



ESTUDIO DE LAS POBLACIONES DE GOLONDRINAS DE MAR EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ



Vinko Malinarich Torrico – Tomás Rivera Munita

SAG, Unidad de Recursos Naturales Renovables

Región de Tarapacá

Diciembre, 2024

N° Medio de Verificación	1470
Nombre del Estudio y/o Catastro en Materia de Vida Silvestre:	“ESTUDIO DEL ESTADO DE LAS POBLACIONES DE GOLONDRINAS DE MAR EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ”.
Región:	Región de Tarapacá
Correspondiente al AÑO:	2024
Lugar (Área, de Estudio y/o Catastro):	Toda la región de Tarapacá correspondiente a depósitos de sales dentro de los primeros 50 kilómetros de distancia de la costa, específicamente los sectores de Chiza, Jarza, Quiuña, Caleta Buena, El Carmen (Soronal), Pampa Hermosa, Salar Grande, Loa, Pabellón de Pica, y Chipana, caracterizados por un clima hiperárido, con casi nulas precipitaciones y cavidades salinas naturales.

Informe elaborado por:

Vinko Malinarich Torrico
 Biólogo, Magister en Medio Ambiente
 Encargado Regional Recursos Naturales Renovables

Tomás Rivera Munita
 Médico Veterinario
 Coordinador Regional de Fauna Silvestre

Equipo levantamiento de información en terreno SAG Tarapacá:

Mario Cáceres Pino, Ingeniero Forestal Unidad RENARE SAG Tarapacá
 María Laytte García, Médico Veterinario Unidad RENARE Tarapacá

Agradecimiento Especial Inspectora de Caza Ad Honorem:

Elena Alarcón Astudillo, Bióloga, Magister en Medio Ambiente

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	OBJETIVOS	7
3.	ANTECEDENTES	7
	3.1 Estado actual del conocimiento de las especies.....	7
	3.2 Acciones de sensibilización y difusión	10
	3.3 La Brigada Canina como una herramienta para la detección de sitios de nidificación	13
	3.4 Influenza Aviar	14
	3.5 Visores Térmicos para el Monitoreo de Actividad en Horario Nocturno	15
	3.6	15
Geo detección en el estudio de migración de aves	15
4.	MÉTODO	16
	4.1 Área de estudio.....	16
	4.1.1 Sector Chiza	16
	4.1.2 Sector Jarza	17
	4.1.3 Sector Quiuña	17
	4.1.4 Sector caleta buena	17
	4.1.5 Sector Carmen Norte	19
	4.1.6 Sector Pampa Hermosa	19
	4.1.7 Sector Salar Grande	19
	4.1.8 Sector Loa	19
	4.1.9 Sector Pabellón de Pica.....	20
	4.1.10 Sector Chipana	20
	4.2 Obtención de datos.....	21
	4.2.1 Registro de Incidentes de Golondrinas de mar	21
	4.2.2 Determinación de sitios de nidificación	21
	4.2.3 Detección de presencia/ausencia.....	23
	4.2.4 Características morfológicas y hábitos reproductivos.....	23
	4.2.5 Métodos de captura	24
	4.2.5.1 Red de niebla	24
	4.2.5.2 Carpa Niebla	24
	4.2.5.3 Recolección manual.....	25

4.2.6 Marcaje de individuos	26
4.2.6.1 Anillamiento	26
5. RESULTADOS	26
5.1 Reportes de incidentes en la región de Tarapacá.....	26
5.1.1 Incidentes reportados al Servicio Agrícola y Ganadero.....	26
5.2 Prospecciones e identificación de sitios de nidificación	31
5.2.1 Caracterización de los sitios prospectados.....	31
5.2.1.1 Sector Chiza	33
5.2.1.2 Sector Jarza.....	34
5.2.1.3 Sector Quiuña	35
5.2.1.4 Sector Caleta Buena.....	39
5.2.1.5 Sector Carmen Norte	41
5.2.1.6 Sector Pampa Hermosa	42
5.2.1.7 Sector Salar Grande	45
5.2.1.8 Sector Loa	48
5.2.1.9 Sector Pabellón de Pica.....	51
5.2.1.10 Sector Chipana	54
5.3 Características morfológicas y hábitos reproductivos.....	55
5.3.1 Ciclo reproductivo de la especie <i>Hydrobates markhami</i>	55
5.3.2 Ciclo reproductivo de la especie <i>Oceanites gracilis</i>	55
5.4 Amenazas.....	56
6. DISCUSIÓN	59
6.1 Reportes de incidentes en la Región de Tarapacá.....	59
6.2 Sitios de nidificación	61
7. CONCLUSIONES.....	62
8. LITERATURA CITADA	65
9. ANEXOS.....	70

1. INTRODUCCIÓN

Las golondrinas de mar son un grupo de aves pelágicas pertenecientes al Orden Procellariiformes, las cuales se alimentan en el mar y anidan en tierra, algunas especies en islas e islotes, y otras en planicies interiores del desierto. Este orden contiene 127 especies clasificadas en cuatro familias, Diomedidae (albatros), Procellariidae (petreles, fardelas y yuncos), Hydrobatidae (Petreles de las tormentas del norte) y Oceanitidae (Petreles de las tormentas australes). Este orden contiene aves de tamaño variado desde *Hydrobates microsoma*, con una envergadura de 32 cm y un peso de 20 gramos a un albatros real (*Diomedea epomophora*), con una envergadura de 300cm y un peso aproximado de adulto de 8.700 gramos (Hamer K, 2018). Las especies pertenecientes a este Orden no presentan diferencias de coloración en el plumaje de hembras, machos o juveniles (Choi, *et al.*, 2011). Presentan características anatómicas particulares en sus fosas nasales, ubicadas de manera tubular en proximidad al pico. La función principal de estas es la mejora del sentido del olfato y la facilitación de la excreción de sal a través de la glándula de sal durante el vuelo. Se postula que estas características anatómicas también desempeñan un papel en la detección de cambios de presión atmosférica, actuando de manera análoga a un anemómetro, lo que posiblemente permite a las aves ajustar su velocidad de vuelo de manera adaptativa (Cáceres, 2014).

En Chile la familia Oceanitidae se encuentran representada por 8 especies, dentro de las cuales figura la golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*) y la golondrina de mar *Oceanites oceanicus*, mientras que en la familia Hydrobatidae contiene solo tres especies, todas del norte del país, la golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*) clasificada como En Peligro (DS N° 79/2018) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), la golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*) y la golondrina de mar peruana (*Hydrobates tethys*), ambas clasificadas como Vulnerable (DS N° 16/2020 MMA). (Ver Figura 1)

Debido a que las golondrinas de mar o petrel de la tormenta están estrictamente confinados al océano abierto y vuelven a tierra solo para reproducirse, han estado envueltos durante mucho tiempo en el misterio y el mito. Éstos eran conocidos por los marineros norteamericanos como "pollos de la madre Carey" (Mother Carey's chickens), en referencia a la bruja que poseía la llave donde se decía que los marineros ahogados reposaban (Spear & Ainley 2007).

El conocimiento de la biología de estas especies es escaso. Desde hace algunas décadas se conocen pequeñas colonias reproductivas de *H. tethys* y *O. gracilis* en las islas Grande de Atacama y Chungungo, respectivamente. Sin embargo, y producto de los últimos hallazgos del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), se han descubierto nuevas colonias en tierras de interior de estas especies. Producto de que los descubrimientos en tierras interiores son recientes, es probable que existan colonias que permanecen desconocidas.

