



**ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN
DE POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES**
Hechos infraccionales N°1 y N°2
Procedimiento Sancionatorio
RES. EX. N°1 / ROL D-004-2025

SOCIEDAD PUNTA DE LOBOS S.A.

Santiago, febrero 2025

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA.....	4
3.	POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES	5
4.	MARCO TEÓRICO	6
4.1	Golondrina de mar negra: biología y ecología.....	6
4.2	Tendencia poblacional de la especie en el área del proyecto.....	8
4.3	Luminosidad y sus efectos en avifauna.....	9
4.4	Medidas de control de luminosidad.....	11
5.	METODOLOGÍA.....	13
5.1	Revisión de los antecedentes asociados a la formulación de cargos....	13
5.2	Revisión del expediente de evaluación ambiental del proyecto.	13
5.3	Revisión de antecedentes proporcionados por SPL.....	13
5.3.1	Plan de Manejo de la especie Golondrina de Mar Negra (Oceanodroma markhami)	14
5.3.2	Registros históricos de caídas de Golondrina de Mar Negra en el Proyecto y efectividad del Plan de Manejo.....	14
5.3.3	Comunicaciones con la autoridad	14
5.3.4	Seguimiento del recambio de luminarias	14
5.4	Revisión de antecedentes de actividades en terreno.....	15
5.5	Análisis comparativos de registros de rescate de golondrina de mar negra en la región, efectuados por SAG y registros históricos de rescate SPL.	15
6.	RESULTADOS.....	16
6.1	Revisión de los antecedentes asociados a la formulación de cargos....	16
6.2	Revisión del expediente de evaluación del proyecto	18
6.3	Revisión de antecedentes proporcionados por SPL.....	20
6.3.1	Plan de Manejo Golondrina de Mar Negra.....	20
6.3.2	Registros históricos de caídas de Golondrina de Mar Negra en el Proyecto y efectividad del Plan de Manejo.....	21

6.3.3	Comunicaciones con la autoridad	24
6.3.4	Seguimiento del recambio de luminarias.....	26
6.4	Revisión de antecedentes de actividades de terreno	32
6.5	Ánálisis comparativo de registros de rescate de golondrina de mar negra en la región, efectuados por SAG y registros históricos de rescate SPL.	34
7.	DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES	37
8.	CONCLUSIONES	40
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	41
10.	APÉNDICES	43

Tablas

Tabla 1.	Sistematización de los principales hallazgos encontrados en los IFA.	18
Tabla 2.	Registro histórico de caídas de Golondrina de Mar Negra en el Proyecto	21
Tabla 3.	Porcentaje de caídas ocurridas en sector puerto respecto al total de caídas en todas las instalaciones del proyecto para el periodo 2016-2024.	23
Tabla 4.	Hallazgos de luminarias por año.....	27
Tabla 5.	Registro de golondrinas de mar negras rescatadas por SPL y SAG entre los años 2016 y 2023.....	35

Figuras

Figura 1.	Áreas del proyecto	2
Figura 2.	Distribución de O. markhami.....	7
Figura 3.	Fenología reproductiva de la golondrina de mar negra en las colonias de pampa La Perdiz, Salar Grande y Salar Navidad.....	8
Figura 4.	Sitios de reproducción de la golondrina de mar negra de la región de Tarapacá.	9
Figura 5.	Número de individuos rescatados por el SAG entre 2016 y 2023	11
Figura 6.	Registro histórico de golondrina de mar negra impactadas.....	23
Figura 7.	Comparativa de luminarias en Plantas localizadas en el sector Mina	33
Figura 8.	Comparativa de luminarias en Plantas localizadas en el sector Puerto ..	33
Figura 9.	Comparativa entre registros de SPL y del SAG	36

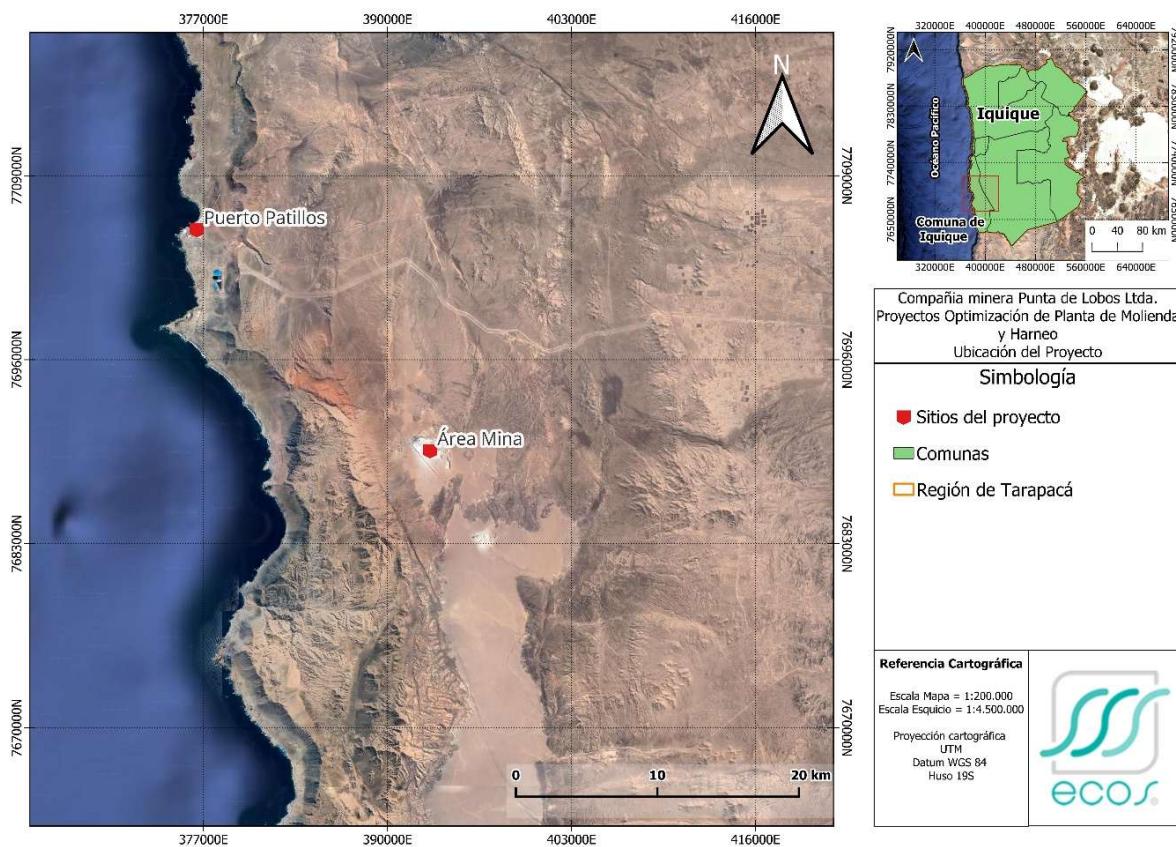
1. INTRODUCCIÓN

Mediante la presente minuta técnica se desarrolla el análisis y estimación de los potenciales efectos ambientales asociados a los cargos N°1 y N°2, formulados en contra de Sociedad Punta de Lobos S.A. (en adelante, "titular") mediante la Resolución Exenta N°1/ROL D-004-2025 (en adelante, "Formulación de Cargos") dictada por la Superintendencia del Medioambiente (en adelante, "SMA"). Este proceso responde a las observaciones de la SMA y del Servicio Agrícola y Ganadero (en adelante, "SAG") presentadas en los Informes de Fiscalización Ambiental realizados desde el año 2017 hasta el año 2024¹, donde se establecen diversos hechos que constituyen desviaciones a Instrumentos de Carácter Ambiental (ICA).

El proyecto desarrollado por Sociedad Punta de Lobos S.A. se encuentra localizada en la comuna de Iquique, Región de Tarapacá, y contempla un sector Mina y un sector Puerto. El sector Mina, desde donde se realiza la extracción de sal, comprende las minas "Loberas" y "Kainitas", ubicadas en el Salar Grande de Tarapacá, y las áreas de procesamiento de la sal extraída, las que contemplan la molienda y harneo del material. Posteriormente, el material es transportado mediante camiones tolva al sector "Puerto Patillos" donde se almacena en canchas de acopio hasta su despacho vía marítima al mercado nacional e internacional. El año 2002, la Comisión Regional del Medioambiente de Tarapacá (en adelante, "COREMA") calificó favorablemente mediante Res. Ex. N°115 el proyecto denominado "OPTIMIZACIÓN DE PLANTA DE MOLIENDA Y HARNEO" y, el año 2005, calificó favorablemente mediante Res. Ex N°8 el proyecto "TERMINAL N°2", del mismo titular y asociados a la Unidad Fiscalizable (UF) Terminal Patillos Sal Lobos – Iquique. Esta UF se localiza en la Ruta A-1, sector Caleta Patillos y Área Mina, en Ruta A-750, sector Salar Grande, comuna de Iquique, Región de Tarapacá. La ubicación de esta UF se muestra en la Figura 1.

¹ Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2017-632-I-RCA-IA; Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2020-3077-I-RCA; Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2021-2348-I-RCA; y, Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2024-800-I-RCA.

Figura 1. Áreas del proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En particular, la presente minuta aborda los Hechos Infraccionales N°1 y N°2, los cuales quedaron estipulados en la formulación de cargos de acuerdo con el siguiente tenor:

- Hecho 1:

"La omisión de ejecutar las acciones necesarias para hacerse cargo del impacto ambiental no previsto, consistente en la caída de ejemplares de golondrina de mar negra en las instalaciones del proyecto producto de la atracción lumínica, al no haberse implementado medidas eficaces para controlar y mitigar dicho impacto."

- Hecho 2:

“Contar con luminaria sin protección para evitar la proyección de la luz hacia el hemisferio superior.”

Con relación a la gravedad de los cargos, el **hecho infraccional N°1 fue clasificado como grave** en virtud de la letra e) del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA, esto es, hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes y que incumplan gravemente las medidas para eliminar o minimizar los efectos adversos de un proyecto o actividad, de acuerdo con lo previsto en la respectiva Resolución de Calificación Ambiental.

Por otra parte, la gravedad del cargo para el **hecho infraccional N°2 fue clasificado como leve** en virtud del numeral 3 del artículo 36 de la LO-SMA, esto es, hechos, actos u omisiones que contravengan cualquier precepto o medida obligatorios y que no constituyan infracción gravísimo o grave, de acuerdo con lo previsto en los números anteriores, de acuerdo con lo previsto en la respectiva Resolución de Calificación Ambiental.

De esta forma, para analizar los potenciales efectos ambientales asociados a los hechos constitutivos de la infracción descritos, se debe considerar el objeto de protección de las exigencias infringidas, así como los antecedentes que permitan verificar la conformidad con éstas. Así, la presente minuta se centrará en evaluar los potenciales efectos adversos sobre el objeto de protección en términos de un probable efecto sobre uno o más componentes ambientales.

2. OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA

Para definir el objeto de protección, en primer lugar, es necesaria la revisión de las condiciones que se estiman infringidas a causa de los cargos objeto del presente documento. En particular, sobre el **hecho infraccional N°1**, los actos u omisiones que constituyen infracciones conforme a la letra e) del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA, en cuanto incumplimiento de los hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes que incumplan gravemente las medidas para eliminar o minimizar los efectos adversos de un proyecto o actividad de acuerdo con lo previsto en la respectiva Resolución de Calificación Ambiental, de conformidad a esta ley y a lo estipulado en la Res. Ex. N°1/ROL D-004-2025 de la SMA específicamente en:

- **Considerando 7 de RCA 115/2002.**

"Que, el titular del proyecto deberá informar a la Comisión Regional del Medio Ambiente de Tarapacá la ocurrencia de impactos ambientales no previstos en la Declaración de Impacto Ambiental, asumiendo las acciones necesarias para controlarlos y mitigarlos si corresponde"

Por otra parte, sobre el **hecho infraccional N°2**, los actos u omisiones que constituyen infracciones conforme al numeral 3 del artículo 36 de la LO-SMA, en cuanto incumplimiento de los hechos, actos u omisiones que contravengan cualquier precepto o medida obligatorios y que no constituyan infracción gravísimo o grave de acuerdo con lo previsto en la respectiva Resolución de Calificación Ambiental, de conformidad a esta ley y a lo estipulado en la Res. Ex. N°1/ROL D-004-2025 de la SMA específicamente en:

- **Considerando 4.1 de RCA N°115/2002.**

4. *"Que, sobre la base de lo señalado en el Informe Técnico Final de la Declaración de Impacto Ambiental y, en atención a los compromisos ambientales voluntarios asumidos por la Compañía Minera Punta de Lobos S.A., se deberá cumplir con lo siguiente:*

4.1 Considerando la presencia ocasional de la golondrina negra de mar (*Oceanodroma markhami*), la Compañía Minera Punta de Lobos S.A. se compromete a lo siguiente:

e) Instalar un dispositivo sobre cada luminaria, consistente en un sombrero o paraguas que evitará la proyección del haz de luz generado hacia arriba.”

- **Considerando 6 de RCA Nº153/2005**

“Se instalará un dispositivo sobre cada luminaria, consistente en un sombrero o paraguas que evitará la proyección del haz de luz generado hacia arriba.”

De acuerdo con los antecedentes anteriormente expuestos, se identifica que el objeto de protección se vincula a la posible afectación de la **componente fauna, específicamente sobre la especie Oceanodroma markhami**, variable sobre la cual se analizarán los potenciales efectos, debido a “La omisión de ejecutar las acciones necesarias para hacerse cargo del impacto ambiental no previsto, consistente en la caída de ejemplares de golondrina de mar negra en las instalaciones del proyecto producto de la atracción lumínica, al no haberse implementado medidas eficaces para controlar y mitigar dicho impacto” y “Contar con luminaria sin protección para evitar la proyección de la luz hacia el hemisferio superior.”

3. POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

A partir del análisis de la información disponible asociada al caso y considerando los hechos infraccionales levantados por la autoridad en los cargos Nº1 y Nº2, la determinación de los potenciales efectos se debe realizar a nivel de los componentes ambientales potencialmente afectados, que corresponden a **individuos de la especie Oceanodroma markhami**, en la zona de influencia del proyecto.

De acuerdo con lo anterior, y dada la naturaleza de los hechos infraccionales, la hipótesis a testear en el marco del presente procedimiento sancionatorio es si:

“Dada omisión de ejecutar las acciones necesarias para hacerse cargo del impacto ambiental no previsto, consistente en la caída de ejemplares de Golondrina de Mar Negra en las instalaciones del proyecto producto de la atracción lumínica, al no haberse implementado medidas eficaces para controlar y mitigar dicho impacto, y contar con luminarias sin protección para evitar la proyección de la luz hacia el hemisferio superior, se afectaron ejemplares de Golondrina de Mar Negra en el área del proyecto”

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Golondrina de mar negra: biología y ecología.

La familia de los paíños (orden Procellariiformes, familia Hydrobatidae) es una de las menos conocidas de las familias de aves (Spear & Ainley, 2007). Se caracterizan por pasar gran parte de sus vidas en el mar abierto y por tener una alta fidelidad a sus sitios reproductivos (Spear & Ainley, 2007; Brooke, 2004). En estos sitios su reproducción ocurre una vez al año, en donde realizan una única postura y crían a un único polluelo (Boersma, Wheelwright, Nerini, & Wheelwright, 1980; Brooke, 2004). Sus colonias reproductivas, visitadas exclusivamente durante la noche, se ubican en lugares alejados del mar y de los depredadores, tales como cuevas, grietas estrechas y cavidades naturales con fisuras en afloramientos salinos (Carboneras, 1992; Ainley, 2005; Schmitt, Barros, & Norambuena, 2015). En Chile, la familia Hydrobatidae está representada por 11 especies de aves (Malinarich & Vallverdú, 2019), entre ellas, tres especies endémicas de la corriente de Humboldt (Spear & Ainley, 2007): la golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*), la golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*), y la golondrina de mar negra (*Oceanodroma markhami*²).

La golondrina de mar negra es una de las aves marinas menos conocidas en el mundo (Croxall, y otros, 2021) y, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), se encuentra clasificada como "Casi Amenazada" (BirdLife International, 2019). A nivel nacional, su estado de conservación ha evolucionado con el tiempo, inicialmente considerada una especie Escasamente o Inadecuadamente Conocida (II) por la ley de caza y su reglamento (Ley N°19.473 del SAG) hasta el año 2018 en el cual fue evaluada y clasificada como "En Peligro" (D.S N°79/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, MMA, 2018) según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), siendo sus principales amenazas: la polución lumínica, explotación de sal, líneas eléctricas, caminos públicos y secundarios, uso de vehículos todo terreno, ejercicios de entrenamiento militar, presencia de perros, parques solares y la presencia de basura tapando la entrada de las cavidades (Schmitt, Barros, & Norambuena, 2015; Barros, y otros, 2019).

² Actualmente se actualizo su nombre a *Hydrobates markhami*

El descubrimiento reciente de varias colonias reproductivas de gran tamaño en el Desierto de Atacama permitió estimar que la población global de la Golondrina de Mar Negra alcanza entre 50.000 y 60.000 parejas reproductoras, lo que equivale a aproximadamente 100.000-120.000 individuos maduros y un total de 150.000-180.000 individuos (BirdLife International, 2019). Se estima que alrededor del 96% de la población reproductiva de la especie nidifica en Chile, donde se encuentra uno de los sitios de reproducción más grandes a nivel mundial (Barros, y otros, 2019) (Medrano, y otros, 2019).

Durante los meses de julio a septiembre, esta especie se distribuye en aguas cálidas ecuatoriales, mientras que, entre enero y julio, en su período reproductivo, se concentra en las aguas frías de la Corriente de Humboldt (Figura 2). Su rango de distribución se extiende principalmente entre la Reserva Nacional de Paracas en Perú central (Jahncke, 1993; García-Godos, Goya, & Jahncke, 2002) y el norte de Chile (Torres-Mura & Lemus, 2013; Schmitt, Barros, & Norambuena, 2015; Medrano y otros, 2019; Barros, y otros, 2019; Malinarich, Araneda, & Vallverdú, 2018; Malinarich & Vallverdú, 2019).

Figura 2. Distribución de *O. markhami*.



Fuente: (Vallverdú Zavala & Torrico Malinarich, 2021).

En Chile se han identificado cuatro colonias para esta ave: "Arica", "pampa La Perdiz", "Salar Grande" (la más cercana a la zona del proyecto) y "Salar Navidad" (Barros, y otros, 2019; Medrano, y otros, 2019) y ocho sitios de nidificación en la región de Tarapacá (Barros, y otros, 2019; Medrano, y otros, 2019; Malinarich & Vallverdú, 2019). Las colonias reproductivas de esta especie poseen una fenología distinta

dependiendo de su ubicación (la época reproductiva de las colonias de la Reserva Nacional de Paracas en Perú Central, Arica y salar de Quiuña es distinta a las colonias de pampa La Perdiz, Salar Grande y Salar Navidad). La fenología observada para estas últimas se muestra en la siguiente Figura 3:

Figura 3. Fenología reproductiva de la golondrina de mar negra en las colonias de pampa La Perdiz, Salar Grande y Salar Navidad.



Fuente: Medrano et al., 2019.

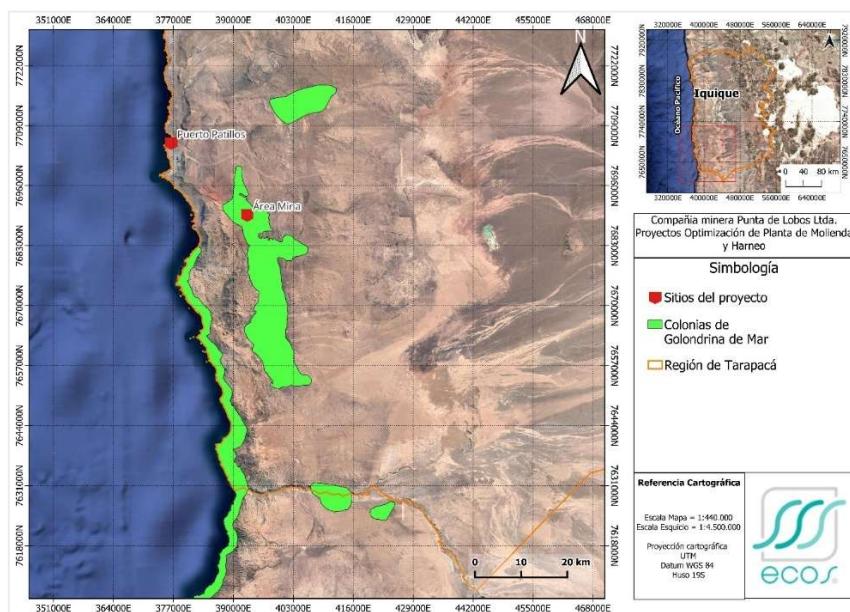
La etapa más crítica en el periodo de la golondrina de mar negra es la que se define como “primer vuelo juveniles”, periodo en el que ocurre la mayoría de los incidentes y contingencias con esta especie, debido a que vuelan de noche en dirección al mar, desviando su vuelo producto de las instalaciones lumínicas cercanas a sus sitios reproductivos (Malinarich, Araneda, & Vallverdú, 2018). La presencia de volantones asociados a las colonias de pampa La Perdiz, Salar Grande y Salar Navidad se considera entre los meses de marzo y junio con mayor frecuencia (Medrano, y otros, 2019; Barros, y otros, 2019).

