

ESTADO ACTUAL DEL HÁBITAT Y DE LAS POBLACIONES DE FLAMENCOS EN EL SALAR DE SURIRE 2023



Informe Técnico

Departamento de Áreas Silvestres Protegidas
Corporación Nacional Forestal
Arica y Parinacota



Autores

Matías Gabriel Castillo Armijo, Profesor de Biología y Ciencias Naturales, Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza, Doctor en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias. Universidad de Chile.

Álvaro Rodrigo Palma Basualto, Médico veterinario. Universidad de Concepción de Chile.

Equipo técnico de Guardaparques de CONAF Arica y Parinacota, los cuales desempeñan sus funciones en el Monumento Natural Salar de Surire.

Departamento de Áreas Silvestres Protegidas, región de Arica y Parinacota.

CONAF, 2023.

Introducción

El presente documento considera un resumen de los resultados obtenidos en las campañas semanales de monitoreo al ciclo reproductivo de las poblaciones de flamencos que habitan el Salar de Surire, realizado por los Guardaparques de CONAF durante el periodo comprendido entre octubre del 2022 y abril del año 2023. En este resumen se incluye una evaluación de las estimaciones de abundancia de adultos y polluelos de las tres especies de flamenco presentes en el Salar de Surire: *Phoenicoparrus jamesi* (Flamenco de James), *Phoenicoparrus andinus* (Flamenco andino) y *Phoenicopterus chilensis* (Flamenco chileno), junto con una caracterización del estado actual del ecosistema que ha sido históricamente perturbado y modificado por la extracción minera de Ulexita. Lo anterior se debe a que en el escenario de cambio climático actual, ecosistemas como los salares altoandinos se encuentran bajo una elevada presión de amenaza por diferentes factores antropogénicos, como por ejemplo, la extracción de agua, las visitas no reguladas, el ataque de animales domésticos y la creciente actividad minera.

Adicionalmente, cabe recordar que la condición de Monumento Natural dada por el acuerdo de Washington (1940) considera lo siguiente: “Las regiones, los objetos o las especies vivas de los animales o plantas de interés estético o valor histórico o científico, a los cuales se les da protección absoluta. **Los Monumentos Naturales se crean con el fin de conservar un objeto específico o una especie determinada de flora o fauna declarando una región, un objeto o una especie aislada, monumento natural inviolable excepto para realizar investigaciones científicas debidamente autorizadas, o inspecciones gubernamentales**”. En este contexto es que el MNSS pese a su condición de protección legal, se encuentra bajo una creciente explotación minera amparada bajo el Decreto N°12 de 1978, que implica diversas actividades que alteran la composición y estructura del ecosistema, como la remoción y alteración del sustrato que compone la estructura del suelo lo que a su vez modifica los flujos hídricos superficiales y la formación de las lagunas artificiales. Lo anterior ha generado evidentes fluctuaciones en sus poblaciones durante el último periodo reproductivo dado el aumento de la perturbación de su ecosistema por el no cumplimiento de las limitaciones extractivas consideradas en el Decreto N°12.

Dado lo anterior, la finalidad de este documento es relevar algunos aspectos importantes de la condición actual del Salar de Surire y discutir las amenazas que se encuentran generando cambios en la estructura y calidad de los procesos ecológicos y servicios ecosistémicos que provee el Salar de Surire y velar por el cumplimiento de las condiciones de extracción y actividad minera señaladas en el decreto N°12 de 1978, artículo segundo, puntos 1, 2, 5, 7 y 8, tomando en cuenta todas las observaciones ambientales para priorizar la conservación de las poblaciones de flamencos.

Contexto Ecológico del Salar de Surire y las Poblaciones de Flamencos

A nivel nacional e internacional el Salar de Surire constituye una de las áreas de concentración y nidificación más importante de las tres especies de flamencos (Caziani *et al.*, 2006; Rodríguez, 2005), habiéndose reportado récords promedio de 7.253 individuos adultos de *Phoenicopterus chilensis* en el año 2014, 6.606 ejemplares en el año 2012 de *Phoenicoparrus andinus* y 11.173 en el año 2021 de *Phoenicoparrus jamesi* (Conaf, 2022). Cabe resaltar que la presencia de agrupaciones de flamencos se observa durante todo el año calendario en este Salar, con variaciones en el número, distribución y cantidad de grupos pero con amplia presencia en lagunas y espejos de agua tanto profundos como poco profundos.

Además, los flamencos presentan continuos desplazamientos a lo largo del año en búsqueda de lugares aptos para su reproducción y alimentación. En el altiplano estos lugares favorables son afectados por las condiciones climáticas, las que ocasionan el congelamiento de las lagunas por sobre los 4000 msnm en la época invernal (González, 2007), ocasionando su desplazamiento hacia salares de baja altura asociados a Argentina, Bolivia, Chile y Perú, o ambientes de altura no afectados por el congelamiento (Rodríguez, 2005).