Otro aspecto pobremente comprendido son las rutas de vuelo entre el mar y las colonias de reproducción. Uno de los factores que ha contribuido a este desconocimiento es el hecho de que las golondrinas de mar visitan sus colonias de noche. Por esta misma razón, son susceptibles a la iluminación artificial (Plan RECOGE Ministerio de Medio Ambiente, 2022).

Aunque se han observado y estudiado en el mar durante décadas, la información sobre el comportamiento y la ecología de estas aves se ha acumulado muy lentamente, principalmente porque

su hábitat es muy inhóspito para la mayoría de los humanos. Además, un conjunto de estrategias para protegerse de los depredadores también oscurece su ciclo de vida: llegan a tierra (principalmente islas o sitios sin suelo ni cobertura vegetal) sólo para anidar en horario nocturno, y residiendo en grietas estrechas o cavidades (Ainley 2005).

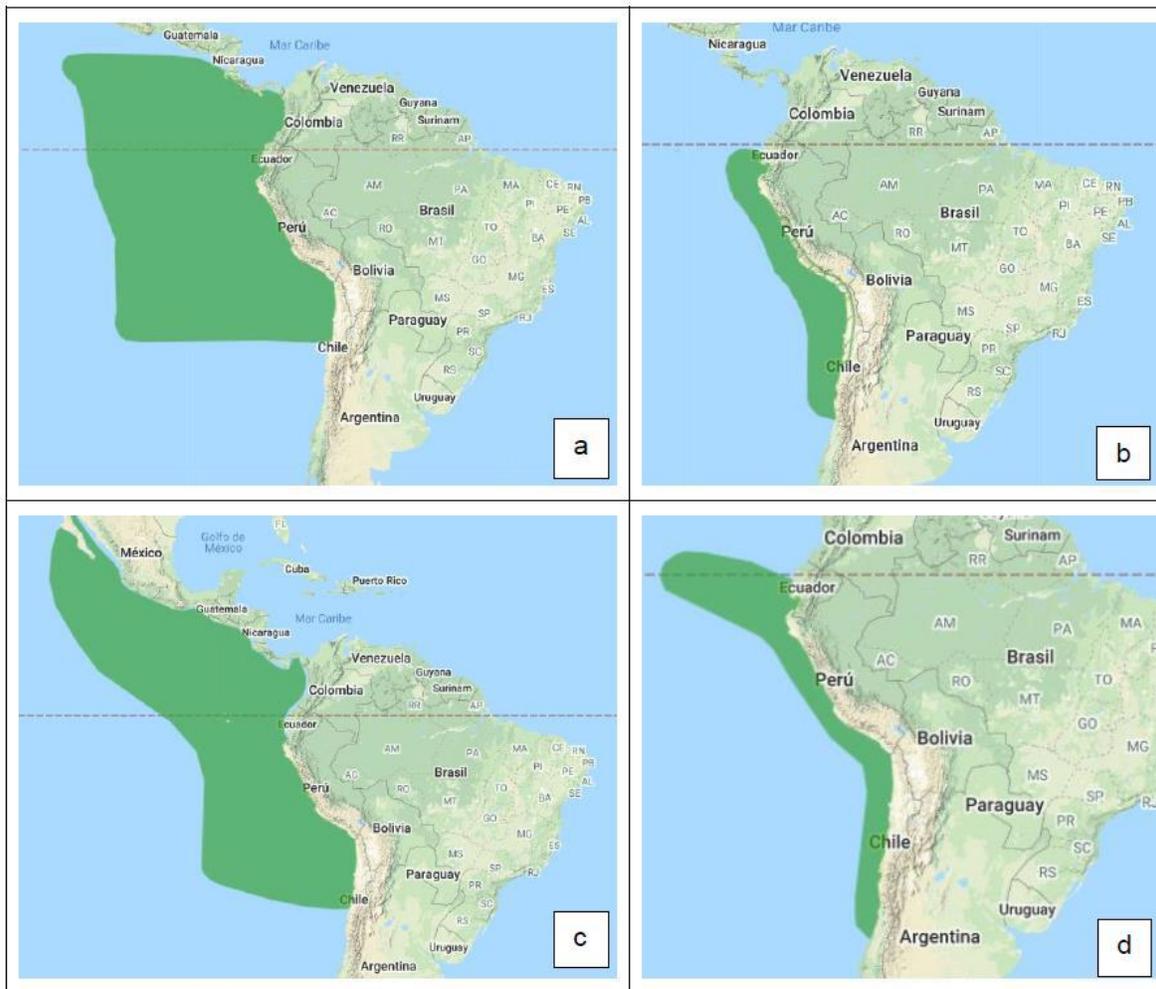


FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE (A) *HYDROBATES MARKHAMI*, (B) *HYDROBATES HORNBYI*, (C) *HYDROBATES TETHYS* Y (D) *OCEANITES GRACILIS*. FUENTE: BIRDLIFE INTERNATIONAL 2020.

Hydrobates markhami, o también conocida como golondrina de mar negra, petrel de la tormenta o golondrina de tempestad, debe sus nombres a su reconocido comportamiento utilizando sus patas anchas y palmeadas para moverse en la superficie del mar y, quizás, su tendencia a recogerse a sotavento de los barcos durante las tormentas, los marineros consideraron la palabra "petrel", una referencia a San Pedro, de quien se decía que había caminado sobre el agua (Spear & Ainley 2007).

Este comportamiento estratégico y críptico ha invisibilizado su presencia en muchas zonas de la costa del pacífico sur oriental, haciendo difícil de estimar su tamaño o tendencias poblacionales. Por otro lado, la expansión urbana, y la instalación de actividades industriales en áreas que se piensan improductivas

para la biodiversidad, han degradado o transformado su territorio reproductivo, perjudicando a una cantidad indefinida de golondrinas de mar.

En la región de Tarapacá, desde el año 2010 se han registrado especies de golondrinas de mar que son rescatadas mediante la atención de denuncia ingresada en las oficinas de información, reclamos, y sugerencias (OIRS), éstas acciones se realizan en domicilios particulares, vía pública, o bien, en áreas industriales cercanas a posibles sitios de nidificación. La Unidad de Recursos Naturales Renovables (RENARE) del SAG, ha coordinado instancias locales para la atención de denuncia, evaluación, y posterior liberación de los individuos. El presente estudio consolida la información recabada en estos años y la complementa con las iniciativas realizadas en terreno, con el fin de mejorar el conocimiento de estas aves.

2. OBJETIVOS

General

- Evaluar la distribución, ciclo biológico, y amenazas de las poblaciones de Golondrinas de mar en la región de Tarapacá.

Específicos

- Analizar la situación actual de los individuos de golondrina de mar involucrados en incidentes en la región de Tarapacá.
- Caracterizar los sitios de nidificación existentes en la región de Tarapacá.
- Analizar espacial y temporalmente, el comportamiento reproductivo de las poblaciones nidificantes de golondrinas de mar presentes en la región.
- Determinar amenazas a las poblaciones de golondrina de mar que ocupan la región de Tarapacá.
- Establecer posibles rutas de vuelo utilizadas para tránsito y reproducción de las colonias dentro de la región de Tarapacá.