4.2 Tendencia poblacional de la especie en el área del proyecto.

En la región de Tarapacá existen ocho áreas identificadas como sitios de nidificación de la especie. Ordenadas de Norte a Sur (Figura 4), estas corresponden a: la sub-colonia “pampa Tana” (Barros, y otros, 2019), y los sitios de nidificación “Jarza” (Malinarich & Vallverdú, 2019), “Quiuña” (Medrano, y otros, 2019; Malinarich & Vallverdú, 2019), “Caleta Buena” (Barros, y otros, 2019; Medrano, y otros, 2019; Malinarich & Vallverdú, 2019) “El Carmen Norte” (Malinarich & Vallverdú, 2019), “Pampa Hermosa” (Malinarich & Vallverdú, 2019), “Salar Grande” (Barros, y otros, 2019; Medrano, y otros, 2019; Malinarich & Vallverdú, 2019) y “Loa 1” (Medrano, y otros, 2019; Malinarich & Vallverdú, 2019). Solo uno de estos sitios reproductivos se encuentra asociado al área del proyecto (377100 E; 7.705.850 N UTM Datum PSAD 56

Huso 19S) el que corresponde a Salar Grande. Respecto de esta, se estima – principalmente en base a la observación de volantones caídos en los alrededores – que la colonia posee una densidad de 20.000 parejas reproductivas para la Golondrina de Mar Negra (Barros, y otros, 2019), sin embargo, no se han registrado más de 100 nidos en el área y se ha estimado que sólo el 27% se ha mantenido activo durante tres temporadas (Malinarich & Vallverdú, 2019). Adicionalmente, se estima que también la golondrina de mar de collar podría nidificar en este sitio reproductivo (Barros, y otros, 2019).

Figura 4. Sitios de reproducción de la golondrina de mar negra de la región de Tarapacá.



Fuente: Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC), 2024.

4.3 Luminosidad y sus efectos en avifauna.

El aumento en la población humana asociada a lo largo de las costas ejerce una severa carga sobre los entornos marinos y costeros a través del desarrollo urbano, la infraestructura para la producción y el transporte de energía, la pesca, y otros (Barnosky, Ehrlich, & Hadly, 2016). Esto se ha traducido en un estrés y en una transformación del hábitat de los ecosistemas naturales de algunas especies de aves (Rodríguez, y otros, 2019). Un efecto particular asociado al aumento de la población es la contaminación lumínica. El término “fallout” describe el fenómeno donde una gran cantidad de aves sufren caídas, forzándolas a aterrizar antes de llegar a su

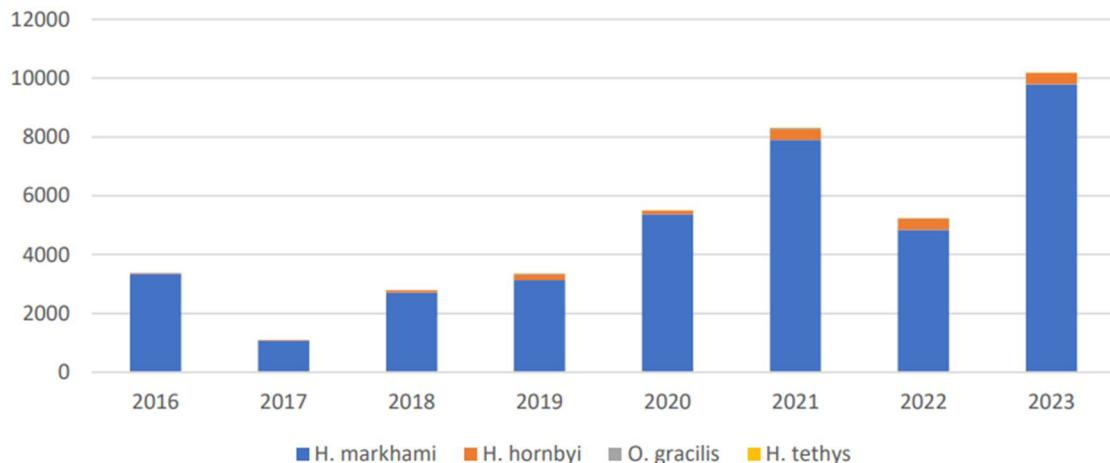
destino (Deppe, y otros, 2017). Este término se ha asociado a la caída de aves producto de la atracción o desorientación por las luces artificiales y resulta una amenaza significativa para ciertas especies de petreles (Procellariiformes) y paíños (Hydrobatidae) en sus primeros vuelos nocturnos al mar (Troy, Holmes, & Green, 2011; Imber, 1975). La contaminación lumínica afecta el comportamiento de las aves, su fisiología (Dominoni, Quetting, & Partecke, Long-Term Effects of Chronic Light Pollution on Seasonal Functions of European Blackbirds (*Turdus merula*), 2013; Dominoni D. M., 2015), su ritmo diario y estacional (Dominoni, Carmona-Wagner, Hofmann, Kranstauber, & Partecke, 2013; Nordt & Klenke, 2013) y puede tener como consecuencia la mortalidad de estas, producto de la desorientación provocada por la atracción hacia las luces (Corre, Ollivier, Ribes, & Jouventin, 2002).

En Chile, varias especies de petreles se han visto afectadas por la contaminación lumínica, entre ellas: la golondrina de mar de collar, la golondrina de mar chica, y la golondrina de mar negra (Silva, y otros, 2020). Particularmente en la Región de Tarapacá y para esta última especie, se han registrado caídas en la ciudad de Iquique, el aeropuerto Diego Aracena, Alto Hospicio, Pozo Almonte, Puerto Patache, Patillos y Salar Grande (Silva, y otros, 2020; Barros, y otros, 2019). En esta misma Región, se han reportado 41.548 individuos de la especie rescatados entre el 2010 y 2023 (SAG,2023) y se estima que la mortalidad en Chile sería de al menos 20.000 ejemplares de golondrina de mar negra por año, entre el 2017 y 2018 (Silva, y otros, 2020).

Como se indicó previamente, una de las fases más críticas en la vida de los petreles es en la etapa de volantones, en donde las aves pasan de tener una vida dependiente de sus padres a una vida independiente en el mar (Brooke, 2004). Para mitigar los efectos de la mortalidad durante esta etapa, a lo largo de todo el mundo se implementan programas de rescate cerca de sitios reproductivos, especialmente para las aves atrapadas por luces artificiales (Rodríguez, y otros, 2017).

En el contexto anterior, el SAG ha desarrollado una iniciativa que guarda relación con la atención de denuncias y liberación de individuos de la especie en la Región de Tarapacá. Esto se ha realizado entre los años 2016 a 2023, donde en base a los datos recabados se puede observar que, la especie con mayor número de reportes corresponde a *O. markhami* con un total de 39.815 individuos (95,8% del total) para el periodo 2016-2023, aumentando el número de individuos atendidos desde el 2018 en adelante (Figura 5).

Figura 5. Número de individuos rescatados por el SAG entre 2016 y 2023



Fuente: (Servicio Agrícola y Ganadero, 2023).

El mismo estudio del SAG (Servicio Agrícola y Ganadero, 2023) da cuenta que durante un año calendario, la especie que mayor atención recibe es *O. markhami*, la cual tiene mayor cantidad de incidentes entre los meses de marzo a junio, correspondiendo en su mayoría a individuos de la etapa juvenil.

4.4 Medidas de control de luminosidad.

Desde 1998, Chile cuenta con una Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica (Decreto N°686/1998 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción), aplicada en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo para proteger la calidad astronómica de los cielos nocturnos en el norte del país. Esta norma restringe la emisión de flujo radiante hacia el hemisferio superior, la sobre iluminación y la emisión de luz en rangos que no favorecen la visión humana o que contribuyen a la contaminación lumínica, como la luz azul. Su regulación se centra en el alumbrado exterior, incluyendo luminarias de calles, parques, recintos deportivos, industrias, así como avisos y letreros luminosos.

Ante el aumento de la contaminación lumínica y sus efectos negativos en la salud humana y la biodiversidad, en octubre de 2023 se publicó el Decreto Supremo N°1/2022 del Ministerio del Medio Ambiente, el cual amplía su alcance a todo el territorio nacional e incorpora objetivos adicionales de protección. Entre las

principales modificaciones, se suman **la biodiversidad** y la salud humana como objetos de protección, además de la calidad astronómica de los cielos nocturnos, y se extiende su aplicación a todo el país. Además, se reduce la emisión de luz azul permitida, pasando del 15% al 7% a nivel nacional y estableciendo una restricción más estricta del 1% en Áreas de Protección Especial, que incluyen zonas de valor astronómico para la investigación científica, Áreas de Protección de Biodiversidad como parques nacionales y reservas, así como zonas de reproducción y comunas identificadas en un Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (en adelante "Plan RECOGE"). También se fortalece el control preventivo mediante la regulación de la comercialización de luminarias por parte de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (en adelante "SEC"), y se establece una aplicación diferenciada para fuentes emisoras nuevas y existentes según su ubicación.

En línea con las medidas de control de luminosidad, en abril de 2022 se aprobó el Plan RECOGE para las golondrinas de mar del norte de Chile mediante el Decreto N°6/2022 del Ministerio del Medio Ambiente. Su objetivo es la conservación de cuatro especies: la golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*), la golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*), la golondrina de mar peruana (*Hydrobates tethys*) y la golondrina de mar chica (*Hydrobates microsoma*). Las principales amenazas identificadas en el plan incluyen la contaminación lumínica, la actividad minera y los proyectos de energías renovables en hábitats reproductivos. Para enfrentarlas, el plan establece 46 acciones agrupadas en 11 líneas estratégicas, destacando la reducción de la contaminación lumínica en áreas críticas, la protección y monitoreo de sitios de nidificación y la generación de información espacial sobre sus hábitats. Este plan fue desarrollado con la participación de más de 80 entidades gubernamentales, académicas y organizaciones de la sociedad civil (Ministerio del Medio Ambiente, 2022).

5. METODOLOGÍA

Para identificar y cuantificar los eventuales efectos que pudieron haber ocurrido producto de los hechos N°1 y N°2 de la formulación de cargos, Res. Ex. N°1/ROL D-004-2025 de la SMA, se desarrollaron las siguientes actividades:

5.1 Revisión de los antecedentes asociados a la formulación de cargos.

Se realizó una revisión de aquellos antecedentes relevantes en la formulación de cargos disponibles, con el fin de identificar las características de los hechos infraccionales. Los documentos revisados se indican a continuación:

- Resolución de formulación de cargos Res. Ex. N° 1 / ROL D-004-2025
- Informe fiscalización Ambiental DFZ-2017-632-I-RCA-IA
- Informe fiscalización Ambiental DFZ-2020-3077-I-RCA
- Informe fiscalización Ambiental DFZ-2021-2348-I-RCA
- Informe fiscalización Ambiental DFZ-2024-800-I-RCA

5.2 Revisión del expediente de evaluación ambiental del proyecto.

Se revisaron los documentos e información sobre el manejo de *Oceanodroma markhami* en los expedientes de evaluación ambiental de los proyectos aprobados mediante RCA N°115/2002 y N°153/2005, con el propósito de analizar la descripción del componente fauna y los compromisos adquiridos en relación con la especie objetivo.