El Flamenco de James nidifica fundamentalmente en lagunas bolivianas por sobre los 4.000 msnm, en tanto que el Flamenco andino prefiere salares de la vertiente occidental de los Andes en Chile, ubicados por debajo de los 3.000 msnm. El Flamenco chileno nidifica en un rango mayor dentro de la Puna, presentando colonias en Argentina, Bolivia y Chile (Rodríguez, 2005). Así, se ha registrado la presencia y actividad reproductiva de las tres especies en diferentes salares como el Salar de Atacama (Barros Negros en el Sistema Hidrológico de Soncor), Salar de Maricunga, Huasco, Coposa, Surire, Laguna Negro Francisco y Punta Negra con registros de colonias de *Phoenicoparrus andinus*. Los salares de Tara, Pujsa, Coposa y Piedra Parada con colonias de *Phoenicoparrus jamesi* y los salares de Atacama, Huasco, Tara, Surire, Lagunas Huambune, Coposa, Pujsa y Loyoques con presencia de colonias de *Phoenicopterus chilensis* (Castro, 2006).

Las tres especies sudamericanas se reproducen en los meses de verano, comúnmente entre diciembre y mayo, aunque en los últimos años se han observado desfases temporales en la actividad reproductiva (obs. personales), observándose postura de huevos y formación de parejas en diferentes meses, lo cual ya ha sido observado en otras especies de aves como respuesta a las modificaciones en su hábitat y por la influencia del cambio climático. Según Rodríguez (2005), el evento de cópula para el género *Phoenicoparrus* se presenta entre octubre a diciembre y el flamenco chileno de octubre a enero. Actualmente por observaciones de terreno se han podido observar cópulas en el mes de febrero. Por otro lado el evento de postura, según Rodríguez (2005) para el género *Phoenicoparrus* se presenta

entre los meses de diciembre a enero y para el flamenco chileno en los meses febrero y marzo. En la presente temporada (2023), se observó que el evento postura del género *Phoenicoparrus* aconteció en enero con abandono de los sitios de nidificación. En cambio, para el flamenco chileno, en esta temporada reproductiva y hasta la fecha no se ha observado el proceso reproductivo completo, produciéndose solamente agregación de pequeñas decenas de esta especie con intentos de construcción de nidos y postura de huevos sin llegar a término (Obs. pers.).

Pese a la delicada situación de la actual temporada reproductiva, el Salar de Surire es considerado año a año, como un importante humedal de concentración y reproducción de polluelos de las tres especies de flamencos, lo que se puede observar en la tabla 1, 2 y 3, con el resumen de la producción de polluelos registrados por diferentes autores en diferentes periodos durante los últimos 30 años.

Especie	1993	1994	1995	1996
Fl. Chileno	4.275	4.000	4.500	638
Fl. Andino	225	320	620	0
Fl. James	0	0	0	0

Tabla N°1. Número de polluelos observados, adaptado de Rodríguez, 2005.

Especie	1997	1998	1999	2000	2001
Fl. Chileno	5.000	7.500	4.500	4.000	<600
Fl. Andino	200	3.000	0	3.000	3.000
Fl. James	0	0	0	0	0

Tabla N°2. Numero de polluelos observados, adaptado de Caziani *et al.*, 2007.

Especie	2015	2016	2017	2018	2019
Fl. Chileno	1.500	0	0	4.720	6.500
Fl. Andino	0	8.200	0	250	500
Fl. de James	1.500	500	0	3.221	4.270
Fl. Inmaduros	16.939	0	0	5.665	580

Tabla N°3. Número de polluelos observados, adaptado de Conaf, 2020a.

En términos generales, la reproducción de los flamencos se ve afectada principalmente por los ciclos de lluvia, pero también por las actividades humanas (Caziani *et al.*, 2007), si bien

no hay mucha presencia humana en las zonas donde viven y se reproducen los flamencos, es común el desarrollo de actividades productivas como la minería. Por otra parte, los fenómenos climáticos también actúan sobre las colonias de nidificación de flamencos, a veces en forma favorable cuando las condiciones del tiempo son aptas para la reproducción, y muchas veces de manera desfavorable por exceso de lluvias que hacen subir los niveles de agua en las lagunas, o también cuando las temperaturas son demasiado extremas y los huevos quedan expuestos a los rayos solares por demasiado tiempo. Por otro lado, las sequías catastróficas podrían causar un completo abandono de los huevos (González, 2007).

Según Caziani *et al.* (2007), Rodríguez (2005) y Sielfeld *et al.* (1998), la presencia de flamencos altoandinos en este salar, hace que sea uno de los humedales de mayor relevancia que utilizan para su reproducción, donde además coexisten en su etapa reproductiva los diferentes grupos etarios en la formación de colonias y mantienen presencia durante todos los meses del año, por lo cual, las estrategias de conservación deben enfocarse en este humedal, sitio prioritario de conservación para las especies señaladas.

Actividades de Monitoreo y resultados temporada 2022 – 2023

Para el caso de monitoreo de las poblaciones de flamencos, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de la región de Arica y Parinacota, a través de sus Guardaparques realiza: Censos simultáneos con dos campañas anuales y estimaciones poblacionales mensuales, que permiten evaluar la presencia de las tres especies de flamencos del Salar de Surire y las tendencias de población relativas asociadas a dichas especies. Para lo anterior el Salar fue sectorizado en 10 zonas de avistamiento histórico de flamencos, donde además se definen las coordenadas geográficas y áreas de observación asociadas a cada sitio de conteo. Por otra parte cuando se inicia el ciclo reproductivo, los Guardaparques realizan el monitoreo en forma quincenal y semanal dependiendo de los hallazgos que se realizan en cada jornada, cuyos resultados son la materia de análisis y discusión de este documento.