3. ANTECEDENTES

3.1 Estado actual del conocimiento de las especies

Golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*)

Es un ave pequeña y pelágica, perteneciente al Orden Procellariiformes, especie endémica de la Corriente de Humboldt de Sudamérica (Spear & Ainley 2007; Malinarich *et al.*, 2018). Se distribuye principalmente entre el norte de Perú y el desierto de Atacama, del norte de Chile (Jahncke 1994). Su densidad aumenta con la salinidad, y disminuye con la temperatura de la superficie del mar; la velocidad del viento por encima de 25 km/h; y la distancia desde tierra firme. Prefiriendo aguas de aproximadamente 12°C, y 32-33.5 ppt de salinidad (Spear & Ainley 2007). A pesar de que su dieta varía interanualmente debido a fenómenos oceanográficos como “El Niño” y “La Niña”, la base la componen: peces (54%), cefalópodos (36%), y crustáceos (10%). Teniendo a la anchoveta (*Engraulis ringens*) como

el principal ítem presa, aunque se sabe que esta especie es de tipo oportunista (García-godos *et al.*, 2002).

Nidifican gregariamente, mostrando gran fidelidad a sus colonias reproductivas. No construyen sus nidos, sino que utilizan cavidades ya existentes como madrigueras y hendiduras, prefiriendo grietas con depósitos de salitre donde realizan una postura por año, en la cual ponen un único huevo (Jahncke 1993). Se reproduce en Perú, donde se conoce una colonia en Paracas (Jahncke 1993, 1994) y en Chile, donde se conocen colonias en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, y Antofagasta, que en su conjunto albergan al 96% de la población global conocida de la especie (Medrano *et al.*, 2019, Malinarich 2018).

En Perú, específicamente en el sector de Paracas, las aves nidifican en pequeñas colonias dispersas, hasta 5 km del mar, en terrenos con pendientes, usualmente donde los depósitos de nitratos ofrecen fisuras y hoyos (Tobias *et al.*, 2006).

Las colonias descubiertas en Chile, se distribuyen desde la región de Arica y Parinacota, hasta la región de Antofagasta por el sur del país. La región de Tarapacá cuenta con diez sitios de nidificación, entre los que se encuentran: Quebrada Chiza, Pampa Tana, Salar de Quiuña, Jarza, Caleta Buena (Pampa Perdiz), El Carmen norte, Pampa Hermosa y Salar Grande (Barros *et al.*, 2019, Malinarich & Vallverdú 2019, Medrano *et al.*, 2019). Sumándose este año, los sitios de “Pabellón de Pica” y “Chipana”, de los que se comentará más adelante en este informe.

Las amenazas para la conservación de esta especie son variadas, la actividad minera no metálica puede destruir los sitios de reproducción, las luminarias atraen a miles de volantones desorientándolos y dejándolos vulnerables para el ataque de carroñeros (*Cathartes aura*) y perros (*Canis lupus familiaris*) (BirdLife International 2017).

Durante el año 2018, la golondrina de mar negra fue propuesta en el 14°vo proceso de Clasificación de especies del Ministerio de Medio Ambiente. El resultado de este proceso queda refrendado mediante el Decreto Supremo N°79 del Ministerio de Medio Ambiente publicado el 19 de diciembre de 2018, cambiando su estado de Conservación a especie “En Peligro”, esto último debido principalmente a afectación de la especie provocada por la contaminación lumínica, seguido de la explotación de sal en los sitios de nidificación (Ficha 14°vo proceso de clasificación RCE Ministerio de Medio Ambiente). Adicional a lo anterior, durante ese mismo año, profesionales de la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre (ROC), publican documento sobre el efecto que provoca la contaminación lumínica a las golondrinas de mar de la zona norte del país, cuantificando el impacto al menos a unas 20.000 golondrinas de mar negra que son impactadas cada temporada en la colonia de Salar Grande de la región de Tarapacá, convirtiendo a esta especie de petrel, en la más afectada por impactos lumínicos en el mundo (Barros *et al.*, en prensa). Otras amenazas la constituyen la construcción de caminos, actividades militares, y la colisión con estructuras cercanas a focos de contaminación lumínica importante.

Golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*)

Es una especie endémica de la corriente de Humboldt de Sudamérica. Su población y distribución es escasamente conocida, sin embargo, ha sido observada entre los 3°S a 27°S en las costas de Ecuador, Perú y Chile (Spear & Ainley 2007). Durante el verano austral, se estima que se desplazan hacia el sur

para nidificar entre los 20°S y 25°S en el norte de Chile y sur de Perú (Brooke 2004). Aunque los sitios de nidificación son inciertos, los registros de carcasas indican que podrían nidificar en zonas desérticas con suelos de nitratos (Murillo *et al.*, 2013). Sin embargo, existen registros de esta especie en zonas montañosas, donde fue encontrada a 2.225 msnm y a 3.800 ms.n.m en la provincia de Ancach, Perú (Drucker & Jaramillo 2013).

A nivel mundial, el ciclo reproductivo tiene muy pocos registros. En Chile, volantones de esta especie se registran entre Arica y Antofagasta, lo que sugiere que esta especie debe reproducirse en esta área. En 2017, la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC) descubrió el primer sitio de nidificación en el país, registrada a más de 70 km de la costa, en las proximidades de Diego de Almagro, región de Atacama.

Este único sitio se denomina “Pampa del Indio Muerto”, en la región de Atacama (Barros *et al.*, 2018). Sin embargo, es probable que existan otras en Quiuña, Salar Grande, río Loa (región de Tarapacá) y salar de Navidad (región de Antofagasta), donde se conoce un nido en cada sector (Malinarich & Vallverdú 2019, Medrano *et al.*, 2019).

La falta de información sobre los sitios de reproducción de esta especie hace que sea casi imposible evaluar el tamaño de la población total, las tendencias poblacionales, o identificar amenazas potenciales para la especie. No obstante, se estima que la actividad minera no metálica y la contaminación lumínica, afectan los sitios de reproducción de la especie (Drucker & Jaramillo 2013; Brooke 2004). En conformidad con el DS 16/2020 del (MMA), la Golondrina de mar de collar ha experimentado una reevaluación en su estatus, pasando de ser una especie insuficientemente conocida (DD) a una especie en estado vulnerable (VU) de acuerdo con el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE).

La Golondrina de mar peruana (*Hydrobates tethys*)

Esta especie pelágica se distribuye desde la península de Baja California hasta el norte de Chile, nidificando entre Ecuador y Chile.

En Galápagos, la subespecie *tethys*, nidifica en dos localidades confirmadas (islas Pitt y Genovesa) y se cree que podría nidificar en una localidad adicional (Roca redonda) (Carboneras *et al.*, 2019). En Perú, la subespecie *kelsalli*, se reproduce en al menos ocho islas (Foca, Chao, Corcovado, Ferrol, Pescadores, San Lorenzo, San Gallán y La Vieja) (Carboneras *et al.*, 2019, García-Olaechea 2020). En Chile, solo se conoce una colonia de reproducción, en la Isla Grande de Atacama (Bernal *et al.*, 2006), pero a partir del hallazgo de volantones en la aduana del Loa, por parte de Barros y la ROC (2019), se sospechaba que podía existir una colonia en esa latitud, en islas o el desierto interior, pudiéndose confirmar dicha sospecha durante este año, en la región de Tarapacá.

Anida en cavidades entre rocas, o bajo la cobertura arbustiva (Carboneras *et al.*, 2019). Los nidos se encuentran en cuevas o grietas de ~15 cm de apertura y 15-30 cm profundidad (Ayala *et al.*, 2008). En Galápagos, las colonias son visitadas durante el día, lo que es una excepción para Hydrobatidae. En Perú y Chile las colonias tienen actividad nocturna.

