro, su población escasa y dispersa vive en sitios alejados y de poca accesibilidad. Cazado eventualmente para fines rituales. Ahuyentamiento, caza furtiva y eventual captura de crías. Hábitat principal en zonas de roquedales poco accesibles. Estado crítico.	Identificar las zonas con mayor presencia de la especie y cartografiarlas. Indagar información local sobre su distribución.
Gato de pajonal (*Leopardus colocolo*)	Muy raro, su población escasa y dispersa vive en lugares alejados y de poca accesibilidad. Cazado eventualmente para fines rituales. Ahuyentamiento, caza furtiva y eventual captura de crías. Con frecuencia confundido con el gato andino. En estado vulnerable.	Identificar las zonas con mayor presencia de la especie y cartografiarlas. Indagar información local sobre su distribución.
Suri (*Rhea pennata*)	Especie rara en general y en la zona. Grupos reproductivos y familiares dispersos en la cuenca. En riesgo por la obtención de plumas, la extracción de sus huevos y por ser atropellada en las vías. Amenazada.	Identificar cartográficamente las zonas de mayor frecuencia y actividad de esta especie, los lugares de reproducción y anidamiento, y georreferenciarlos. Conteos de grupos con apoyo de drones evitando alterar su comportamiento.
Cóndor (*Vultur griphus*)	Muy raro en la zona, posiblemente ocupa sectores más elevados de las serranías. Cazado por atribuirle daños a los rebaños de llamas (supuesto ataque a crías recién nacidas). Caza eventual relacionada con la ritualidad. Alto riesgo de caza vandálica deportiva. Amenazado.	Identificar cartográficamente las zonas de mayor frecuencia y actividad de esta especie, los lugares de reproducción, y georreferenciarlos. Conteos poblacionales. Indagar información local.
Zorro (*Lycalopex culpaeus*)	Relativamente común en diversas zonas. Caza ligada a la obtención de sus partes para usos rituales y perseguido por su condición de predador (crías de llamas). Impacto por el atropellamiento en caminos.	Identificar las zonas de mayor actividad y los lugares de reproducción, y georeferenciarlos.
Viscacha (*Lagidium viscacia*)	Relativamente común, hábitat en zonas de roquedales poco accesibles. Impacto y amenaza por caza vandálica, deportiva o para fines de alimentación local. Posiblemente vulnerable.	Identificar las zonas de mayor actividad y los lugares de reproducción, y georreferenciarlos.
Puma (*Puma concolor*)	Muy raro en la zona, difícil de ser avistado. Habita, por lo general, roquedales y bosquetes de queñua. Es perseguido por la depredación de las llamas. Especie furtiva y fugitivista. Posiblemente vulnerable.	Identificar las zonas de mayor actividad y los lugares de reproducción, y georreferenciarlos. Indagar información local.

Sistematización de las medidas de mitigación de los impactos sobre los salares y los ecosistemas asociados (agua, vegetación y especies de la flora y la fauna)

Mitigar significa aliviar, atenuar o paliar, también reducir. La mitigación de un impacto significa la atenuación o la reducción de sus efectos. El Reglamento de Prevención y Control Ambiental (24176) y sus normas complementarias (Decreto Supremo 3549 de 2018) establecen medidas para evitar o reducir los efectos negativos sobre el medioambiente de las actividades, obras o proyectos. El Programa de Prevención y Mitigación de mencionado reglamento, en el artículo 30, describe las medidas para eliminar, reducir,

remediar o compensar los efectos ambientales negativos. En esta parte del documento, se sistematiza la propuesta de las medidas de mitigación y remediación para cada uno de los impactos socioambientales identificados en el proceso de explotación del litio en la Laguna-salar Pastos Grandes.