Las jornadas de monitoreo asociadas al ciclo reproductivo de los flamencos, se desarrollan semanalmente desde que se observa el inicio de la actividad reproductiva en diez sitios definidos previamente, que rodean el Salar y a los cuales se llega utilizando el GPS. En cada punto de observación se realiza el conteo de todos los ejemplares que se encuentran dentro de un área predefinida y junto con la observación de sus conductas, se revisa la presencia de nidos, crías o cortejos. A partir de la información poblacional obtenida entre diciembre y marzo, se calculó el promedio de individuos observados para las 3 especies desde 2009 al 2023 (**Figura 1**), evidenciando diversas fluctuaciones en el tamaño poblacional.

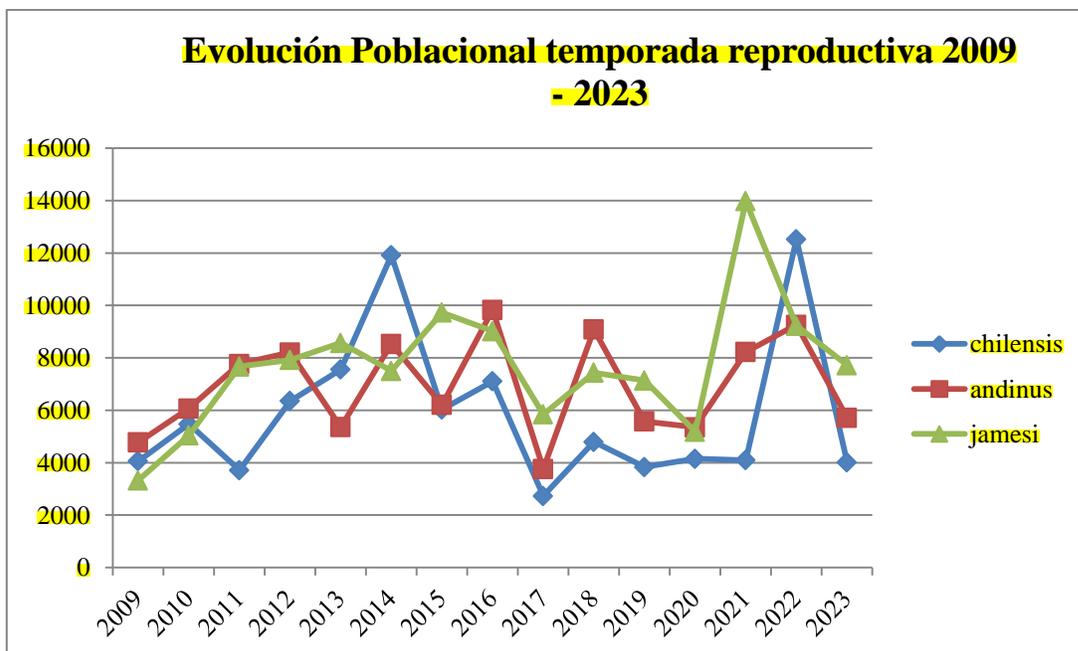


Figura 1. Evolución del número de individuos de las 3 especies de flamencos entre 2009 y 2023, considerando los meses de mayor actividad reproductiva (diciembre a abril).

Es importante señalar que durante el año 2022 se hizo un levantamiento de información de todos los sitios con evidencias de nidificación de flamencos en la superficie del Salar, logrando identificar al menos 25 zonas con evidencias de nidificación pero que no llegaron a término. Además, el Salar de Surire funciona como una unidad homogénea con características específicas comunes en toda su extensión y con una estructura de paisaje preferente para favorecer la sobrevivencia y nidificación de las tres especies de flamencos, lo que ha generado un amplio uso del hábitat por parte de estas especies de aves considerando la gran cantidad de individuos residentes que se observan durante todo el año. Pero, las alteraciones y modificaciones a las características físicas, químicas y estructurales del paisaje, impiden la instalación y sobrevivencia de los flamencos, reduciendo su tamaño poblacional y llevándolos a una posible extinción local por falta de condiciones óptimas para habitar el ecosistema.

Durante el período de monitoreo actual se pudo observar que la actividad reproductiva inició en el mes de octubre con registros en el sitio 3 de flamencos en cortejo. Luego en noviembre se evidenció actividad de cortejo en el sitio 6. Las actividades fueron intermitentes y se logró el registro de una aglomeración de más de 2500 flamencos de James en el sitio 6 con actividades reproductivas. Se observó durante el mes de enero el armado de nidos, postura e incubación de huevos en los sitios 3, 6 y 7. Durante la primera semana de febrero se observa abandono de nidos en el sitio 3, mientras que se sigue observando actividad reproductiva en bajo número de individuos en los sitios 6, 7 y 8, para finalmente registrar el 14 de febrero del 2023 nula actividad reproductiva en todos los sitios

anteriormente mencionados. La información anterior, fue corroborada y confirmada durante el monitoreo del mes de marzo y abril, no evidenciando actividad reproductiva en ninguno de los sitios de control, a excepción de un pollo aislado que fue observado en marzo. En la **Figura 2** se grafican los reportes de polluelos observados en total en los 10 sitios de monitoreo durante los últimos 3 años entre los meses de enero a abril que corresponden a la temporada histórica en la que se observa mayor cantidad de polluelos lo que evidencia la disminución en la actividad reproductiva exitosa (2021-2022-2023).