En Isla Grande de Atacama, los nidos se encuentran a nivel del suelo o en laderas de quebradas, en parches dispersos de hasta 10 nidos, que podrían reconocerse por marcas de guano en la entrada de las cuevas. En el extremo norte de la isla, los nidos de esta especie se encuentran junto a nidos de Yunco de

Humboldt (*Pelecanoides garnotii*) y Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) (Luna, 2018). Similar descripción puede adaptarse a los nidos descubiertos y confirmados en la región de Tarapacá.

Golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*)

Esta especie se distribuye principalmente en las aguas tropicales del Pacífico sur oriental (Spear & Ainley 2007). Sin embargo, en la época reproductiva, su comportamiento se transforma, y generalmente, eligen anidar en pequeñas islas cercanas a la costa, aprovechando los espacios entre las rocas o excavando madrigueras según lo indicado por Winkler *et al.*, (2020). Por años, solo se conocía un sitio de reproducción en la Isla Chungungo (provincia de Elqui, Chile), sin embargo, durante los últimos años se describieron más sitios, como el de Pampa Hermosa, primer sitio reproductivo confirmado en el territorio continental del país, por el SAG Tarapacá (Malinarich, 2019). También se conocen sitios de nidificación en el desierto interior de las regiones de Antofagasta y Atacama. Adicional a lo anterior, se presume que existen nidos cerca de Arica, donde se reportan volantones caídos de forma recurrente. Durante gran parte del año, las aves de esta especie habitan exclusivamente el ambiente pelágico.

Se describen dos subespecies, *O. g. galapagoensis* y *O. g. gracilis*, a veces reconocidas como especies plenas (Murphy 1936, Howell & Zufelt 2019). La subespecie *galapagoensis* habita las aguas alrededor de las islas Galápagos, mientras que *gracilis* está restringida a la corriente de Humboldt, hasta 500 km de la costa de Chile, Perú y el sur de Ecuador (Spear & Ainley 2007). Es una especie común en toda su distribución, sin embargo, se conocen muy pocos datos sobre su biología reproductiva.

Para la subespecie *gracilis*, se conocen dos sitios de nidificación, el primero, en la región de Tarapacá, descubierto por el SAG Tarapacá en el diciembre del año 2019, denominado “Pampa Hermosa”, y el segundo sitio, corresponde al único registro anterior en Isla Chungungo de la región de Coquimbo (Barros *et al.*, 2020).

Al igual que con las otras golondrinas de mar descritas, las luces provenientes de las ciudades e industrias pueden causar atracción y desorientación, provocando colisiones o dejándolas vulnerables a depredadores (BirdLife International, 2016b). Esta situación cataloga a la especie en Chile y a nivel global como “Datos insuficientes” (Ministerio del Medio Ambiente, 2018; BirdLife International, 2019).

3.2 Acciones de sensibilización y difusión

Desde el 2010 que la Unidad de Recursos Naturales de la Dirección Regional del SAG Tarapacá realiza la atención de denuncia, rescatando y liberando las cuatro especies involucradas. Periódicamente desde el año 2014, se generaron campañas de difusión y educación en conjunto con organizaciones comunitarias de la región (Figura 2, Figura 3, y Figura 4). En noviembre del 2016, la Unidad de Recursos Naturales de la Dirección Regional del SAG Tarapacá, realizó la primera capacitación para la red de Coordinación de Rescate y Manejo de Fauna Silvestre, donde se invitó a las ONGs, profesionales de área, servicios públicos, y público general, a conocer la problemática de estas especies y coordinar acciones de rescate para la temporada reproductiva.



FIGURA 2. ACCIONES DE ATENCIÓN DE DENUNCIA Y LIBERACIÓN DE GOLONDRINA DE MAR.

"Salvemos las Golondrinas de Mar Negra"



La Golondrina de Mar Negra (*Oceanodroma markhami*) es un ave marina que nidifica en cavidades subterráneas de diferentes salares de la región de Tarapacá. Durante los meses de marzo a mayo de cada año los juveniles vuelan desde sus nidos en dirección a la costa, perdiendo su rumbo producto de la desorientación que les provoca la luz de las ciudades. La Golondrina de Mar de Collar (*Oceanodroma hornbyi*) y la Golondrina de Mar Chica (*Oceanites gracilis*), son dos especies que también se ven afectadas por la atracción luminica. Estas aves caen en diferentes puntos de la región entre los meses de julio a septiembre de cada año.

¿Cómo ayudar en caso de encontrar una Golondrina de Mar en la vía pública?

- Tómela delicadamente y guárdela en una caja oscura con ventilación.
- No le de agua ni alimentos.
- Aléjela de animales domésticos y ruidos.
- Contactarse con las oficinas del SAG.

www.sag.cl
 Email: contacto.tarapaca@sag.gob.cl
 Teléfonos: 572- 505480/ 572- 505481.

Síguenos en:

@sagchile @sagminagri SAGChile @sagchile sag-chile SAG Chile

Servicio Agrícola y Ganadero
Región de Tarapacá

Cuidemos Nuestra Fauna Silvestre




FIGURA 3. DÍPTICO DE LA UNIDAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES ENTREGADO A LA COMUNIDAD.



FIGURA 4. DÍPTICO DE LA ONG GOLONDRINAS DE MAR ENTREGADO A LA COMUNIDAD.

En Chile, la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC) ha sido un importante impulsor de la divulgación y generación de nuevo conocimiento de las golondrinas de mar. A través de su proyecto “Golondrinas del Desierto”, la ROC se propuso el desafío de encontrar colonias de nidificación de estas golondrinas de mar en el norte del país, abarcando las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, y Antofagasta. De esta manera, esperan encontrar nuevas colonias, generar conocimiento sobre su biología reproductiva, y aportar en la evaluación del impacto de proyectos industriales que puedan afectar a las especies. Asimismo, el SAG de la región de Tarapacá, tiene dentro de sus compromisos la generación de un estudio que entregue antecedentes sobre la distribución y características de las poblaciones de golondrinas de mar en la región, con el fin de contar con un estudio actualizado para los procesos de evaluación de proyectos que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

En septiembre del año 2019, se dio inicio al proceso de elaboración del plan de Recuperación, Conservación y Gestión de las Golondrinas de Mar del Norte de Chile (RECOGE). El plan RECOGE es un instrumento de gestión ambiental, el cual tiene como objetivo principal mejorar el estado de la conservación de las especies nativas, así como la coordinación de los distintos órganos de la administración del Estado para lograr una gestión eficaz en la conservación de estas, e involucrar a diferentes estamentos de la sociedad (Ley N°20.417, 2010). Este plan, liderado por el Ministerio del Medio Ambiente, ha contado con la participación de representantes de Organismos públicos, privados,

municipales, académicos y ONGs de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, y Coquimbo. Este plan fue aprobado finalmente mediante el DS N°6/2022 del Ministerio de Medio Ambiente.

Por otra parte, gracias a las gestiones realizadas por el SAG Tarapacá y empresas privadas, durante el año 2022 se apertura el primer centro de rescate y rehabilitación de golondrinas de mar en la región, de nombre CEREGO, con asentamiento en Playa Blanca, comuna de Iquique. Posteriormente, en febrero de 2024, se inscribe el segundo centro con el que cuenta la región, dedicado exclusivamente al rescate y rehabilitación de golondrinas de mar, de nombre Wayanay. Actualmente, estos centros, junto a la ONG Golondrinas de Mar, participan de forma activa reportando individuos y organizando los rescates de las aves en coordinación con el SAG.