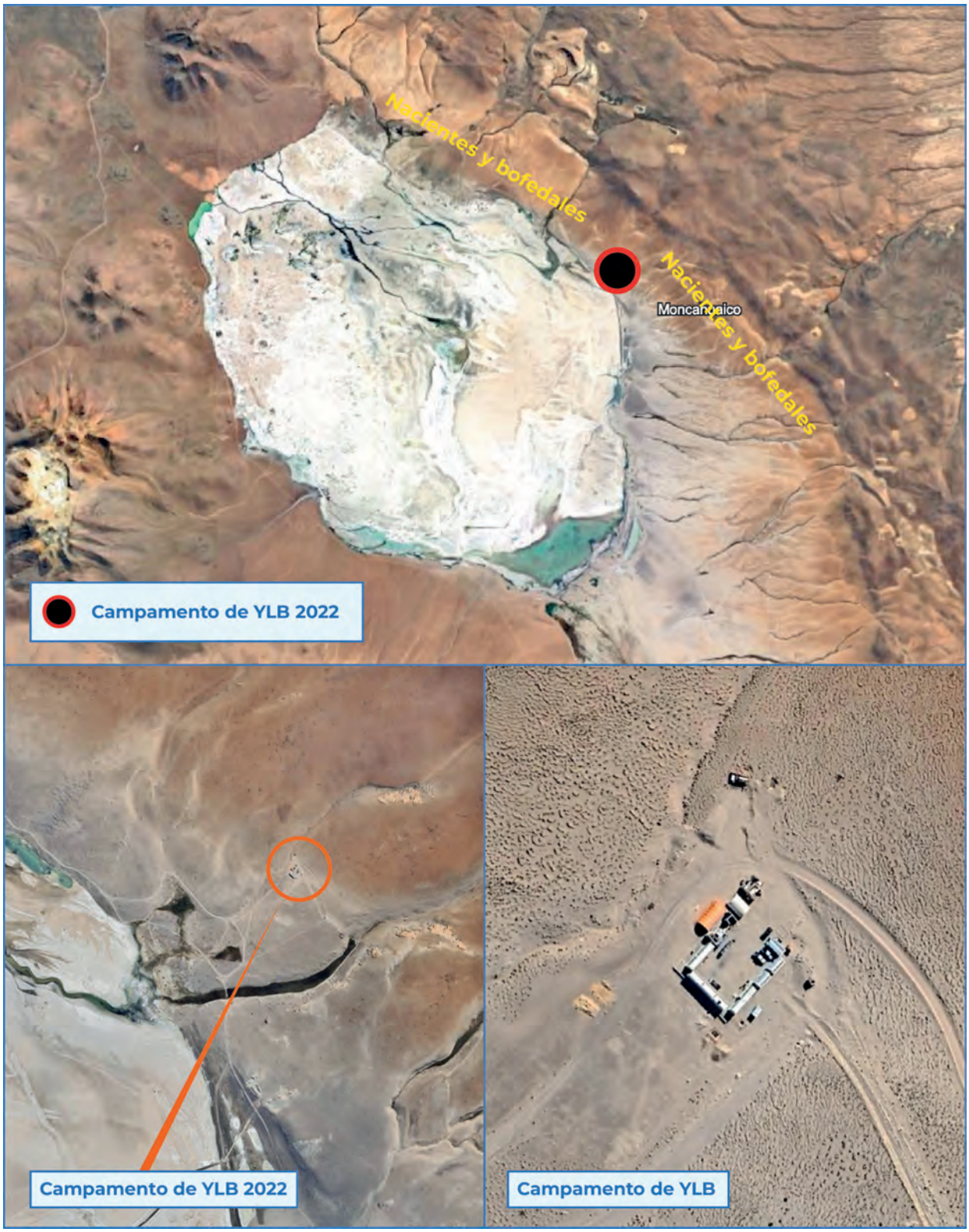
Propuesta de medidas de mitigación

Problema-impacto (tema priorizado)	Medidas de mitigación
Fase de explotación del litio, extracción de salmueras en los salares, para la producción de carbonato de litio	
Extracción expoliativa de grandes volúmenes de agua de los ecosistemas proveedores, como los bofedales, las nacientes y los ríos asociados	Exigir que el procesamiento de las salmueras de litio, que requiere mayor consumo de agua, se lo haga fuera de la región semidesértica de Potosí, al menos parcialmente, y en una zona con mayor disponibilidad de agua. En caso de que esto no fuera posible, exigir la tecnología de EDL, optimizar el uso del agua con procedimientos de reciclaje y reducir la extracción del agua estrictamente a uno o dos bofedales.
Construcción de vías de acceso a los sitios de extracción de salmueras	Minimizar la apertura de vías, planificando rigurosamente la ubicación y el número de los lugares de extracción. Evitar la apertura de vías paralelas o próximas y usar el método de ramales.
Extracción de grandes volúmenes de salmueras con maquinaria pesada	Evitar el uso de excavadoras, palas y volquetas de enorme tonelaje. No exceder las tasas de extracción con base en lo estipulado en el proyecto y el EEIA. Restauración de las superficies excavadas del salar, después de los procesos de extracción.
Contaminación por desecho de los residuos industriales (boro, magnesio, sodio)	Tratamiento químico de los residuos sólidos de la extracción del litio, dispuestos en vertederos especiales dentro del relleno sanitario, para reducir su toxicidad. Procesamiento y recuperación de los productos minerales secundarios de desecho (residuos) que contienen sales de boro, sodio, magnesio.
Toxicidad del litio (en el aire, las aguas y los suelos), contaminación laboral	Dotación de equipos de protección personal, como ser máscaras, hociqueras, lentes de seguridad, guantes. Instalar equipos de ventilación y extracción de los polvos contaminantes.
Ingreso de una gran cantidad de técnicos y operarios	Optimizar las líneas de operación y la cantidad de trabajadores y técnicos. Evitar operaciones intensivas con turnos nocturnos.
Contaminación acústica, afectación del paisaje sonoro natural	Realizar un óptimo mantenimiento de los motores (uso de aceites de alto rendimiento y cambio frecuente, empleo de láminas insonorizantes). Reducir al máximo el uso de la bocina o claxon.