5.3 Revisión de antecedentes proporcionados por SPL.

Se realizó una revisión de los antecedentes entregados por SPL con el propósito de analizar información relevante relacionada con la Golondrina de Mar Negra. Esta revisión consideró los siguientes aspectos:

5.3.1 Plan de Manejo de la especie Golondrina de Mar Negra (*Oceanodroma markhami*)

Se revisó el Plan de Manejo de Golondrina de Mar Negra elaborado por SPL en 2020, analizando sus objetivos, alcance, las responsabilidades de SPL y el protocolo establecido para el rescate y liberación de individuos de la especie (Apéndice 4).

5.3.2 Registros históricos de caídas de Golondrina de Mar Negra en el Proyecto y efectividad del Plan de Manejo

Se recopiló y sistematizó los registros proporcionados por SPL para su análisis, donde se evaluó la tasa de mortalidad en relación con el total de caídas registradas y se registró los incidentes ocurridos en el sector puerto. Esto permitió caracterizar las caídas ocurridas tanto en el área mina del proyecto como en el sector puerto (Apéndice 2).

A partir de estos registros de caídas y liberaciones, el titular realizó un análisis de riesgo y una evaluación de las medidas de mitigación implementadas. En base a esto, se presentaron los principales hallazgos obtenidos por SPL.

5.3.3 Comunicaciones con la autoridad

Se revisó los registros de comunicaciones sostenidas por SPL con el SAG, particularmente aquellas relacionadas con la implementación de medidas de manejo, protocolos de rescate y procedimientos de coordinación para la gestión de la especie (Apéndice 3).

5.3.4 Seguimiento del recambio de luminarias

Se revisó y analizó los informes de turno asociados al control de riesgos realizado por K+S Chile S.A., cuya continuadora legal es SPL, con el propósito de evaluar la verificación del cumplimiento de los compromisos ambientales voluntarios en materia de iluminación. La revisión consideró registros desde 2017 en adelante (Apéndice 1).

Finalmente, estos análisis permitieron recopilar y sintetizar antecedentes de caídas de individuos de *O. markhami* en función de los objetivos del estudio, proporcionando información para las siguientes etapas de la evaluación.

5.4 Revisión de antecedentes de actividades en terreno

Se realizó una visita a terreno el 27 de enero de 2025 por parte de personal de la empresa, asesores legales y bióloga asesora, con el objetivo de evaluar el estado operativo de las áreas Mina y Puerto en relación con las luminarias utilizadas durante la operación. Para ello, se planificó un procedimiento que permitió comparar la condición lumínica antes y después de la aplicación de las medidas de control implementadas. La inspección contempló un recorrido por los sectores definidos en horario nocturno, durante el cual se documentó el estado de iluminación en dos etapas: inicialmente con las luminarias en operación bajo las condiciones previas a las medidas de mitigación (completamente encendidas) y, posteriormente, con la aplicación de las medidas de apagado de luminarias.

El levantamiento de información se realizó mediante registros fotográficos georreferenciados y con sello de fecha, permitiendo documentar ambas condiciones operativas. La visita incluyó la evaluación de distintos puntos dentro de las áreas Mina y Puerto, abarcando sectores estratégicos para la recopilación de información relevante. Se consideró la programación de la visita en horario nocturno para observar la condición lumínica en un contexto representativo de la operación normal. Finalmente, la información recabada fue organizada para su posterior análisis en función de los objetivos del estudio, la cual se presenta en Apéndice 5.

5.5 Análisis comparativo de registros de rescate de golondrina de mar negra en la región, efectuados por SAG y registros históricos de rescate SPL.

Se analizaron los registros de rescates de *O. markhami* reportados por el SAG desde el año 2016 hasta 2023, junto con los registros históricos de individuos caídos proporcionados por SPL. Si bien el cliente dispone de datos desde 2015, el análisis considera el período comprendido entre 2016 y 2023, ya que los registros del SAG están disponibles a partir de 2016, permitiendo una comparación homogénea entre ambas fuentes de información. Los datos fueron organizados en un conjunto estructurado y graficados en Microsoft Excel para evaluar las tendencias y fluctuaciones a lo largo del período analizado.

Para determinar la relación entre ambas variables, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson en R mediante la función `cor.test()`, utilizando el método

"pearson". Adicionalmente, se obtuvo el valor p , el cual permite evaluar la significancia estadística de la correlación. Se estableció un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$), considerando significativa cualquier relación con un valor p menor a 0.05.

Para verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad, se realizó un análisis sobre estos datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, la cual permite evaluar si los datos siguen una distribución normal, requisito fundamental para la correcta aplicación de la correlación de Pearson. La prueba se llevó a cabo en el software estadístico R utilizando la función `shapiro.test()`, con un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$).

Adicionalmente, se generaron gráficos Q-Q (Quantile-Quantile) para visualizar la distribución de los datos en comparación con una distribución normal teórica. Estos gráficos permiten evaluar si los valores observados se alinean con los cuantiles esperados bajo normalidad. Con base en los resultados obtenidos, se determinó la idoneidad del uso de la correlación de Pearson para analizar la relación entre las series de datos.

6. RESULTADOS

6.1 Revisión de los antecedentes asociados a la formulación de cargos.

La SMA formuló cargos contra la Sociedad Punta de Lobos S.A., titular del Terminal Patillos Sal Lobos en Iquique, por incumplimientos relacionados con la afectación de la golondrina de mar negra (*O. markhami*). Los cargos se clasifican en dos tipos: una infracción grave por la omisión de ejecutar acciones necesarias para hacerse cargo del impacto ambiental no previsto, consistente en la caída de ejemplares de golondrina de mar negra debido a la atracción lumínica, y una infracción leve por contar con luminarias sin protección adecuada para evitar la proyección de luz hacia el hemisferio superior.

Como parte del proceso sancionatorio se generaron 4 Informes de Fiscalización Ambiental (IFA) entre los años 2017 y 2024. A continuación, se presentan los principales hallazgos:

- **Informe DFZ-2017-632-I-RCA-IA (12 de mayo de 2017).** La inspección registró 70 restos de golondrinas de mar negra en el sector "Mina" y 209 en el sector "Puerto". El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) reportó el rescate de 747 individuos en 2015, 2,904 en 2016 y 844 en 2017 hasta la fecha del informe. Se concluyó que las medidas implementadas eran insuficientes para mitigar el impacto en la fauna y que las aves encontradas en malas condiciones no recibían atención o tratamiento adecuado.
- **Informe DFZ-2020-3077-I-RCA (24 de agosto de 2020).** Durante la inspección se hallaron 32 restos de golondrinas en el sector "Muelle" y 43 en el sector "Rambla Planta 2", cerca de una torre de iluminación. El SAG reportó que, en los últimos tres años, se habían rescatado 4,017 individuos, acumulando un total de 8,463 en seis años. Se destacó la necesidad de medidas específicas para reducir la afectación, considerando que la golondrina de mar negra está clasificada como En Peligro de Extinción.
- **Informe DFZ-2021-2348-I-RCA (6 de julio de 2021).** La inspección registró 2 restos de golondrinas en la Planta N°2 y más restos en el sector "Puerto". El SAG informó que en 2021 se rescataron 2,853 individuos, de los cuales 2,815 estaban vivos y 38 muertos. Se determinó que el plan de manejo no se aplicaba adecuadamente durante todo el año, los lugares de acopio y recolección no estaban operativos y no se diferenciaban las especies de golondrinas en los registros.
- **Informe DFZ-2024-800-I-RCA (9 de abril de 2024).** En la inspección, se encontraron 150 carcasas y una golondrina viva en el Terminal N°2, además de 13 carcasas y 2 golondrinas vivas en el Terminal N°1. El SAG concluyó que las medidas implementadas seguían siendo insuficientes para mitigar el impacto en la golondrina de mar negra. Asimismo, se observó que las luminarias exteriores en ambos terminales no contaban con protección adecuada para evitar la proyección de luz hacia el hemisferio superior.

A continuación, se presentan en la Tabla 1 el resumen de los hallazgos registrados en los procesos de fiscalización.

Tabla 1. Sistematización de los principales hallazgos encontrados en los IFA.

IFA	Fecha	Encontradas vivas en inspección	Encontradas muertas en inspección	Total rescatadas hasta el año de la inspección	Conclusiones
DFZ-2017-632-I-RCA	12 de mayo de 2017	0	279	4495	Medidas insuficientes para mitigar impacto. Aves en malas condiciones no recibían tratamiento adecuado.
DFZ-2020-3077-I-RCA	24 de agosto de 2020	0	75	8542	Necesidad de medidas específicas debido a clasificación En Peligro de Extinción.
DFZ-2021-2348-I-RCA	6 de julio de 2021	0	3	11395	Plan de manejo no se aplicaba adecuadamente, lugares de acopio inoperativos, no se diferenciaban especies en registros.
DFZ-2024-800-I-RCA	9 de abril de 2024	3	163	18047	Medidas insuficientes. Luminarias sin protección adecuada para evitar proyección de luz hacia el hemisferio superior.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

6.2 Revisión del expediente de evaluación del proyecto

De la revisión del expediente de evaluación de los proyectos se recabó la siguiente información:

RCA 115/2002

De acuerdo con la descripción del área de influencia del proyecto dentro del “Anexo B: Medio Biótico” se establece que, la región de Tarapacá es una de las zonas más secas del país y el mundo, caracterizándose por presentar una alta radiación solar, como también una alta concentración salina en los suelos, además de contrastantes diferencias climáticas y geográficas entre el sector costero y el interior debido a la influencia marina y al efecto de la neblina costera. Las condiciones mencionadas determinan características poco propicias para el establecimiento de cualquier forma de vida. Debido a lo anterior, no se registraron especies de fauna en el área de influencia.

De esta forma, se establecieron solamente compromisos ambientales voluntarios (CAV) relacionados a *Oceanodroma markhami* en los considerandos 4.1 y 7 de la RCA 115/2002 mencionados en la formulación de cargos, los que indicaban:

- **Considerando 4.1 de RCA 115/2002**

Considerando la presencia ocasional de la golondrina negra de mar (*Oceanodroma markhami*), la Compañía Minera Punta de Lobos S.A. se compromete a lo siguiente:

e) Instalar un dispositivo sobre cada luminaria, consistente en un sombrero o paraguas que evitará la proyección del haz de luz generado hacia arriba.

- **Considerando 7 de RCA 115/2002**

Que, el titular del proyecto deberá informar a la Comisión Regional del Medio Ambiente de Tarapacá la ocurrencia de impactos ambientales no previstos en la Declaración de Impacto Ambiental, asumiendo las acciones necesarias para controlarlos y mitigarlos si corresponde.

RCA 153/2005

De acuerdo con los antecedentes presentados durante la evaluación del proyecto, en la DIA se menciona que el área de emplazamiento del proyecto no constituye un área con valor ambiental y tampoco presenta diversidad biológica debido a que no se registra la presencia y desarrollo de algún tipo de especie, sea de flora o fauna, que le otorguen un valor especial. Adicionalmente, corresponde a un área que presenta alta intervención antrópica, correspondiente a las dependencias y elementos que forman parte del proceso productivo que desarrolla en la actualidad SPL.