3.3 La Brigada Canina como una herramienta para la detección de sitios de nidificación

La discriminación de olor con perros ha sido bien documentada, y los canes se usan todos los días para detectar e identificar objetos específicos o elementos traza, incluyendo personas vivas, restos humanos, aceleradores, narcóticos, y plagas (Beebe *et al.*, 2016). El olfato es claramente un sistema sensorial clave para todos los perros detectores de olores, independientemente del contexto. Se ha verificado la importancia del olfato en un ambiente controlado, cuando demostraron que los perros no variaban sus métodos de búsqueda ni su éxito de detección de explosivos, independientemente de si las condiciones de luz lo hacían obvio o no (Gazit & Terkel, 2003).

Desde el año 2005, el SAG utiliza exitosamente a la Brigada Canina (BRICAN) como parte de su estrategia integrada en los controles fronterizos de mayor riesgo de ingreso de plagas de los vegetales y enfermedades de los animales. Los canes también tienen la capacidad de detectar aromas asociados a animales que puedan estar siendo ingresando clandestinamente, como tortugas, quirquinchos, monos y loros. Un perro puede llegar a detectar más de 70 aromas y puede trabajar hasta dos horas y media sin descanso con una leve baja del rendimiento y motivación (Kurrer, 2009).

El uso de perros en la detección para la conservación surgió por primera vez en la década de 1890, cuando los perros se utilizaron con éxito para localizar el Kiwi de Nueva Zelanda (*Apteryx spp.*) y el Kakapo (*Strigops habroptilus*). Y hasta principios de la década de 1990, los perros de detección para la conservación o *conservation detection dogs* (CDD) fueron utilizados principalmente en la detección de aves vivas (Robert & Laporte, 1994). Sin embargo, este método es actualmente utilizado para detectar heces, carcasas y nidos (Beebe *et al.*, 2016).

Los trabajos realizados sobre este mismo estudio en años anteriores, indican que, los CDD son más eficientes que muchos otros métodos de muestreo para detectar la presencia/ausencia, y abundancia relativa de plantas y fauna silvestre (Beebe *et al.*, 2016; Reed *et al.*, 2011; Nussear *et al.*, 2008). Utilizándose incluso bajo condiciones de extrema aridez y localizando especies de hábitos subterráneos (Cablk *et al.*, 2006). Desde el año 2017, y dada las características de esta especie y las condiciones en las

cuales realiza su nidificación, el SAG utiliza canes detectores de la BRICAN en las campañas de búsqueda de nidos, siendo los primeros en Chile en utilizar este método innovador e inédito para el país.

Es relevante destacar que, durante el año 2024, la metodología ha mantenido su enfoque en la caracterización de sitios ya conocidos. Dado este contexto, no se ha empleado la brigada canina en las actuales operaciones, puesto que su aplicación se reserva para situaciones en las que existen indicios en nuevos lugares de nidificación de golondrinas de mar, tal fue el caso, exclusivamente en el mes de enero, para un terreno en conjunto realizado con el SAG Antofagasta, con la finalidad de contrastar la línea de base de un proyecto que está en evaluación ambiental, sector de Loa.

3.4 Influenza Aviar

La Influenza Aviar (IA) es una enfermedad altamente contagiosa que afecta a las aves, tanto domésticas como silvestres, esta ha generado preocupación debido al aumento de acontecimientos de brotes a nivel mundial, su potencial impacto a la industria avícola, la afectación en salud pública, en avifauna silvestre, y por la capacidad de transmisión del virus hacia algunas especies de mamíferos como felinos y humanos (Capua & Alexander, 2004; Perdue & Swayne, 2005).

Las detecciones esporádicas de IAAP H5N1 en Procellariiformes (Figura 5) confirman la susceptibilidad de las especies de golondrinas de mar a la infección, lo que sugiere su vulnerabilidad potencial si el virus se propagara a sus hábitats de reproducción (ACAP, 2023).



FIGURA 5. NOTIFICACIONES DE BROTES DE IAAP A LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL (WOAH) EN PROCELLARIIFORMES (ACTUALIZADO EL 16 DE DICIEMBRE DE 2023). LAS PARTES DEL ACAP ESTÁN MARCADAS EN AZUL. FUENTE: ACUERDO SOBRE LA CONSERVACIÓN DE ALBATROS Y PETRELES.

Mediante una colaboración entre las unidades de Protección Pecuaria y de Recursos Naturales Renovables del SAG Tarapacá, el año 2023 se logró llevar a cabo un exhaustivo monitoreo del estado sanitario de aves silvestres en la región de Tarapacá, abarcando a las golondrinas de mar que nidifican en la región. Este estudio ha implicado la toma de muestras tanto en los sitios de anidación como en los

individuos reportados a través de los canales de denuncia. Hasta la fecha, los resultados revelan que ninguna de las especies recolectadas y sometidas a muestreo ha arrojado resultados positivos, indicando un estado sanitario aparentemente saludable en estas poblaciones de aves en la región. Sin embargo, el SAG mantiene la vigilancia y alerta temprana ante nuevos casos en el país, debido a notificaciones sobre esta enfermedad en aves de establecimientos comerciales y de traspatio, desde Canadá hasta Perú, y considerando cifras que van desde la muerte de individuos aislados en pequeños brotes, hasta más de 15 millones de aves sacrificadas en establecimientos industriales.

3.5 Visores Térmicos para el Monitoreo de Actividad en Horario Nocturno

En las últimas décadas, ha habido un creciente reconocimiento de las actividades nocturnas como un aspecto integral de la historia de vida de muchas especies (Robert y McNeil, 1989; Rompre y McNeil, 1994; Hebert y McNeil, 1999). En el ámbito científico, se ha observado que la mayoría de las especies de aves no perciben la luz infrarroja en la misma medida que la luz blanca y roja. Basándose en esta evidencia, se ha empleado la luz infrarroja para mejorar la calidad de la visualización utilizando gafas de visión nocturna en estudios en terreno. Allison y DeStefano (2006) concluyeron que las tecnologías de visión nocturna son una herramienta excepcional, no intrusiva y funcional para los estudios de ecología de vida silvestre.

En la actualidad, la tecnología de visión nocturna ha abierto nuevas oportunidades para estudiar y apreciar la vida nocturna de diferentes especies en diversos ecosistemas. Estos avances en la tecnología nos permiten obtener información valiosa sobre el comportamiento y hábitos de vida silvestre durante la noche, sin perturbar su entorno natural y, además, minimizando el impacto en las especies estudiadas. Ejemplos de esto, son los registros de alimentación nocturna en diversas especies de aves playeras durante todo el año y en diferentes latitudes, incluyendo áreas de escala y durante el invierno en hábitats costeros y estuarinos (McNeil y Robert, 1992; Dodd, 1995). También se han observado actividades nocturnas en especies de aves marinas (como petreles tormentosos y pardelas), así como en muchas aves acuáticas y zancudas, pertenecientes a 8 órdenes y 27 familias de aves acuáticas, muchas de las cuales exhiben comportamientos regularmente o estrictamente nocturnos (McNeil *et al.*, 1993).