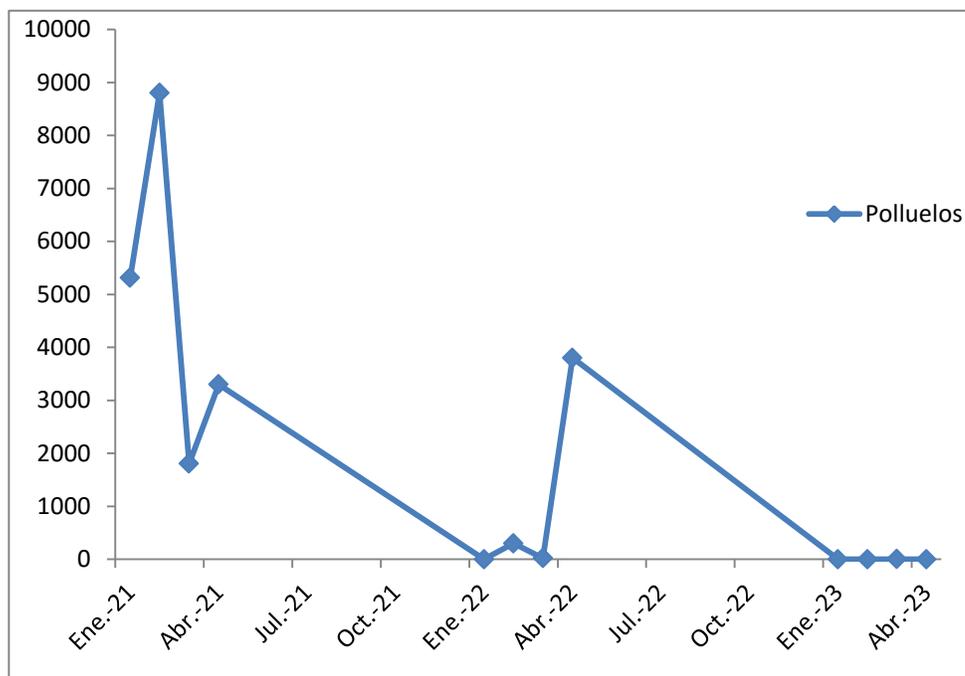


Figura 2. Número de polluelos de especie indeterminada observados en los meses de enero, febrero, marzo y abril entre los años 2021, 2022 y 2023 (se omiten los registros en los meses no mencionados).

Observaciones generales de los sitios con presencia de flamencos

Los sitios de nidificación de flamencos se distribuyen y enumeran de forma correlativa en el sentido de las manecillas del reloj, siendo los que poseen la enumeración 1, 8,13 y 24 sitios activos con presencia de objetos de conservación.

- Sitio n°1. Se localiza al norte del salar corresponde en el censo de flamencos al sitio 3, se aprecian entorno a este lugar cuerpos de aguas permanentes, con presencia de flamencos siendo una de las áreas con más presencia de flamencos. Se ubica a su vez al norte de Santa marta pero fuera de sus límites.

- Sitio n°8. Se ubica en el sector Sureste del Salar de Surire dentro del Monumento Natural Salar de Surire,(al sur de la pertenencia Soquimbor fuera de sus límites) se evidencian en él, una menor cantidad de flamencos, se visualizan nidificación en forma de pequeños islotes dentro de cuerpo de agua mayores .
- Sitio n°13. Se localizó en base antecedentes documentales, se encuentra en medio de cursos de agua y rodeada a un costado de laguna o cuerpo de agua, los nidos parecen ser vigentes en su conformación y se ubican en el también flamencos. Con gran cantidad de ejemplares, está fuera de las pertenencias mineras a 1,6 km.
- Sitio 24. Corresponde al sitio n°8 (en el censo de flamencos) en el sitio de nidificación de flamencos con mayor superficie posee nidos vigentes, huevos eclosionados, cuerpos de flamencos de diversa edad, es una área húmeda.
- La restante cantidad de nidos identificados, son nidos que se encuentran en desuso y que fueron utilizados en años anteriores, aun así pueden volver a utilizar el mismo sitio y reconstruir los nidos.

Caracterización de las amenazas

- **Visitas y presencia humana**

En el año 2022 se registraron cerca de 370 visitantes en el MNSS, lo que corresponde a una baja cantidad de visitantes considerando que el Parque Nacional Lauca recibió cerca de 5000 visitantes en la misma localidad (Conaf, 2022, Reporte POA). Si bien los visitantes suelen ser respetuosos por el paisaje y su fauna, algunas personas podrían acercarse a los nidos y alterar la conducta de los flamencos, ya que en estos sitios la presencia humana es reducida por lo que estas poblaciones de aves tienen más sensibilidad a las perturbaciones que en otras zonas con mayor grado de antropización.