De esta forma, se establecieron solamente compromisos ambientales voluntarios (CAV) del considerando 6 de la RCA 153/2005 mencionados en la presente formulación de cargos, el que indicaba:

- **Considerando 6 de RCA N°153/2005**

Se instalará un dispositivo sobre cada luminaria, consistente en un sombrero o paraguas que evitará la proyección del haz de luz generado hacia arriba.

6.3 Revisión de antecedentes proporcionados por SPL.

6.3.1 Plan de Manejo Golondrina de Mar Negra.

El Plan de Manejo para la Golondrina de Mar Negra (*O. markhami*) (ver apéndice 4) fue aprobado en el año 2020 a través de la Carta N°249/2020 del SAG (ver apéndice 5), la que enfatizaba la importancia de mantener un control riguroso sobre el registro, resguardo y liberación de los individuos de esta especie, dado su estado de conservación. Además, se requiere que el plan sea revisado al final de cada temporada, con el objetivo de ajustar y optimizar los esfuerzos para su protección.

El Plan de Manejo entregado por Sociedad Punta de Lobos S.A. tiene como objetivo general establecer acciones correctivas y oportunas frente a la presencia de Golondrinas de Mar Negras dentro de las instalaciones de la compañía, con el fin de proteger la especie, considerando su estado de conservación actual. A través de este plan, SPL busca mitigar los riesgos asociados a los incidentes con la especie, garantizando su resguardo y liberación al medio natural de manera eficiente.

En cuanto a los objetivos específicos, el plan establece dos acciones clave: la **implementación de medidas específicas para el rescate y devolución de las golondrinas al medio natural, y la creación de un control cuantitativo para registrar el número de individuos**, tanto vivos como muertos. Estos objetivos tienen como fin monitorear y optimizar las acciones de conservación de la especie.

El alcance del plan cubre las áreas de Mina y Puerto, donde se ha detectado la presencia de la golondrina de mar negra, asegurando que las acciones de manejo sean aplicadas en los puntos más relevantes para la protección de la especie dentro de las instalaciones.

Las responsabilidades de SPL incluyen proporcionar los recursos necesarios para la implementación del plan y asegurar su difusión entre el personal de la empresa y los contratistas. Además, la compañía se compromete a mantener personal capacitado y disponible para realizar la liberación de las aves antes de las 24 horas desde su rescate, lo cual es crucial para evitar el estrés prolongado en las aves.

El procedimiento de rescate descrito en el plan es detallado, orientado a que las aves sean manejadas con el menor impacto posible. El personal encargado debe utilizar guantes y mascarillas desechables, realizar el rescate de forma tranquila y evitar cualquier tipo de aglomeración. Las aves rescatadas serán colocadas en cajas

unipersonales con ventilación, en lugares alejados de fuentes de ruido y luz, lo que garantiza su bienestar mientras esperan ser liberadas.

En cuanto a la liberación de las aves, el plan establece que las golondrinas rescatadas deben ser liberadas dentro de las 24 horas en un sector adecuado, preferentemente durante el atardecer y en zonas alejadas de la contaminación lumínica. Si se registran más de 10 rescates diarios, se implementará un sistema de marcaje con anillamiento para evaluar la efectividad del proceso de liberación y su impacto en la población de la especie.

En el caso de aves heridas, estas serán llevadas a un centro veterinario para su evaluación. Cualquier decisión tomada sobre su tratamiento o eutanasia será comunicada al SAG. Además, se asegura que todo el personal tenga acceso al material necesario para realizar las acciones de manejo de manera adecuada y efectiva.

Finalmente, el plan determina que el punto de liberación de las aves será la Playa Chauca, ubicada a 8 km al sur de Puerto Patillos. Este sitio fue seleccionado debido a su baja contaminación lumínica y su menor presencia de depredadores, lo que favorece la recuperación de las golondrinas en su entorno natural.

6.3.2 Registros históricos de caídas de Golondrina de Mar Negra en el Proyecto y efectividad del Plan de Manejo.

SPL cuenta con registros de recolección y rescate de golondrinas de mar negra. En la Tabla 2 se presentan el registro de caídas desde el año 2015 al 2024, que incluye las caídas vivas, las caídas muertas y el porcentaje de muerte (caídas vivas/caídas muertas) (Apéndice 2).

Tabla 2. Registro de caídas de Golondrina de Mar Negra en el Proyecto

Año	Caídas vivas	Caídas muertas	Total caídas	% muertes
2015	747	0	747	0%
2016	2504	400	2904	13,77%
2017	771	73	844	8,65%
2018	743	135	878	15,38%
2019	523	39	562	6,94%
2020	2.541	66	2.607	2,53%
2021	2.815	38	2.853	1,33%
2022	1.272	11	1.283	0,86%

Año	Caídas vivas	Caídas muertas	Total caídas	% muertes
2023	3.363	107	3.470	3,08%
2024	1.850	49	1.899	2,58%
Total	17.129	918	18.047	5,09%

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por SPL, 2025.

En 2015, se registraron 747 caídas de golondrinas de mar negra, sin mortalidad documentada (0%). En 2016, el total de caídas aumentó a 2.904, de las cuales 400 individuos fueron encontrados muertos, lo que equivale al 13,77%.

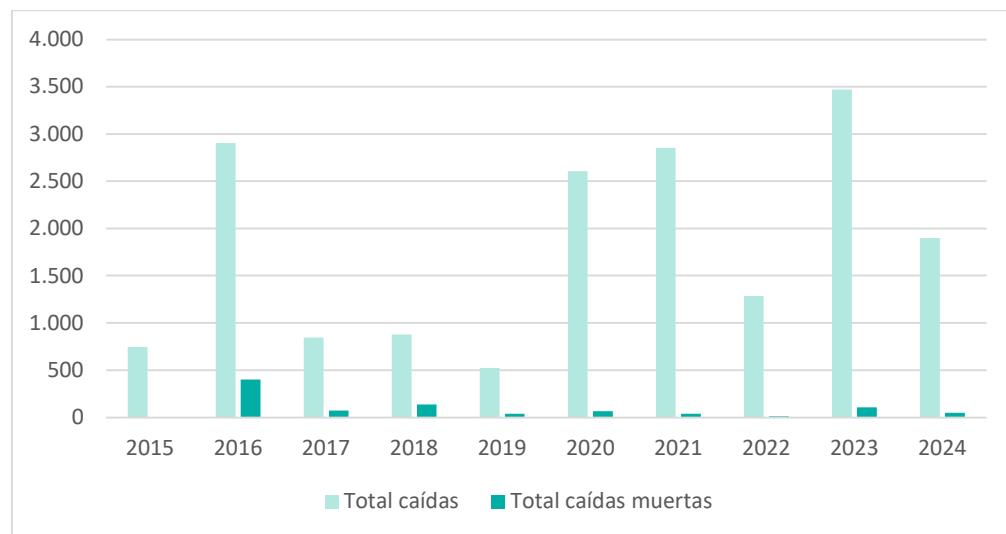
En 2017, se reportaron 844 caídas, con 73 individuos muertos, lo que representa un 8,65% del total. En 2018, el número de caídas fue de 878, con 135 muertes, equivalente al 15,38%. En 2019, se registraron 562 caídas, con 39 individuos muertos, lo que corresponde a un 6,94%.

En 2020, año en que se implementó el Plan de Manejo de Golondrina de Mar Negra, se reportaron 2.607 caídas, con 66 golondrinas de mar negra muertas, lo que equivale al 2,53%. En 2021, se registraron 2.853 caídas, con 38 muertes, representando un 1,33%. Durante 2022, se reportaron 1.283 caídas, con solo 11 individuos muertos, lo que equivale al 0,86%.

En 2023, el número de caídas aumentó a 3.470, con 107 muertes, representando un 3,08%. Finalmente, en 2024, se registraron 1.899 caídas, con 49 individuos muertos, lo que equivale al 2,58%.

En total, desde 2015 hasta 2024, se han registrado 18.047 caídas de golondrinas de mar negra. De este total, 918 individuos fueron encontrados muertos, lo que representa un 5,09% del total de caídas en el periodo analizado (Figura 6).

Figura 6. Registro histórico de golondrina de mar negra impactadas



Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por SPL, 2025.

Desde el año 2016, SPL mantiene un registro detallado de las caídas de individuos de golondrina de mar negra, permitiendo discriminar el área del proyecto donde ocurrió cada caída y la fecha exacta (Apéndice 6). A partir de esta información, se identificó 2.262 individuos caídos de golondrina de mar negra asociados a la infraestructura del sector Puerto. Es importante señalar que para efectos de la cuantificación del total de caídas en el sector Puerto, no se incluyeron los registros del año 2015, atendido el hecho que durante ese año la información no se encontraba desagregada para los sectores.

Por lo tanto, para efectos de la comparación entre el total de los individuos caídos en todas las instalaciones de SPL con los individuos caídos en el sector Puerto, se considera que el total de caídas entre el año 2016 al 2024, correspondiendo a 17.300 individuos. De esta manera, las caídas en el sector Puerto representan aproximadamente el 13% del total de caídas registrada en el proyecto (Tabla 3)

Tabla 3. Porcentaje de caídas ocurridas en sector puerto respecto al total de caídas en todas las instalaciones del proyecto para el periodo 2016-2024.

Total proyecto	Total Puerto	%
17.300	2262	13%

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por SPL, 2025.

Además, se analizó los registros de liberación de individuos efectuados por CEREGO (Centro de Rehabilitación de Golondrina de Mar y Fauna), organismo que desde el año 2024 realiza el seguimiento de las aves liberadas, conforme a lo propuesto en el Plan de Manejo.

En base a los datos provistos en el apéndice 2 SPL relevó los siguientes hallazgos:

- Las áreas de extracción minera y el campamento fueron las que presentaron los mayores registros de caídas.
- En la faena de Puerto Patillos, se registraron aproximadamente 64 caídas, lo que representó una disminución considerable frente al año 2023, cuando se registraron 689 caídas. Esta reducción se atribuye a los trabajos de proyectos en Puerto.
- Se identificó que los mayores grupos de aves en su primer vuelo se producen durante la primera quincena de abril y mayo.
- Abril sigue siendo el mes con el mayor número de vuelos de volantones de golondrinas de mar negra.
- Hubo un mayor compromiso por parte de las áreas de Operaciones y Servicios en la gestión de los focos de contaminación lumínica.
- Entre las medidas de mitigación implementadas, la más efectiva fue el apagado de las luces en las Plantas de Molienda, logrando una reducción del 85% en el registro de caídas respecto al periodo 2023, lo que confirma la importancia de estrategias de control lumínico en la protección de la especie.

6.3.3 Comunicaciones con la autoridad

A continuación, se presentan los principales contenidos incluidos en los registros de comunicación entre SPL y el SAG provistos por el titular, en los cuales se informa sobre la afectación de la golondrina de mar negra en las instalaciones del proyecto (Apéndice 3):

- **Abril 2016:** El SAG proporcionó directrices para la recolección, almacenamiento y liberación de individuos caídos de Golondrina de Mar Negra, enfatizando la importancia de registrar cada evento e implementar medidas para minimizar la atracción de estas aves por fuentes de luz artificial. Asimismo, se enviaron afiches informativos para su difusión en las instalaciones del titular.