3.6 Geo detección en el estudio de migración de aves

En los últimos años, los avances significativos en la tecnología de rastreo han desempeñado un papel fundamental en el estudio de la migración de aves (López-López, 2016). El desarrollo pionero de la primera generación de transmisores satelitales en la década de 1980 ha sido especialmente relevante (Meyburg y Meyburg, 2007). En ese entonces, esta técnica se encontraba en una fase experimental hasta que en 1990 se introdujeron en el mercado los PTTs (Plataforma Transmisor Terminal) dispositivos suficientemente pequeños (185 g, incluidas las baterías), livianos y alimentados con energía solar, que se conectaban al Sistema Satelital Argos (Meyburg y Meyburg, 2009). A pesar de la limitada precisión (rango de 250 m a 1500 m) de los dispositivos basados en Argos, los investigadores pudieron registrar los movimientos diarios de las aves durante sus migraciones completas, lo que proporcionó nueva información sobre la ruta, el rango invernal y la velocidad de migración (Börger *et al.*, 2016). La incorporación del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y el aumento de la capacidad de almacenamiento de datos y de la capacidad de las baterías (de baterías a bordo a paneles solares

recargables) han incrementado la precisión de la localización a ± 20 m y han mejorado significativamente los datos obtenidos desde entonces (López-López, 2016).

Los avances tecnológicos recientes en el campo del seguimiento a distancia de animales, como la miniaturización de dispositivos de GPS, han habilitado la exhaustiva monitorización de un número significativo de aves de tamaño pequeño a mediano a lo largo de todo su ciclo anual (Kays *et al.*, 2015). Este progreso ha tenido un impacto sustancial en el incremento del conocimiento sobre el comportamiento de las aves y sus patrones migratorios. Además, la convergencia de estos avances tecnológicos con la mayor disponibilidad de datos de teledetección ha posibilitado una profunda investigación de la ecología de especies migratorias que se desplazan hacia latitudes tropicales, así como el análisis minucioso de los potenciales riesgos a los que se enfrentan en estos lugares, los cuales a menudo son remotos y de difícil acceso.

4. MÉTODO

4.1 Área de estudio

Durante el año 2024, se prospectaron los mismos sitios de años anteriores, agregando dos nuevos sitios descubiertos por la ROC, para la especie *H. tethys*, por el momento, estos lugares son nombrados como “Pabellón de Pica” y “Chipana”. Estos sitios se encuentran ubicados entre los doscientos metros y cincuenta kilómetros del borde costero, y entre los 50 y 900 msnm. Estos lugares corresponden en su mayoría a depósitos de sales y nitratos, que se encuentran tanto en cuencas y depresiones de la cordillera de la Costa, como en el sector occidental de la depresión Central. En la cordillera de la Costa, conforman salares desprovistos de vegetación, con extensiones de distinta magnitud, caracterizados por un clima hiperárido, con casi nulas precipitaciones y nubosidad abundante, que en el sector occidental de esta cordillera se presenta frecuentemente como densas nieblas, denominadas localmente “camanchaca” (Luebert & Pliscoff, 2006).

4.1.1 Sector Chiza

Aproximadamente a unos 120 kilómetros al norte de la ciudad de Iquique, se ubica la quebrada de Chiza. Chiza es un curso intermitente de agua que nace de la confluencia de varias quebradas de la precordillera de la región de Tarapacá y fluye con dirección oeste hasta su unión con el río Camarones. La quebrada de Chiza nace cerca del caserío de Chiza, producto de la unión de la quebrada de Miñi miñi, proveniente del norte, y la quebrada de Suca (o Nama), que tienen una importante red hidrográfica con cabeceras en la precordillera. Este sector se caracteriza por tener superficies con cubierta de limo y grava, además de presencia de sal y cal en algunas secciones de la ladera sur. Es posible notar que el tipo de encostramiento del sustrato va de no encostrado a moderadamente encostrado, mientras la tonalidad varía entre café oscuro, y gris-blanco. Se observa además la cercanía a la quebrada de Chiza, la que podría influenciar en la humedad existente en el sector además de comportarse como un corredor para las aves marino-costeras, considerando la orientación del sitio y el comportamiento de los vientos (SE), lo que podría favorecer la llegada de la especie al sector. (Norte Andino, 2022).

4.1.2 Sector Jarza

Siguiendo hacia el sur, se ubica Jarza aproximadamente a 95 km al norte de la ciudad de Iquique, entre la quebrada de Chiza por el norte, y la quebrada de Tana por el sur. Ésta última ubicada a 100 m del límite identificado para el sitio. El acceso al sector es difícil, lo que impide un monitoreo constante del mismo (SAG, 2021). Este sitio se caracteriza por tener superficies con cubierta principalmente de limo y presencia de costras de sal y cal. El grado de encostramiento de este sitio va de moderado a encostrado, mientras la tonalidad del sustrato varía entre el café oscuro y el gris, presentando algunas tonalidades amarillas o blanquecinas en algunos sectores. Al igual que el sector de Chiza, Jarza podría presentar influencias derivadas de su cercanía a la quebrada de Tana, en cuanto a humedad y variación de temperatura. (Norte Andino, 2022)

4.1.3 Sector Quiuña

A unos 90 kilómetros al norte de Iquique, se ubica el sector de la Quebrada de Tana al norte de la localidad de Huara, tiene una longitud de 140 kilómetros aproximadamente, desde su inicio en los alrededores del cerro Pumire, en la cordillera, hasta la confluencia con la quebrada de Tiliviche. Una vez que se junta con Tiliviche adopta el nombre de esta última, en la localidad de Quiuña, para luego dirigirse en dirección a la localidad de Pisagua, ubicada a unos 16 kilómetros más abajo. Este sector se caracteriza por presentar superficies de costra salina, junto a costras de cal y costras salinas con guijarros asociadas; el nivel de encostramiento es moderado en general, y el color corresponde a tonalidades café y grises, presentando coloración amarilla/blanquecina en algunos puntos. Por otra parte, en su geología, Quiuña presenta en mayor medida secuencias sedimentarias de abanicos aluviales, pedimento, o fluviales: gravas, arenas y limos con ignimbritas intercaladas (Norte Andino, 2022).

Esta quebrada se caracteriza por un clima templado y generalmente poco lluvioso durante el año, a excepción de los meses de verano o temporada estival, en donde se producen las lluvias del invierno altiplánico, comúnmente conocido como invierno boliviano, llenando la quebrada de agua superficial que escurre hasta el mar.

4.1.4 Sector caleta buena

A 15,6 km al noreste de la ciudad de Iquique, en el km 15 de la ruta A-514 que une la comuna de Alto Hospicio con Caleta Buena, se encuentra un depósito salino, el cual, será designado como salar caleta Buena, en el presente informe. El salar se ubica a 6 km de la costa y a 570 msnm. Litográficamente, se caracteriza porque sus halitas son onduladas y se encuentran altamente entremezcladas con formaciones clásicas lenticulares probablemente asociado a depósitos aluvionales provenientes desde el este (Sepúlveda *et al.*, 2014). Este Salar fue descubierto como sitio de nidificación de golondrinas de mar por profesionales de la ROC, y posteriormente monitoreado y actualizado en su polígono por el SAG Tarapacá.