- **Depredadores**

En este sitio en particular, el depredador más común corresponde a *Lycalopex culpaeus*, además de la presencia de felinos silvestres como *Puma concolor* y *Leopardus colocola*. Otra especie que ha sido observada depredando nidos es *Chroicocephalus serranus* que comúnmente está presente en este tipo de ecosistemas. Afortunadamente en este sitio no hay presencia de animales domésticos asilvestrados o de vida libre como perros y gatos, debido a que se encuentra distante de asentamientos humanos.

- **Actividad minera**

La extracción de compuestos derivados del Boro constituye la única actividad minera dentro del Sitio RAMSAR y Monumento Natural Salar de Surire. Como toda actividad productiva extractiva, tiene repercusiones sobre el medio ambiente que pueden causar diferentes efectos sobre los factores bióticos y abióticos. A continuación, se describen diferentes dimensiones de la actividad minera y sus posibles efectos sobre el ecosistema

con énfasis en las poblaciones de flamencos, además se incorporan algunas fotografías que evidencian la realidad del Salar:

1. *Método de extracción:*

En el informe de 2006 elaborado por Quiborax, se señala que el mecanismo de extracción del mineral se ejecuta por medio de dos métodos: manual y mecánico, sin especificar la cuota o porcentaje de cada tipo o si hasta la fecha se han realizado cambios en el método de extracción, ya que según observaciones de GP y lo señalado en la orden N°774 de Conaf, en la actualidad la extracción se está desarrollando únicamente mediante el método mecánico, utilizando cargadores frontales y retroexcavadoras (**Foto 1**), y que **la actualización del método de extracción aún mantiene vigentes irregularidades en su implementación legal dado que las resoluciones presentadas por Quiborax S.A. en el Sernageomin para justificar el cambio de método, no corresponden ni tienen pertinencia.** La extracción mediante maquinaria pesada evidentemente modifica el sustrato de manera irreversible, ya que cambia la estructura de capas del suelo, la disponibilidad de nutrientes, alteran la productividad de los microorganismos que habitan el suelo, modifican los flujos hídricos superficiales y generan lagunas artificiales con mayor profundidad que la requerida por los flamencos. **Las consecuencias señaladas anteriormente tienen efectos directos sobre las poblaciones de fauna silvestre, como los flamencos, ya que la alteración del hábitat implica cambios en la conducta reproductiva** y en el uso de los recursos del ecosistema, modificando el gasto energético y por ende su fitness.



Foto 1. Maquinaria y camiones con levantamiento de polvo.

2. *Magnitud de la extracción:*

En los últimos años la extracción de derivados del Boro ha mostrado diversas fluctuaciones (grafico 1) que responden a diversos factores, como la demanda de los mercados internacionales y al crecimiento de la actividad interna de la empresa.

En el año 2006 Quiborax registra el uso aproximado de 70 camiones de 28 toneladas por día, pero se ha observado una fluctuación en la cantidad extraída según los registros del Sernageomin (2021), lo que se traduce en cambios en la cantidad de camiones que transitan y en los potenciales efectos que esto podría generar, como el levantamiento de polvo, atropellos de fauna silvestre, compactación de la vegetación y la constante ampliación de la superficie alterada.