- **Abril 2017:** El titular consultó al SAG sobre el procedimiento adecuado para la disposición de individuos muertos de Golondrina de Mar Negra, mencionando que hasta ese momento se habían incluido en los residuos orgánicos. Se solicitó orientación para definir un protocolo más adecuado en estos casos.
- **Diciembre 2018:** El SAG solicitó el registro anual de individuos rescatados durante 2018, incluyendo detalles sobre fecha, cantidad, estado de las aves y ubicación de los eventos. En respuesta, el titular remitió una planilla con la información solicitada.
- **Abril 2020:** El SAG aprobó el Plan de Manejo de Golondrina de Mar presentado por el titular, destacando la necesidad de mantener un control riguroso del registro, resguardo y liberación de individuos, dada la alta frecuencia de incidentes reportados.
- **Octubre 2021:** El titular envió al SAG el registro actualizado de rescate y liberación de Golondrina de Mar Negro correspondiente al año 2021, en cumplimiento con los compromisos de reporte establecidos.
- **Diciembre 2021:** El SAG solicitó la información anual sobre caídas de golondrinas, en el marco del plan de manejo de fauna. El titular informó que la campaña de rescate y liberación finaliza en julio de cada año, debido a la disminución significativa de eventos a partir de esa fecha, y que desde entonces no se habían registrado nuevas caídas. Posteriormente, el SAG enfatizó la necesidad de aplicar el protocolo de rescate durante todo el año.
- **Agosto 2022:** El titular remitió al SAG el registro correspondiente a la campaña de rescate y liberación de Golondrina de Mar Negra de 2022, indicando que se mantendría alerta ante nuevas caídas y continuaría con la ejecución del protocolo de manejo.
- **Diciembre 2022:** El SAG solicitó al titular el consolidado anual de caídas de golondrinas de mar, junto con información sobre posibles nidificaciones en la zona de operación. En respuesta, el titular entregó el registro actualizado a agosto de 2022 y señaló que no se han detectado nidificaciones en las inmediaciones del proyecto.

6.3.4 Seguimiento del recambio de luminarias.

Dentro de la información revisada, se encuentran los informes de turno con el control de riesgos realizada por parte de K+S Chile S.A., cuya continuadora legal corresponde a SPL, los cuales tienen por objetivo verificar el cumplimiento de la luminaria instalada de acuerdo con los compromisos ambientales voluntarios mencionados en la RCA, en las diferentes zonas del proyecto. En la Tabla 4 se da cuenta de los hallazgos identificados desde el año 2017 en adelante asociado a tanto a la RCA N° 115/2002 como a la RCA N°153/2005, en la que se puede apreciar que, en total, se realizaron 85 hallazgos Dentro de los hallazgos se describen las condiciones y características de las luminarias inspeccionadas, las cuales corresponden principalmente a deficiencias en los haluros de las luces o falta de sombreros. Sin perjuicio de lo anterior, el resultado de las inspecciones arrojó que las luminarias presentan en general las condiciones comprometidas en la RCA. Finalmente se registra que el estado de todos los hallazgos identificados se encuentra con categoría de completado a la fecha (Apéndice 1)

Tabla 4. Hallazgos de luminarias por año

Hallazgos	RCA 115/2002		RCA 153/2005	
	Cantidad	Año	Cantidad	Año
a) Según inspección realizada, las luminarias presentan un dispositivo que evite un haz de luz hacia arriba. Además, existen luminarias del tipo fluorescente hermético 2 x 36 w.	1	2020	0	-
a) Según inspección realizada, las luminarias presentan un dispositivo que evite un haz de luz hacia arriba. Además, existen luminarias del tipo fluorescente hermético 2 x 36 w. b) Se evidencia reducción de altura de luminarias en todo el proyecto. c) Se evidencia dispositivo adicional a cada luminaria fluorescente.	11	2017, 2018, 2019, 2020	0	-
Apagado de luces	1	2024	0	-

Hallazgos	RCA 115/2002		RCA 153/2005	
	Cantidad	Año	Cantidad	Año
<p>Dado la presencia ocasional de la Golondrina de Mar (<i>Oceanodroma markhami</i>), la iluminación deberá cumplir con las siguientes características:</p> <p>a) Se utilizarán luminarias de tipo fluorescente, con tubos de 2 x 32 w y 2 x 40 w, con pantalla reflectantes cromadas, de acero inoxidable o blanco brillante, recubierto con carcaza plástica hermética.</p> <p>b) Se reducirá la altura de la luminaria en todo el sector del proyecto en que sea posible sin menoscabar la seguridad de los trabajadores.</p> <p>c) Se instalará un dispositivo sobre cada luminaria que evite un haz de luz hacia arriba.</p> <p>Las cuales se verificaron durante la inspección</p>	12	2018, 2019	0	-
<p>El sistema de luminarias al interior de Planta de Proceso y Envasado es de tipo campana, orientando el haz de luz hacia abajo.</p> <p>Las luminarias instaladas del tipo fluorescente a pesar de ser de tipo 2x36 tienen un flujo luminoso dentro del rango de lo acordado en la RCA.</p> <p>Se debe reposicionar haluros para evitar su haz de luz hacia el cielo (Fig. 1, 6, 7 ,8 y 9).</p>	0	-	1	2018

Hallazgos	RCA 115/2002		RCA 153/2005	
	Cantidad	Año	Cantidad	Año
<p>El sistema de luminarias al interior de Planta de Proceso y Envasado es de tipo campana, orientando el haz de luz hacia abajo.</p> <p>Las luminarias instaladas del tipo fluorescente a pesar de ser de tipo 2x36 tienen un flujo luminoso según compromiso estipulado en RCA.</p>	0	-	14	2018, 2019
<p>El sistema de luminarias al interior de Terminal N°2 es de lámparas de sodio de alta presión con pantalla deflectora y fluorescentes herméticos en áreas interiores, orientando el haz de luz hacia abajo.</p> <p>Las luminarias instaladas del tipo fluorescente tienen un flujo luminoso dentro del rango de lo acordado en la RCA.</p>	1	2018	0	-

Hallazgos	RCA 115/2002		RCA 153/2005	
	Cantidad	Año	Cantidad	Año
<p>Medidas inmediatas voluntarias:</p> <p>1. Como Planta 1 y 2 solo está operando en turno día, la descarga en rampa solo se podría realizar en turno día. Además, solicitar a Cta., cuando no se esté ocupando esta rampa, mantener apagada las luminarias en el sector.</p> <p>Medidas de control:</p> <p>Fig. 1: Gestionar con empresa Cta. que el haz de luz se dirija hacia abajo, instalación de una pantalla deflectora, disminuir la altura de la luminaria y realizar recambio por luminarias certificadas bajo la norma 686/98 sobre contaminación Lumínica (si corresponde).</p> <p>Se debe reposicionar haluros para evitar su haz de luz hacia el cielo no sobrepasando los 30 grados de inclinación angular permitido (Fig. 1 y 2).</p>	1	2018	0	-
<p>Medidas inmediatas voluntarias:</p> <p>1. Como Planta 2 solo está operando en turno día, se propone apagar sectores como Primario, CT03 y Silo producto/rechazo. Sin embargo, al momento de intervenir por mantenimiento prender el sector a utilizar (ídem. Fig. 1) Medidas de control:</p> <p>1. Se debe reposicionar haluros para evitar su haz de luz hacia el cielo no sobrepasando los 30 grados de inclinación angular permitido (Fig. 2 y 3).</p>	1	2018	0	-

Hallazgos	RCA 115/2002		RCA 153/2005	
	Cantidad	Año	Cantidad	Año
No se identifican luminarias a intervenir en el proyecto y que generen un haz de luz hacia el cielo, cumpliendo con certificación de contaminación lumínica según DS 43.	34	2020, 2021, 2022, 2023, 2024	0	-
No se identifican luminarias a intervenir en el proyecto y que generen un haz de luz hacia el cielo, cumpliendo con iluminación led cálidas (color ámbar).	3	2024	0	-
Planta 2 sin iluminación por solicitud de Producción Mina	2	2018	0	-
se observa 01 halógeno que genera haz de luz hacia el cielo en stock pile. Como medida de mitigación se puede generar una pantalla deflectora y/o generar el cambio del ángulo de la luminaria 30% grados hacia el suelo. Todas estas medidas buscan eliminar el impacto al ave Golondrina de Mar y contrarrestar la contaminación al producto que podría generarse por la muerte de la especie.	1	2021	0	-
se visualiza que ambas Plantas se encuentran sin operaciones y con luces apagadas	1	2020	0	-
Sin operaciones	1	2021	0	-
TOTAL		70		15

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con información de SPL.

6.4 Revisión de antecedentes de actividades de terreno

El 27 de enero de 2025, se efectuó una visita a terreno donde se observó la condición lumínica de las áreas Mina y Puerto, en horario nocturno, con el propósito de comparar los escenarios antes y después de la aplicación de las medidas de control de luminosidad implementadas por SPL, consistentes en el apagado de gran parte de la luminaria utilizada en la operación del proyecto.

La visita contó con la participación de Paulina Riquelme, Daniela Jara e Ignacio Luco, representantes de la empresa Eelaw; Elena Alarcón, experta bióloga; y Francisco Allendes, asesor legal externo; y, Javier Concha, Patricio Pizarro, Luis Fernández, Giovanni Copello, Roberto Morales y Cristián Salazar, personal de SPL.

A este respecto, cabe hacer presente que SPL funciona en régimen de 24 horas, 7 días a la semana, por lo que en horario nocturno se continúan desarrollando actividades propias de la operación tanto en el sector Mina como Puerto. En este sentido, en el área Mina, al considerar la situación inicial, se observó una alta luminiscencia con un amplio número de luminarias encendidas en distintos puntos del sector. Para documentar esta situación se capturaron registros fotográficos georreferenciados desde el punto de observación ubicado en el Casino (punto más alto del sector mina) (Apéndice 5). Posteriormente, personal de SPL inició la aplicación de las medidas de mitigación, consistentes en el apagado paulatino de luminarias sin detener la operación, evidenciándose una reducción significativa en la luminosidad, destacando particularmente la disminución de fuentes fijas de iluminación. Igualmente se obtuvo un registro fotográfico de esta situación desde el mismo punto indicado previamente (Figura 7) Figura 8

En el área Puerto, se constató un escenario inicial de alta iluminación, con una cantidad considerable de luminarias en operación. Tras la implementación de las medidas de control, se registró una disminución en la emisión lumínica, aunque en menor proporción que en el área Mina. Se identificó que una de las principales fuentes de iluminación correspondía a los barcos en proceso de carga de sal cuya iluminación propia reflejaba en el mar. Adicionalmente, cabe hacer presente que la visita coincidió con una condición de máxima emisión lumínica en el sector Puerto, debido a la carga simultánea de dos embarcaciones, situación poco recurrente en la operación portuaria de SPL (Figura 8).