En este sector es posible identificar diferencias en sustratos, dependiendo de la localización de los puntos de muestreo identificados dentro del área. De esta manera, es posible notar la presencia de arenas móviles (dunas activas) sobre una superficie de afloramientos salinos sobre partes de la ladera este, al

mismo tiempo que se observan placas (costras endurecidas) color rojizas, con presencia de rocas pequeñas y medianas. Junto a lo anterior, se observa en la ladera sureste la presencia de sustrato con limo y arena, mientras que en la ladera oeste es posible advertir la presencia de un sustrato con presencia de limo y rocas pequeñas y medianas. (Norte Andino, 2022)

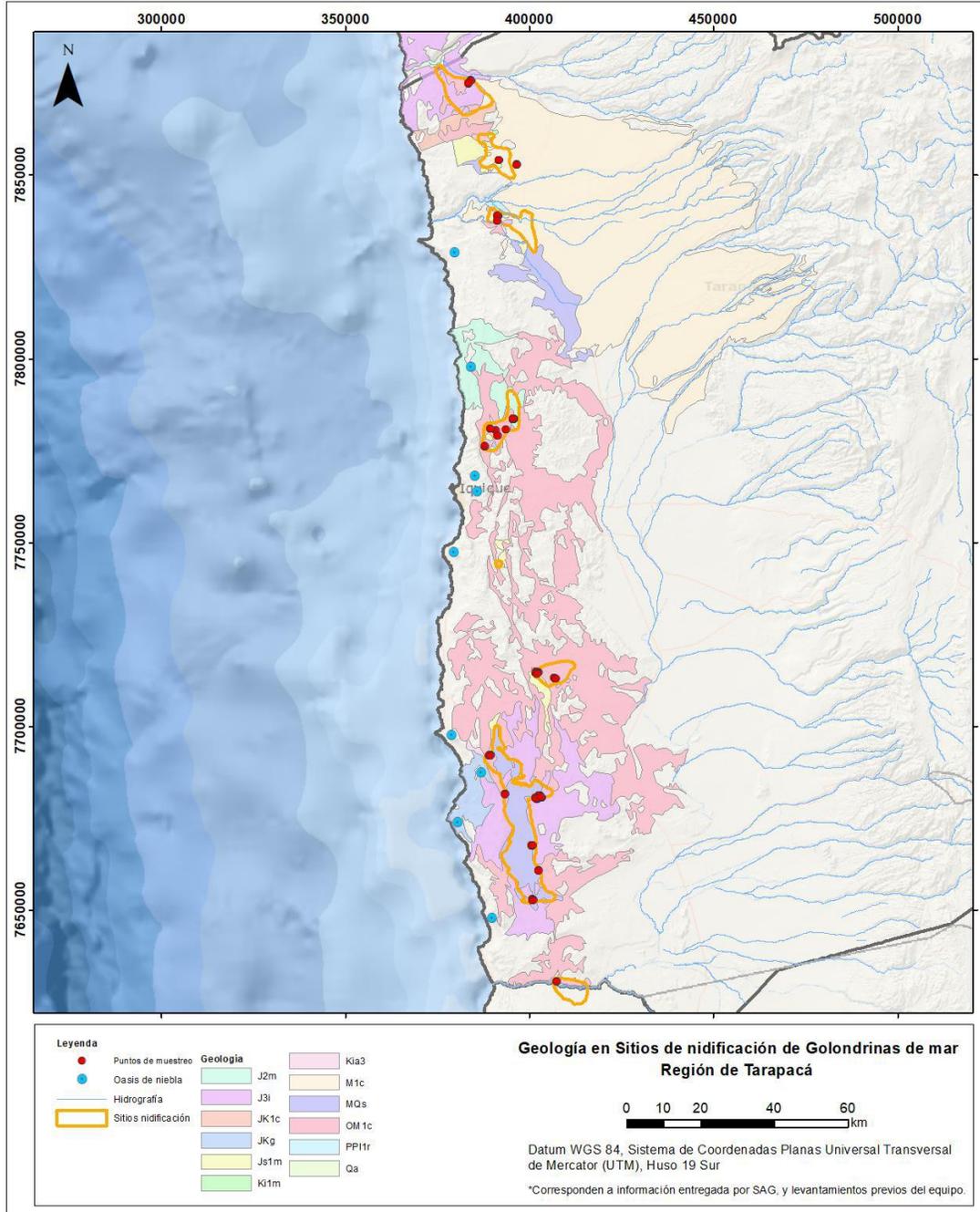


FIGURA 6. GEOLOGÍA EN SITIOS DE NIDIFICACIÓN DE GOLONDRINAS DE MAR EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ. FUENTE: NORTE ANDINO, 2022.

4.1.5 Sector Carmen Norte

El Salar del Carmen Norte se encuentra a unos 23 km al sureste de la ciudad de Iquique y a 12 km de la costa. Es una formación salina compuesta principalmente por haluros y sulfatos subordinados dispuestos a 830 msnm. Dentro del mismo sector, se ubica la Ex Oficina Gloria, la cual corresponde a un depósito salino a 746 msnm y donde aún permanecen sus ruinas. Su litofacies se presenta como una costra potente, de más de 1 m de espesor, y de superficie relativamente regular; a su vez distingue una costra central con gruesas resquebrajaduras y ondulaciones métricas, de amplio radio de curvatura, rodeada por otra consistente en terrones con nódulos arriñonados (Sepúlveda *et al.*, 2014).

4.1.6 Sector Pampa Hermosa

Pampa Hermosa es un sector localizado a 44 km al este de la ciudad de Iquique, y fue encontrado por la BRICAN en el mes de enero del año 2019 y posteriormente descrito en toda su extensión (SAG, 2021). Corresponde a un sector con lomajes suaves, y de todos los sitios descritos es el más oriental. Este sitio presenta una superficie limosa con guijarros en el borde del salar, observándose afloramientos salinos intermitentes. Presenta un encostramiento en su mayoría alto, aun cuando se observa no encostrado en algunos puntos; y una coloración café oscuro (Norte Andino, 2022).

4.1.7 Sector Salar Grande

Por otro lado, el Salar Grande se ubica a los 697 msnm, a unos 63 km al suroeste de la ciudad de Iquique y a 27 km de la costa. Su litofacies de cloruros fue depositada como relleno de una extensa cuenca de 45 km de largo por 4-5 km de ancho, casi exclusivamente con halita masiva, la que alcanza el 99% de pureza. En superficie, los depósitos se presentan como una costra de halita uniforme, de color pardo claro debido a la presencia a una fina capa de arenas de origen eólico que la cubre casi totalmente. Además, presenta estructuras poligonales macroscópicas que se extienden como fracturas en profundidad (Sepúlveda *et al.*, 2014). A mayor escala, se distingue como mayor unidad la de Estratos del Salar Grande, que agrupa rocas evaporíticas conformadas principalmente por halita y muy subordinadamente sulfatos, con escasas intercalaciones de tobas de ceniza cementada por halita (Vásquez *et al.*, 2018), sin embargo, gran cantidad de nidos se encuentran en el sector oriente del Salar Grande, sobre gravas, arenas, limos y arcillas semiconsolidados de origen aluvial, con escasas intercalaciones de tefra, pertenecientes a la unidad Gravas de Alto Hospicio, las que se localizan en el borde del salar; así como en Depósitos de salinos presentándose faces transicionales entre depósitos salinos y aluviales; seguido de una cantidad considerable de nidos en depósitos aluviales, correspondientes a bloques, gravas, arenas y limos con intercalaciones de cenizas, que se acumulan en el fondo de los cauces de quebradas, en abanicos aluviales y en laderas de cerros. (Norte Andino, 2022).