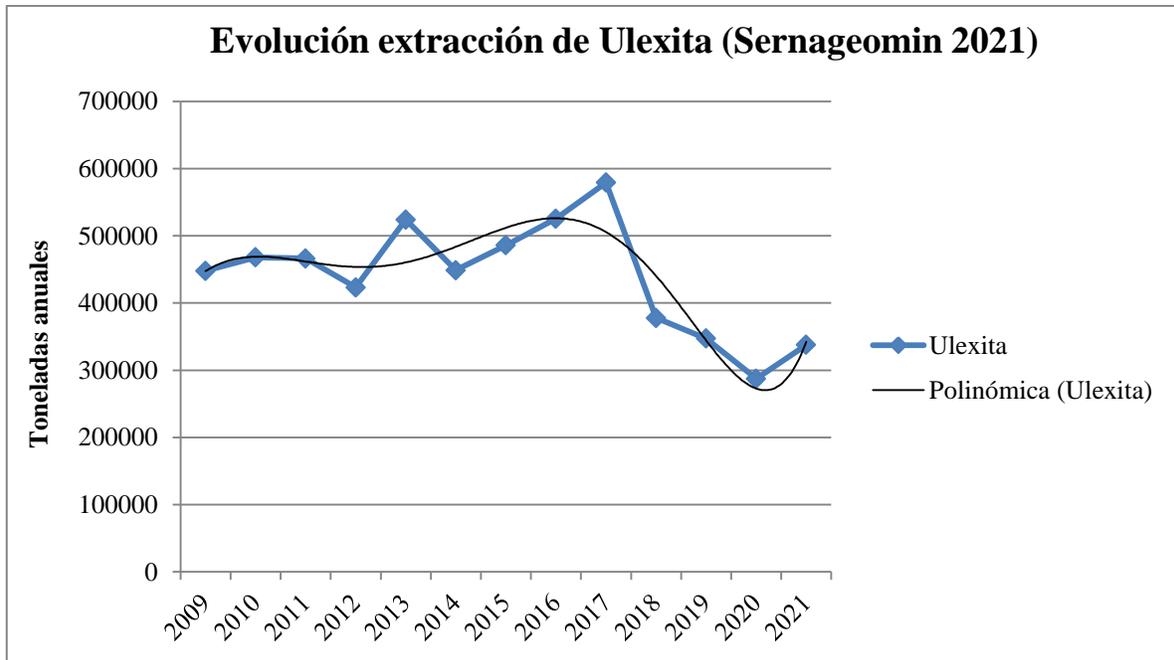


Figura 3. Evolución entre 2009 y 2021 de la cantidad de toneladas de extracción de Ulexita. Fuente: Sernageomin 2022.

3. *Modificación de la estructura del sustrato y disponibilidad de nutrientes:*

En el informe elaborado por CEA (2022), se señala explícitamente en el punto 5.2.3 que una probable alteración son la destrucción de nidos o la alteración de los flujos superficiales, ya que modifican la estructura del sustrato usado por los flamencos para nidificar, limitando sus posibilidades reproductivas. La modificación del sustrato se ha observado (obs. pers. GP) en zonas donde se construyen calicatas (Foto 2) y donde se extrae el mineral mediante el “escarpe”, alterando varias capas del suelo y cambiando su estructura, frente a lo cual no existe ninguna medida de mitigación o actividad que busque recuperar la estructura o condición previa a la extracción, lo anterior tiene efectos diversos sobre los flujos hídricos y sobre la disponibilidad de recursos.



Foto 2. Imagen aérea de calicatas sobre los sitios de nidificación.

4. *Caminos y traslados no regulados dentro del Salar:*

Existe vasta evidencia acerca de los efectos negativos de las carreteras y caminos sobre la estructura y composición de la biodiversidad tanto para ambientes terrestres como acuáticos o riparios (Trombulak & Frissell, 2000).

Entre los principales efectos de los caminos sobre la biodiversidad, se ha observado que promueven el cambio de uso y cobertura del suelo, acelerando la modificación del paisaje (Southworth et al., 2011), también alteran la conducta y distribución de la fauna silvestre,

ya que se fragmenta su hábitat y se alteran los movimientos entre sitios, cambian el rango de hogar, respuesta de escape y el éxito reproductivo.

En el caso particular del Salar de Surire, lo anterior es posible debido al movimiento constante de camiones por diferentes caminos, **si bien el camino principal es utilizado comúnmente, también se ha observado tránsito por caminos laterales que en su mayoría no se encuentran delimitados, se aproximan a las colonias e incluso han pasado por encima de nidos usados en temporadas pasadas (Foto 3) y que podrían volver a ser utilizados, faltando a las indicaciones del Decreto N°12. Los flamencos al ver un objeto de gran tamaño acercarse en un ecosistema donde no hay estructuras naturales de ese tipo, tienden a huir o cambiar de sitio constantemente, alterando su gasto energético y reduciendo sus posibilidades de éxito reproductivo.**

Otra consecuencia relevante es el levantamiento de material particulado producto del traslado de los camiones entre el punto de extracción y la planta procesadora a 30km del lugar, lo que genera una nube constante de polvo sumado al ruido de los motores, y que estaría alterando la conducta de los flamencos debido a la cercanía a los nidos y grupos residentes (Foto 4 y 5).