Continuidad de la fase de movilización y acondicionamiento de espacios, a mayor escala que las incursiones de movilización inicial	
Movimiento de tierras para la construcción de vías de acceso e infraestructuras con uso de maquinaria pesada	Restauración de los daños ocasionados en la fase inicial de movilización. Evitar la construcción de vías de más de ocho metros de ancho. Planificar rigurosamente el número, dimensiones y distribución de las infraestructuras.
Vertido y acumulación de escombros en sitios sensibles	Restauración de los daños ocasionados en la fase inicial de movilización. Establecer lugares específicos y señalizados de descargue de escombros. Optar por almacenajes con menor afectación de la calidad escénica.
Presencia de un elevado número de personas	Optimizar la cantidad de trabajadores y técnicos, evitar operaciones intensivas con turnos nocturnos. Registro riguroso del personal del proyecto y control de la cantidad de operarios.
Tomas o captaciones de agua de sitios sensibles, como bofedales, riachuelos o lagunas, para uso y servicio de los campamentos y las redes de alcantarillado	Restauración de los daños ocasionados en la fase inicial de movilización. Optimizar el uso del agua con procedimientos de reciclaje de aguas grises y reducir su extracción estrictamente a un bofedal o río. Capacitaciones al personal técnico y obreros sobre el ahorro y conservación del agua y elaboración de cartillas de difusión y reglamentos.
Contaminación por aguas servidas, grises y negras provenientes de los campamentos y otras instalaciones	Restauración de los daños ocasionados en la fase inicial de movilización. Instalación de una planta de tratamiento de aguas servidas (grises y negras), para evitar que la contaminación de los vertidos afecte los cuerpos de agua o las aguas subterráneas.
Contaminación por residuos sólidos provenientes de campamentos u otras instalaciones, en especial plástico, como botellas y bolsas	Restauración de los daños ocasionados en la fase inicial de movilización. Implementación de prácticas de manejo de los residuos en los principales campamentos (vertidos diferenciados, reducción del uso, reciclaje y reutilización de plásticos, papel, metales y vidrios). Acciones de capacitación e información. Difusión de información vía cartillas e infogramas. Elaboración de reglamentos internos.