Figura 7. Comparativa de luminarias en Plantas localizadas en el sector Mina

Registro Fotográfico sector Mina							
 <small>UTM: 19K 392120mE 7690430mN Elevación: 664.53±3.80 m Precisión: 3.17 m Tiempo: 27-01-2025 21:47:07</small>				 <small>UTM: 19K 392114mE 7690427mN Elevación: 674.62±3.06 m Precisión: 4.36 m Tiempo: 27-01-2025 21:59:55</small>			
Nº	Fotografía:	Fecha:		Nº	Fotografía:	Fecha:	
Hecho infraccional: N°1				Hecho infraccional: N°1			
Coordenadas UTM: DATUM WGS84	HUSO: 19S	Norte: 7690430 m	Este: 392120 m	Coordenadas UTM: DATUM WGS84	HUSO: 19S	Norte: 7690427 m	Este: 392114 m
Descripción del medio de verificación: <i>Fotografía corresponde a las instalaciones del sector Mina con luminarias encendidas (estado inicial)</i>				Descripción del medio de verificación: <i>Fotografía corresponde a las instalaciones del sector Mina con luminarias apagadas (estado actual)</i>			

Fuente: Fotografías terreno enero, 2025.

Figura 8. Comparativa de luminarias en Plantas localizadas en el sector Puerto

Registro Fotográfico sector Puerto							
 <small>UTM: 19K 376063mE 7705152mN Elevación: 30.92±3.00 m Precisión: 9.41 m Tiempo: 27-01-2025 23:05:03</small>				 <small>UTM: 19K 379218mE 7704669mN Elevación: 109.53±6.00 m Precisión: 3.22 m Tiempo: 06-02-2025 05:45:15</small>			
Nº	Fotografía:	Fecha:		Nº	Fotografía:	Fecha:	
Hecho infraccional: N°3				Hecho infraccional: N°4			
Nº Fotografía: 3		Fecha: 27-01-2025		Nº Fotografía: 4		Fecha: 06-02-2025	

Hecho infraccional: N°1 y N°2				Hecho infraccional: N°1 y N°2			
Coordenadas UTM: DATUM WGS84	HUSO: 19S	Norte: 7705152 m	Este: 376063 m	Coordenadas UTM: DATUM WGS84	HUSO: 19S	Norte: 7704669 m	Este: 379218 m
Descripción del medio de verificación: <i>Fotografía corresponde a las instalaciones del sector Puerto con luminarias encendidas (estado inicial)</i>				Descripción del medio de verificación: <i>Fotografía corresponde a las instalaciones del sector Puerto con luminarias apagadas (estado actual)</i>			
Fuente: Fotografías terreno enero, 2025.							

6.5 Análisis comparativo de registros de rescate de golondrina de mar negra en la región, efectuados por SAG y registros históricos de rescate SPL.

Como se indicó previamente, los registros de rescate de Golondrina de Mar Negra en la región de Tarapacá, elaborados por SAG, abarcan el periodo que va desde el año 2016 a 2023; por lo anterior, para efectos del presente análisis comparativo se analizará la información suministrada por SPL para los años 2016 a 2023.

En este sentido, las curvas de rescates de *O. markhami* registradas por SPL y SAG presentan fluctuaciones a lo largo del período analizado. Entre 2016 y 2018, ambas series muestran una disminución en la cantidad de individuos rescatados. A partir de 2019, se observa un aumento en ambos registros, con SPL alcanzando un máximo relativo en 2020, mientras que SAG continúa incrementándose hasta 2021. En 2022, ambas series presentan una disminución, con SPL registrando su menor valor del período. En 2023, se observa un incremento en ambos registros, siendo este el año con la mayor cantidad de rescates en la serie para ambas (Tabla 5. Registro de golondrinas de mar negras rescatadas por SPL y SAG entre los años 2016 y 2023.Tabla 5, Figura 9).

El análisis de correlación de Pearson entre los registros de SPL y SAG arrojó un coeficiente de 0.40, indicando una relación positiva moderada entre ambas series de datos. El valor p obtenido fue 0.33, lo que indica que la correlación no es estadísticamente significativa al nivel de confianza del 95%.

La prueba de Shapiro-Wilk arrojó un estadístico de 0.9023 y un valor p de 0.3033 para los datos de SPL, mientras que para los datos de SAG se obtuvo un estadístico de 0.9345 y un valor p de 0.5582. Dado que ambos valores p son mayores que el

umbral de significancia de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, lo que indica que los datos no presentan desviaciones significativas respecto a una distribución normal.

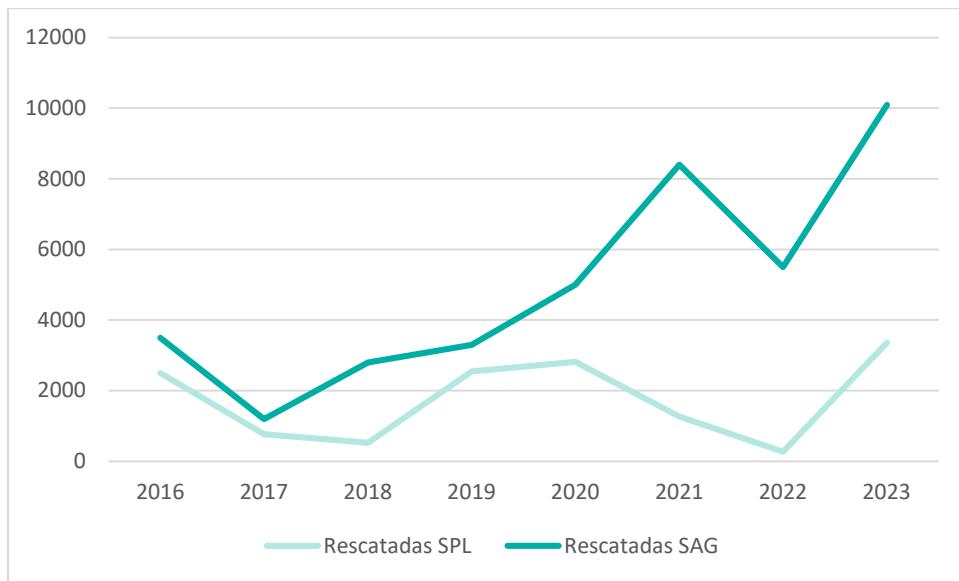
Los gráficos Q-Q muestran que los valores observados se alinean adecuadamente con la distribución normal teórica, reforzando la validez de los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk. Con base en estos análisis, se confirma que los datos cumplen con el supuesto de normalidad, lo que permite la correcta aplicación de la correlación de Pearson para evaluar la relación entre los rescates reportados por SPL y SAG.

Tabla 5. Registro de golondrinas de mar negras rescatadas por SPL y SAG entre los años 2016 y 2023.

Año	Rescatadas SPL	Rescatadas SAG	% participación SPL del total de rescatadas
2016	2504	3500	71,5%
2017	771	1200	64,3%
2018	523	2800	18,7%
2019	2541	3300	77,0%
2020	2816	5000	56,3%
2021	1272	8400	15,1%
2022	272	5500	4,9%
2023	3363	10100	33,3%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 9. Comparativa entre registros de SPL y del SAG



Fuente: Elaboración propia, en base a información de SPL y SAG. 2025.

Entre 2016 y 2020, los rescates de Golondrina de Mar gestionados por SPL representaron una proporción significativa del total de individuos rescatados registrado por SAG, con porcentajes de 71,4% en 2016, 64,25% en 2017, 77% en 2019 y 56,32% en 2020. A partir de 2021, la proporción de rescates gestionados por SPL respecto al total reportado por SAG disminuyó, alcanzando un 15,14% en 2021, 4,95% en 2022 y 33,3% en 2023.

7. DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

En relación con el análisis efectuado se puede indicar los siguiente:

- Se formularon dos cargos los que dicen relación con: 1) la omisión de ejecutar las acciones necesarias para hacerse cargo del impacto ambiental no previsto, producto de la atracción lumínica, al no haberse implementado medidas eficaces para controlar y mitigar dicho impacto y 2) contar con luminarias sin protección para evitar la proyección de la luz hacia el hemisferio superior
- En los procesos de evaluación ambiental [RCA N°115/2002 y RCA N°153/2005], no se consideraron impactos significativos en el componente fauna. En específico, la presencia de Golondrina de Mar Negra fue descrita como “ocasional”. A la fecha de dichas evaluaciones ambientales, la Golondrina de Mar Negra se encontraba en la categoría de conservación “Escasamente o Inadecuadamente Conocida” (I), de acuerdo con la Ley de Caza. Posteriormente, en virtud de la entrada en vigencia del Reglamento de Clasificación de Especies del MMA (RCE), a través del D.S N°79/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, la especie paso a estar catalogada como “En Peligro” (EN).
- A partir de este hito, el conocimiento sobre la especie y sus hábitos de nidificación empezó a cobrar relevancia a nivel nacional, lo que se ve reflejado en que en abril de 2022 se aprobó el Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) para las Golondrinas de Mar del norte de Chile mediante el Decreto N°6/2022 del Ministerio del Medio Ambiente³, donde se establecen acciones para enfrentar las amenazas a esta especie.

³ En efecto, los considerandos siguientes del D.S. N°6/2022, explican lo siguiente: “4. Que, las especies objeto de este Plan corresponden a golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*), golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*), golondrinas de mar peruana (*Hydrobates tethys*) y golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*), nidifican en islotes y planicies del desierto entre Arica y el norte de la Región de Coquimbo, y **se ven enfrentadas a una serie de amenazas, destacando la contaminación lumínica** y algunas actividades en o próximas a sus colonias reproductivas” (énfasis agregado).

- SPL asumió en sus RCA N°115/2002 y RCA N°153/2005 compromisos ambientales voluntarios, como la instalación de dispositivos en luminarias para reducir el impacto lumínico. En específico, se comprometió la instalación de paraguas deflectores como parte de los compromisos ambientales voluntarios establecidos en el ICE (Informe Consolidado de Evaluación Ambiental) presentado en 2002, en el marco del proyecto "Optimización Planta de Molienda y Harneo" del mismo titular.
- Por otra parte, de acuerdo con lo señalado en los informes de fiscalización ambiental, desde el año 2017 hasta el año 2024, estas medidas no habían sido implementadas en la totalidad de las instalaciones de la empresa, lo que generó una eventual exposición a caídas para la especie *O. markhami*.
- Como resultado de lo anterior, desde el año 2015 hasta el 2024, se ha registrado un total de 18.047 de golondrinas de mar caídas, de las cuales 17.129 fueron rescatadas vivas y liberadas, mientras que 918 fueron encontradas muertas, según los datos entregados por SPL.
- Por otro lado, al comparar el porcentaje de caídas de individuos de *O. markhami* en el sector Puerto con el total de individuos caídos en las diferentes instalaciones de SPL entre los años 2016 y 2024, este es de un 13% correspondiente a 2.262 ejemplares
- Sin perjuicio de las caídas registradas en el periodo 2015 a 2024, es posible concluir que existe una reducción en las aves caídas muertas o aves no rescatadas/liberadas, a partir de la fecha de aplicación del Plan de Manejo para la Golondrina de Mar Negra (2020), pasando de porcentajes de mortalidad superiores al 5% en el periodo 2015 a 2019, a porcentajes que fluctúan entre el 0.8% al 3.6% en el periodo de vigencia del Plan. Al respecto, este Plan incluye medidas como pantallas deflectoras, ajuste de iluminación en áreas críticas, protocolo de rescate y liberación de Golondrinas de Mar y un monitoreo continuo de rutas migratorias.
- El titular ha mantenido una comunicación constante con el SAG respecto a la gestión de individuos caídos de Golondrina de Mar Negra. Se han implementado protocolos de rescate, liberación y disposición, con reportes regulares sobre los eventos registrados. Se han ajustado procedimientos y ampliado los periodos de monitoreo. Los registros enviados han incluido datos sobre frecuencia, ubicación y estado de las aves, así como información sobre posibles nidificaciones en la zona de operación.