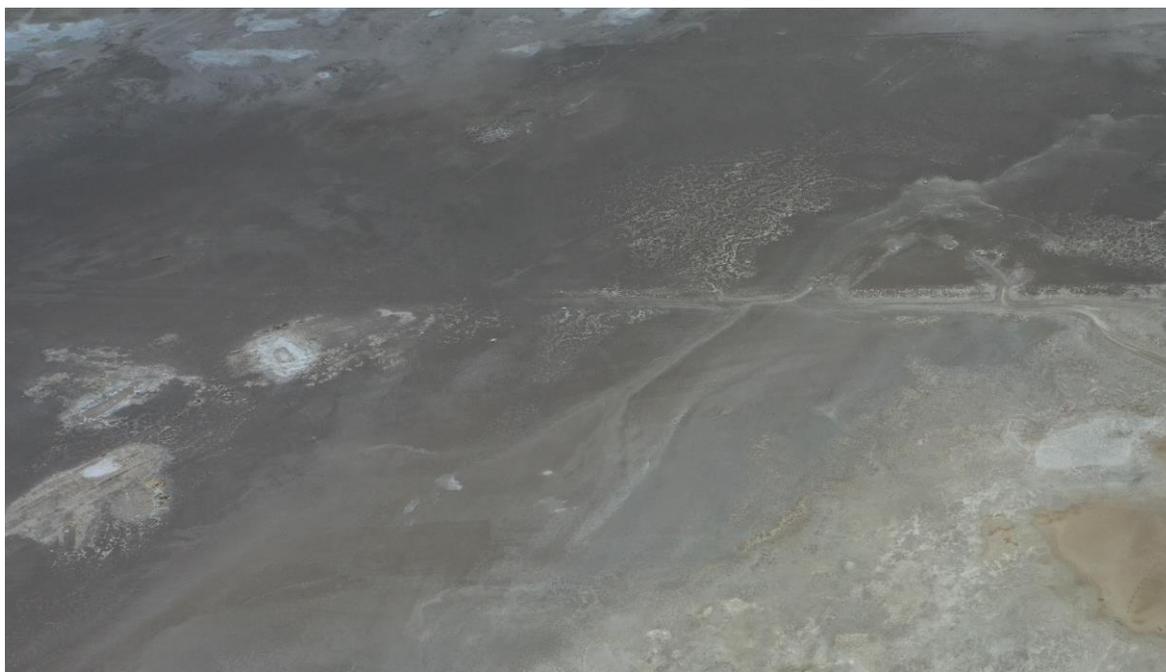


Foto 3. Imagen aérea de caminos sobre las colonias de nidificación.



Foto 4. Imagen obtenida con cámara trampa donde se observa una nube de polvo en el camino donde transitan los camiones y se aprecia a un individuo de flamenco huyendo del sitio dada la cercanía a la colonia de nidificación que se observa en la parte inferior de la foto.



Foto 5. Imagen donde se aprecia la estela de polvo que producen el tránsito de camiones dentro del salar y la colonia de nidificación abandonada en las cercanías.

5. Formación de lagunas y zonas de anegamiento artificiales:

Es sabido que la extracción minera a cielo abierto genera modificaciones de la estructura del paisaje y de la cobertura del suelo a gran escala dada la magnitud de las faenas mineras, además las prospecciones requieren estudios de suelo que modifican el paisaje con la construcción de una gran cantidad de calicatas con remoción de suelo que incluso se construyen sobre las colonias de nidificación (ver fotos anteriores).

Debido a las modificaciones generadas por la extracción minera en el Salar de Surire, se ha observado el cambio en algunos flujos superficiales de agua y la formación de lagunas artificiales con diferentes niveles de profundidad (obs. pers. GP), tanto dentro del salar, como fuera. Por ejemplo, ya que los caminos requieren de mantención y remoción de barro, esto ha generado un muro de contención mayor a un metro de altura en gran parte, a ambos lados del caminos en las zonas exteriores del salar, lo que fragmenta gravemente el paisaje e impide el movimiento de fauna silvestre, que incluso cae y queda atrapada en el camino aumentando su riesgo de atropello como se puede observar en la **Foto 6**.



Foto 6. Grupo de Suris atrapados en el camino debido a los muros de contención formados por la mantención del camino hacia el Salar.

6. Efectos de la minería en otros Salares:

En los últimos años se han desarrollado diversas investigaciones en diferentes salares de la zona norte, principalmente en el Salar de Atacama y asociados a la minería de litio, que tiene diversas similitudes en el proceso de extracción y manejo del recurso dentro del Salar. La evidencia muestra una relación negativa entre la actividad minera de extracción de litio y la abundancia poblacional de las tres especies de flamencos que habitan en el Salar de Atacama (Gutiérrez et al., 2022), además de **la sinergia que genera el cambio climático, acrecentando sus efectos sobre la biodiversidad**. Además, tal como plantean Marconi et al., (2022), la actividad minera en salares de Argentina, se realiza en muchos casos sin control, fuera de los lineamientos establecidos legalmente, no involucran a las comunidades ni tampoco consideran impactos acumulativos o sinérgicos y se ha observado que algunas de estas amenazas se repiten en el Salar de Surire con la extracción de derivados del Boro, por lo cual se requiere reforzar los lineamientos legales planteados en el decreto N°12 que regulan la extracción minera en el Salar de Surire.

Conclusiones

1. Es preocupante la disminución de individuos en las tres especies de flamencos, a la hora de monitorear las diversas etapas del ciclo reproductivo. En donde se ha observado en la última temporada una baja aglomeración en el cortejo, construcción de nidos, cópula e incubación. Además, a partir de los datos observados en terreno hasta abril del año 2023, se da por hecho que las poblaciones de flamencos de las 3 especies presentes en el salar, no tuvieron éxito reproductivo, es decir que no existió reclutamiento de nuevos individuos en las colonias, pese a la presencia constante de individuos adultos de todas las especies.
2. En el presente periodo reproductivo, se ha hecho evidente el alto grado de modificación del paisaje, la aparición de nuevos caminos no regulados dentro del Salar, así como la remoción de sustrato en diferentes zonas, formando lagunas artificiales y zonas de anegamiento que impiden el uso del terreno por parte de los flamencos para su nidificación, además de la reducción en el alimento disponible, producto de las modificaciones del sustrato.
3. El fenómeno de este fracaso en el éxito reproductivo periodo 2022 - 2023 debe ser analizado en forma integral, considerando las variables locales del paisaje y los datos históricos. Por lo anterior es pertinente analizar los impactos generados por la actividad extractiva de la empresa de minería no metálica que ejecuta sus faenas al interior del Monumento Natural Salar de Surire, QUIBORAX S.A., al realizar una ampliación de sus faenas a la pertenencia Quiborax Soquimbor, situación que involucró una serie de obras civiles, básicamente habilitación de caminos de acceso a los puntos de extracción de mineral al interior del Monumento, caminos que fragmentan la topografía natural de salar, junto con cambios en el relieve debido a la extracción de mineral, generando estancamientos artificiales que modifican el movimiento natural del agua en la superficie del salar, alterando el funcionamiento de los procesos ecológicos y la provisión de determinados servicios ecosistémicos. Estas modificaciones tienen consecuencias que aún no han sido evaluadas y que requieren ser monitoreadas debido a las posibles consecuencias negativas observadas por la actividad minera en otros salares.
4. Se ha observado evidencia de las consecuencias negativas de la actividad minera en otros Salares, como en el Salar de Atacama y en algunos sitios de Argentina y Bolivia, donde se ha demostrado que la minería modifica el sustrato del Salar, alterando su composición y afectando negativamente la proliferación de fitoplancton y zooplancton que son parte de la alimentación de los flamencos, llevándolos a buscar alimento en otras zonas más alejadas, reduciendo su población y presencia.
5. Para un plan de acción efectivo en la conservación del ecosistemas del Salar, es fundamental relevar las amenazas que no estaban consideradas en plan de gestión presentado por la empresa minera y proponer una actualización a los planes de monitoreo para el seguimiento de las actividades productivas dentro del Salar de Surire