Problema-impacto (tema priorizado)	Medidas de mitigación
Eventual ingreso e instalación de personas ajenas, en especial comerciantes (tiendas, fondas, pensiones, bares)	Evitar la afluencia constante de personas ajenas al proyecto y a la zona. Otorgar permisos solo en casos muy especiales.
Daños colaterales	
Daños colaterales relacionados con la extracción de ciertos recursos vivos o caza furtiva por personal del proyecto	Señalización sobre la prohibición absoluta de la caza de animales de la vida silvestre (Decreto Supremo 4589) o la extracción de leña, indicando penalidades. Acciones de capacitación e información. Difusión de información vía cartillas e infogramas.
Daños colaterales a la fauna silvestre y ganado camélido por accidentes vehiculares (atropellamiento)	Instalación de señalización advertidora acerca de la presencia de fauna silvestre y ganado camélido, que indiquen límites de velocidad permitida (no mayor a 40 kilómetros) y la parada del vehículo en caso del paso de fauna o rebaños de llamas. Acciones de capacitación e información a operadores de vehículos. Difusión de información vía cartillas e infogramas.
Quemas accidentales o inducidas pueden derivar en incendios que impacten sobre la vegetación natural	Señalización de la prohibición absoluta de provocar o inducir incendios y encendido de fogatas. Acciones de capacitación e información. Difusión de información vía cartillas e infogramas.
Impactos socioculturales	
Alto riesgo por el aumento del consumo de bebidas alcohólicas o drogas, reyertas, inducción a la prostitución, daños a menores	Reglamento interno que incluya prohibiciones al comercio y consumo de bebidas alcohólicas. Prohibición estricta del comercio o consumo de drogas al tratarse de un acto delictivo. Cartillas informativas sobre otras situaciones delictivas y su penalización. Procesamientos judiciales en casos de incumplimiento, como elemento disuasivo y ejemplificador.
Ausencia de la consulta previa e informada o su realización deficiente y de mala fe. Vulneraciones de los derechos de participación, renuencia a dar información. No respuesta a denuncias o solicitudes	Conformación de un equipo veedor y asesor, conformado por especialistas de organizaciones de la sociedad civil y representantes locales. La Defensoría del Pueblo debe acompañar de manera permanente la etapa de la consulta. Acciones oportunas de denuncia y visibilización de falencias o incumplimientos.
Acciones de cooptación y prebendalismo de dirigencias y poblaciones locales por parte de la empresa	Disuasión por acciones oportunas de denuncia y visibilización en medios de comunicación y redes sociales.
Afectaciones a la calidad de vida de los pobladores locales	Estricto control de los precios de los productos de consumo básico familiar en comercios de la región. Jornadas de información sobre la importancia de preservar los valores culturales, la cohesión familiar, la reciprocidad y las redes de solidaridad, seguridad y soberanía alimentaria.

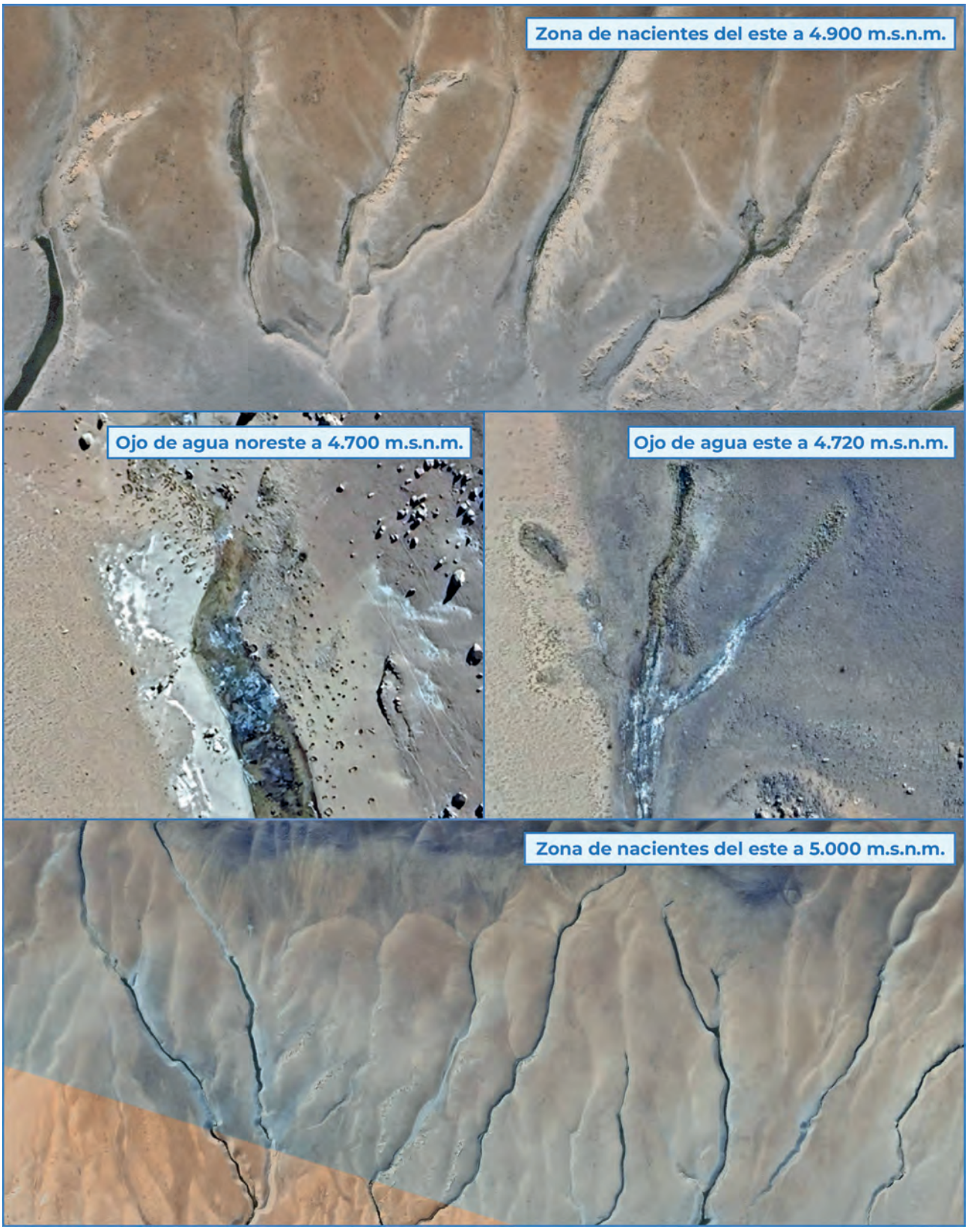
La propuesta de mitigación para los valores claves de la biodiversidad (comunidades de vegetación, especies de la fauna y la flora) implica acciones y procesos ya mencionados como recomendaciones en la tabla de la línea base, por ejemplo, la instalación de señalización advertidora del límite de velocidad y la parada de seguridad para el paso de la fauna o ganado, con el fin de reducir los riesgos de atropellamiento. De igual manera, se sugiere poner letreros de advertencia y prohibición de la caza o captura de animales silvestres, de la extracción de ramas, árboles, arbustos o cojines de queñua, yareta y tholas, y de advertencia y prohibición de quemas y el encendido de fogatas. Asimismo, se deben organizar charlas de información y sensibilización para el personal de YLB y la empresa, también elaborar y difundir cartillas de información y los reglamentos internos de cumplimiento obligatorio.