- En este mismo sentido, a partir del análisis de información sobre el recambio de luminarias, inspecciones realizadas por el titular indican avances en la implementación de las medidas comprometidas en la RCA.
- En la visita a terreno realizada en enero del 2025, se constató que SPL había adoptado las medidas comprometidas respecto a las luces fijas en las instalaciones del proyecto. Sin perjuicio de lo anterior, aún persisten fuentes externas de iluminación. Adicionalmente se confirmó una reducción de la emisión lumínica en sectores estratégicos, especialmente en el área Mina y con avances significativos en el área Puerto.
- Respecto a la comparación de los datos de caídas regionales generados por el SAG y los identificados en instalaciones de SPL, la correlación entre los datos es positiva pero no significativa ($r = 0.40, p = 0.33$), sugiriendo que existe una tendencia a que ambos registros fluctúen en la misma dirección, pero que esta relación no es lo suficientemente fuerte como para descartar otros factores.
- En relación con el total de caídas, al comparar el número de individuos de *O. markhami* caídos muertos ($n=918$) con el número de individuos estimados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), correspondiente a todos los ejemplares adultos y juveniles en el total del área de distribución ($n= 180.000$), el porcentaje de ejemplares muertos representa aproximadamente el 0,54%. Esto indica que la muerte de 918 individuos, de un total de 18.407 especímenes caídos entre el periodo 2015-2024, representa una proporción baja de la población total .
- Finalmente, a partir del análisis de la literatura especializada disponible, de los informes del SAG relacionados con rescate y liberación de *O. markhami*, de los informes de fiscalización ambiental, de la información generada por SPL y de los resultados presentados en el apartado 6.3 de este informe, se puede inferir que sin perjuicio de las eventuales amenazas que afectan a la especie, esta mantiene, a la fecha, presencia en la zona, posiblemente utilizándola como área de tránsito entre sus sitios de nidificación y sus hábitats pelágicos.

8. CONCLUSIONES

Como resultado del análisis efectuado, se constata la generación de un efecto negativo con ocasión de las infracciones N° 1 y N°2 de la Res. Ex. N°1/D-004-2025, pues, *la omisión de ejecutar las acciones necesarias para hacerse cargo del impacto ambiental no previsto, consistente en la caída de ejemplares de golondrina de mar negra en las instalaciones del proyecto producto de la atracción lumínica, al no haberse implementado medidas eficaces para controlar y mitigar dicho impacto, y contar con luminaria sin protección para evitar la proyección de la luz hacia el hemisferio superior*, no contribuyó a disminuir el número de caídas y muertes de ejemplares de Golondrinas de Mar Negra en el área del proyecto durante el periodo analizado.

Por lo anterior, se reconocen **efectos sobre individuos de la especie Oceanodroma markhami, lo que se tradujo en la caída de 18.047 individuos, de los cuales 918 fueron registrados muertos**, durante el periodo 2015 a 2024. En ese mismo contexto, entre los años 2016 y 2024, **el total de individuos caídos en el sector Puerto fue de 2.262 ejemplares, correspondiente al 13% del total de individuos caídos en todas las instalaciones de SPL en este periodo**.

Si bien hubo afectación sobre individuos de la especie (18.047 ejemplares caídos), al considerar el número de individuos rescatados vivos versus aquellos con resultado de muerte, la proporción de sobrevivencia corresponde a 94,91% en contraste con un 5,09% de individuos muertos durante el periodo 2015 a 2024.

En virtud de los antecedentes analizados, y conforme a la relación de causalidad expuesta en la formulación de cargos y contenida en la hipótesis de este informe, se presume que la adopción de acciones destinadas a reducir las fuentes de atracción lumínica en los sectores Mina y Puerto del proyecto, debiese redundar en una reducción en la caída de ejemplares de golondrina de mar negra.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Ainley, D. (2005). The dark storm-petrels of the eastern north Pacific: speciation, current status, and future prospects. *Birding*, 58-65.
- Ambiente, M. d. (2022). Aprueba Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de las Golondrinas de Mar del Norte de Chile. Diario Oficial de la República de Chile.
- Barnosky, A. D., Ehrlich, P. R., & Hadly, E. A. (2016). Avoiding collapse: Grand challenges for science and society to solve by 2050. *Elementa: Science of the Anthropocene* (2016), 1-9.
- Barros, R., Medrano, F., Norambuena, H., Peredo, R., Silva, R., de Groote, F., & Schmitt, F. (2019). Breeding phenology, distribution and conservation status of Markham's Storm-Petrel *Oceanodroma markhami* in the Atacama Desert. *Ardea*, 75-84.
- BirdLife International. (2019). *Hydrobates markhami*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T22698543A156377889.
- Boersma, P. D., Wheelwright, N. T., Nerini, M. K., & Wheelwright, E. S. (1980). The breeding biology of the fork-tailed storm-petrel (*Oceanodroma furcata*). *The Auk*, 268-282.
- Brooke, M. (2004). *Albatrosses and Petrels across the World*. Oxford: Oxford University Press.
- Carboneras, C. (1992). Family Hydrobatidae (Storm-petrels). Pp. 258–271 in: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) *Handbook of the Birds of the World*, vol. 1. Barcelona: Lynx Edicions.
- Corre, M. L., Ollivier, A., Ribes, S., & Jouventin, P. (2002). Light-induced mortality of petrels: a 4-year study from Réunion Island (Indian Ocean). *Biological Conservation*, 93-102.
- Croxall, J. P., Butchart, S. H., Lascelles, B., Stattersfield, A. J., Sullivan, B., Symes, A., & Taylor, P. (2021). Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International*, 1-34.
- Deppe, L., Rowley, O., Rowe, L., Shi, N., McArthur, N., & Gooday, O. (2017). Investigation of fallout events in Hutton's shearwaters (*Puffinus huttoni*) associated with artificial lighting. *Notornis*, 181-191.
- Dominoni, D. M. (2015). The effects of light pollution on the biological rhythms of birds: an integrated, mechanistic perspective. *Journal of Ornithology*, 1-10.

- Dominoni, D., Carmona-Wagner, E., Hofmann, M., Kranstauber, B., & Partecke, J. (2013). Individual-based measurements of light intensity provide new insights into the effects of artificial light at night on daily rhythms of urban-dwelling songbirds. *Journal of Animal Ecology*, 1-2.
- Dominoni, D., Quetting, M., & Partecke, J. (2013). Long-Term Effects of Chronic Light Pollution on Seasonal Functions of European Blackbirds (*Turdus merula*). *Plos One*, 1-9.
- García-Godos, I., Goya, E., & Jahncke, J. (2002). The diet of Markham's Storm Petrel *Oceanodroma markhami* on the central coast of Peru. *Marine Ornithology*, 77-83.
- Imber, M. (1975). Behaviour of petrels in relation to the moon and artificial lights. *Notornis*, 302-306.
- Jahncke, J. (1993). Primer informe del área de anidación de la golondrina de tempestad negra *Oceanodroma markhami* (Salvin, 1883). *Memorias X Congreso Nacional de Biología*, 339-343.
- Malinarich, V., & Vallverdú, A. (2019). Estudio de las poblaciones de golondrina de mar en la región de Tarapacá. SAG, *Unidad de Recursos Naturales Renovables*, 1-56.
- Medrano, F., Silva, R., Barros, R., Terán, D., Peredo, R., Gallardo, B., . . . Tejeda, I. (2019). Nuevos antecedentes sobre la historia natural y conservación de la golondrina de mar negra (*Oceanodroma markhami*) y la golondrina de mar de collar (*Oceanodroma hornbyi*) en Chile. *Revista Chilena de Ornitología*, 21-30.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2022). Aprueba Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de las Golondrinas de Mar del Norte de Chile. Diario Oficial de la República de Chile.
- Nordt, A., & Klenke, R. (2013). Sleepless in Town – Drivers of the Temporal Shift in Dawn Song in Urban European Blackbirds. *Plos One*, 1-10.
- Rodríguez, A., Arcos, J., Bretagnolle, V., Dias, M., Holmes, N., Louzao, M., . . . Chiaradia, A. (2019). Future Directions in Conservation Research on Petrels and Shearwaters. *Frontiers in Marine Science*, 1-27.
- Rodríguez, A., Moffett, J., Revoltós, A., Wasiak, P., McIntosh, R., Sutherland, D., . . . Chiaradia, A. (2017). Light Pollution and Seabird Fledglings: Targeting Efforts in Rescue Programs. *The Journal of Wildlife Management*, 1-8.

- Schmitt, F., Barros, R., & Norambuena, H. (2015). Markham's Storm Petrel breeding colonies discovered in Chile. *Neotropical Birding*, 5-10.
- Servicio Agrícola y Ganadero. (2023). *Estudio de las poblaciones de Golondrina de Mar en la Región de Tarapacá*. Obtenido de <https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/Informe-golondrinas-2023.pdf>
- Silva, R., Medrano, F., Tejeda, I., Terán, D., Peredo, R., Barros, R., . . . Toro-Barros, B. (2020). Evaluación del impacto de la contaminación lumínica sobre las aves marinas de Chile: diagnóstico y propuestas. *Ornitología Neotropical*, 13-24.
- Spear, L. B., & Ainley, D. G. (2007). Storm-Petrels of the Eastern Pacific Ocean: Species Assembly and Diversity Along Marine Habitat Gradients. *Ornithological Monographs*, 1-77.
- Troy, J., Holmes, N., & Green, M. (2011). Modeling artificial light viewed by fledgling seabirds. *Ecosphere*, 1-13.
- Vallverdú Zavala, A., & Torrico Malinarich, V. (2021). *Estudio de las poblaciones de golondrinas de mar en la Región de Tarapacá*. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Unidad de Recursos Naturales Renovables, Tarapacá, Chile.

10. APÉNDICES

- Apéndice 1. Estado de luminaria de SPL
- Apéndice 2. Análisis final Campaña GM2024
- Apéndice 3. Comunicaciones
- Apéndice 4. Plan de Manejo Golondrina de mar negra_rev05 SPL
- Apéndice 5. Registros fotográficos de visita a terreno
- Apéndice 6. Registros de recolección y rescate