considerando los lineamientos del decreto minero N°12 de 1989, para así favorecer la conservación de las tres especies de flamencos que habitan el lugar.

6. Como sugerencia se propone a la empresa definir un plan de monitoreo conjunto con Conaf, que permita obtener información actualizada y veraz sobre el estado poblacional de los flamencos que habitan el Salar de Surire.

Bibliografía:

Castro, A. 2006. Comportamiento reproductivo del flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) en el salar de atacama y lagunas altoandinas comuna de san pedro de atacama II region de Antofagasta. Universidad iberoamericana de ciencias y tecnología facultad de medicina veterinaria y ciencias pecuarias. Trabajo de investigación Para optar al título de Médico Veterinario.

Caziani, S.; Rocha, O.; Romano, M.; Tálamo, A.; Derlindati, E.; Ricalde, D.; Rodríguez, E.; Sosa, H. y Sureda, A. 2006. Population abundance of high-Andes Flamingos: preliminary results from the latest international simultaneous census, 2005. En: Childress, B., Arengo, F., Bechet, A. & Jarrett, N. (eds.) 2006. Flamingo, Bulletin of the IUCN-SSC/Wetlands International Flamingo Specialist Group, No. 14, December 2006. Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge, UK.

Caziani, S., Rocha, O., Rodríguez, E., Romano, M., Derlindati, E., Tálamo, A., Ricalde, D., Quiroga, C., Contreras, J., Valqui, M. y Sosa, H. 2007. Seasonal Distribution, Abundance, and Nesting of Puna, Andean, and Chilean Flamingos. *The Condor* 109:276–287. The Cooper Ornithological Society.

Conaf. 2020. Análisis reproductivo del flamenco Andino, James y Chileno en el Monumento Natural Salar de Surire. Departamento de Áreas Silvestres Protegidas. Septiembre 2020.

Conaf. 2020a. Fluctuación de la población de flamencos en los períodos estivales e invernales y estatus de la nidificación entre los años 2015 y 2019, en el Monumento Natural Salar de Surire. Julio 2020.

Conaf. 2022. Análisis de abundancia de la población de Flamencos Altoandinos en el Monumento Natural Salar de Surire y sitio RAMSAR. Septiembre 2022.

González, F. 2007. Variabilidad Poblacional de los Flamencos en el Altiplano Chileno relacionada con las precipitaciones y la temperatura. Memoria de título. Universidad de Chile facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias Escuela de Ciencias Veterinarias.

Gutierrez, J., Moore, J., Donnelly, P., Dorador, C., Navedo, J., Senner, N. 2022. Climate change and lithium mining influence flamingo abundance in the Lithium Triangle. *Proc. R. Soc. B* 289: 20212388. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.2388>.

Marconi, P., Arengo, F., Clark. 2022. The arid Andean plateau waterscapes and the lithium triangle: flamingos as flagships for conservation of high- altitude wetlands under pressure from mining development. *Wetlands Ecol Manage* (2022) 30:827–852

Rodríguez, E. (ed.) 2005. Flamencos altoandinos *Phoenicopterus andinus* (Philippi, 1854), *Phoenicopterus jamesi* (Sclater, 1886) y *Phoenicopterus chilensis* (Molina, 1782), en el Norte de Chile: Estado actual y plan de conservación. Corporación Nacional Forestal, CONAF. Antofagasta, Chile.

Sielfeld, W., Amado, N., Herreros, J., Peredo, R. y Gallardo, P. 1998. Población de flamencos en el salar del Huasco durante el verano 1993-1994 *Boletín Chileno de Ornitología* 5: 10- 15. Unión de Ornólogos de Chile.

Southworth, J., Marsik, M., Qiu, Y., et al. 2011. Roads as Drivers of Change: Trajectories across the Tri-National Frontier in MAP, the Southwestern Amazon. *Remote Sensing* 3:1047-1066.

Trombulak, S., Frissell, C. 2000. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology* 14(1):18-30.