ANEXO 4. IMÁGENES SATELITALES DE LA CUENCA DE LA Laguna-salar PASTOS GRANDES




Bofedal este 4.470 m.s.n.m.
Bofedal este 4.522 m.s.n.m.
Bofedal este 4.581 m.s.n.m.


Ojos de agua-nacientes del sector noreste 4.750 m.s.n.m.
Ojos de agua-naciente 4.700 m.s.n.m.
Bofedal Noreste


Zona de nacientes del este a 4.900 m.s.n.m.
Ojo de agua noreste a 4.700 m.s.n.m.
Ojo de agua este a 4.720 m.s.n.m.
Zona de nacientes del este a 5.000 m.s.n.m.

LA RIQUEZA NATURAL DE LA LAGUNA-SALAR PASTOS GRANDES

Estado de situación de la fauna y la flora

La laguna-salar Pastos Grandes, ubicada en uno de los entornos más extremos y bellos de Bolivia, es también uno de los más frágiles. Allí, especies emblemáticas como los flamencos andinos, vicuñas y la milenaria yareta, entre muchas otras formas de flora y fauna únicas, conviven en un entorno que hoy está bajo amenaza por el avance de la minería del litio.

Desde 2021, el gobierno boliviano impulsa proyectos de Extracción Directa de Litio (EDL) en varios salares, incluyendo Pastos Grandes. A pesar del discurso que minimiza los impactos ambientales, los datos y la realidad del terreno muestran otra cara: la presión sobre un ecosistema que ha evolucionado durante millones de años y que hoy enfrenta riesgos serios e irreversibles.

Este informe aporta una mirada rigurosa sobre la riqueza natural de Pastos Grandes y los potenciales impactos ecológicos de su explotación. A través de la identificación de especies, ecosistemas y funciones ecológicas clave, se presenta una radiografía de su estado actual, destacando la urgencia de su conservación.

CEDIB
Centro de Documentación e Información Bolivia

la labor
PROYECTO EDITORIAL

ISBN: 978-9917-9760-5-9