4.1.8 Sector Loa

Por último, la quebrada del río Loa, obedece a un río con 440 Kilómetros de longitud, desde su nacimiento en la cordillera de los Andes, en las vegas que rodean las faldas del Volcán Miño (Demetrio, 1989), hasta llegar a su desembocadura en el océano Pacífico. Este sitio se caracteriza por encontrarse en la cima de la ladera norte de la quebrada del río Loa. Por este motivo, es posible asumir que la

humedad de quebrada y la entrada de niebla podrían influir en la llegada de golondrinas de mar a este sector, tal como lo planteado para los sectores al norte de la región.

Especial relevancia, tiene la zona de la desembocadura del río Loa, la cual se caracteriza por ser un área de reclutamiento de diversas especies de vertebrados e invertebrados acuáticos, entre las cuales se encuentran peces pelágicos de importancia comercial en el sector marino, y camarones de río en la zona estuarina. El sector marino de esta desembocadura, es una de las principales áreas de desove de la zona norte, de especies tales como anchovetas, sardinas y al menos otras 20 especies de peces litorales tales como corvinas, lizas, pejerreyes, sargos, corvinillas, entre otros (CONAMA, 1997).

Las principales actividades industriales que se encuentran asociadas a la cuenca del río Loa, están referidas a la minería. La mayoría de éstas utilizan las aguas del río Loa en sus procesos y algunas industrias descargan sus residuos líquidos, tratados o no, directa e indirectamente al río Loa.

4.1.9 Sector Pabellón de Pica

El sitio se encuentra en la ladera ubicada al sur del gran promontorio emergido desde el mar en forma de morro, presentando en su estructura, bolones de roca rodada de diversos tamaños, desde pequeñas piedras, hasta enormes masas de roca (Malinarich, 2013).

Esta ladera, parte de la cordillera de la Costa, acompaña la formación de una bahía de casi 7 kilómetros de extensión, dando lugar a la formación de pequeñas playas de arena y bolones, así como también, salientes rocosas que forman pozas intermareales y canalones (Malinarich, 2013). Su aspecto se presenta como depresiones poco profundas entre zonas rocosas, y rellenas superficialmente por escombros de falda (rodados de piedra). Debajo de esto, le sigue la capa de guano que se puede reconocer por su color más oscuro y estratificación. El guano colorado aparece debajo de los rodados superficiales, especialmente al pie de la ladera (Brüggen, 1939).

4.1.10 Sector Chipana

Bahía Chipana se encuentra situada a 130 kilómetros al sur de la ciudad de Iquique, se extiende desde Punta Falsa Chipana por el sur hasta Punta Blanca por el norte. Este sector incluye una extensa playa de arena fina, de 4 kilómetros aproximadamente, siendo esta la mayor de este tipo en la provincia de Iquique. El sector de bahía Chipana, ha sido señalada frecuentemente como una de las áreas de mayor productividad biológica de la zona marina de Tarapacá. En cuanto a la diversidad de aves, el sector de playa Chipana y sus dunas aledañas representan un sitio ideal escogido año tras año por una gran cantidad de aves, tanto residentes como migratorias y ocasionales, para alimentarse, descansar y nidificar (Humboldt Ltda., 2009).

El sustrato en donde se emplazan los nidos de golondrinas de mar, comparte similares características a al sector anteriormente descrito (Pabellón de Pica).

4.2 Obtención de datos

4.2.1 Registro de Incidentes de Golondrinas de mar

Se utilizará como base de datos, los registros obtenidos y entregados por el SAG Tarapacá, empresas y titulares de proyectos del borde costero ingresados al SEIA, centros de rescate presentes en la región (CEREGO y Wayanay), y la red de voluntarios rescatistas de la ONG Golondrinas de Mar en región de Tarapacá, desde el año 2010 a la fecha. Respecto a los datos entregados por SAG Tarapacá y ONG Golondrinas de Mar, éstos se encuentran distribuidos principalmente en la ciudad de Iquique y Alto Hospicio, mientras que los datos aportados por empresas y titulares de proyectos, se encuentran ubicados principalmente dentro de sus instalaciones. Los cuales todos incluyen fecha, especie, número de ejemplares, lugar del incidente y destino de los individuos. (Ver Fig. 10)

4.2.2 Determinación de sitios de nidificación

Durante el periodo 2024, se utilizaron 24 horas/persona, para la búsqueda y descripción de sitios de nidificación de golondrinas de mar, asimismo, se realizó un análisis mediante imágenes satelitales disponibles para la determinación de los sitios a prospectar, de acuerdo a lo descrito como hábitat para esta familia. En todos los sectores, se realizaron prospecciones en camioneta y recorrido pedestre buscando potenciales sitios de nidificación. Se seleccionaron sitios de planicie al interior de cada sector, donde la concentración de halitas era dominante y en sus alrededores. También se seleccionaron sitios de borde con pendiente, correspondiente a zonas de transición entre el salar y los depósitos aluvionales. Ambos sitios seleccionados de cada sector, fueron revisados intensivamente por dos o tres funcionarios de la Unidad RENARE del SAG Tarapacá, en busca de cavidades. Cuando un sitio con cavidades es detectado, se procede a revisar, registrando la presencia del olor característico de estas aves, así como restos de carcasas, plumas, heces, cáscaras de huevo, y comida (Torres-Mura & Lemus, 2013). Los horarios de búsqueda comprenden, principalmente, horas diurnas (07:00am a 21:00hrs), sin embargo, igualmente se realizan muestreos nocturnos en horario de actividad de la especie (21:00hrs a 04:00hrs). La confirmación de la presencia de individuos o huevos se realiza a través de playback y de la cámara sonda de inspección o boroscópio marca Ridgid, modelo micro CA-300 (Anexo 4).

Para el caso particular de la especie *H. markhami*, y dado que esta especie presenta dos períodos reproductivos (Malinarich *et al.*, 2019), se consideran dos temporadas dependiendo de la ubicación de los sitios. Para los sitios ubicado al norte de la localidad de Huara, se consideran los períodos correspondientes a los meses de mayo a diciembre de cada año. Por otro lado, para los sitios ubicados al sur de la localidad de Huara, estos datos corresponden a los siguientes períodos (Tabla 1):

TABLA 1. PERIODOS REPRODUCTIVOS DE *H. MARKHAMI* PARA LOS SITIOS CALETA BUENA, CARMEN NORTE, PAMPA HERMOSA, SALAR GRANDE Y LOA.

Período Reproductivo	Fechas involucradas
Período 2017	octubre 2016 a mayo 2017
Período 2018	octubre 2017 a mayo 2018
Período 2019	octubre 2018 a mayo 2019
Período 2020	octubre 2019 a mayo 2020
Período 2021	octubre 2020 a mayo 2021

Período 2022	octubre 2021 a mayo 2022
Período 2023	octubre 2022 a mayo 2023
Periodo 2024	octubre 2023 a mayo 2024
Periodo 2025	octubre 2024 a diciembre 2024

Se definirá para efectos de descripción, dos tipos de nidos:

Nido activo: el cual corresponderá a nidos con cuidado parental, entiéndase con polluelos y/o con adultos en periodo de incubación. También se considerará como activo a respuesta positiva a *playback* (vocalización del adulto dentro del nido).

Nido inactivo o abandonado: se entiende por nidos con restos de plumaje, y/o carcasas, y/o restos de huevos, y/u olor, y/o restos de fecas, todo lo anterior relativo a la familia Hydrobatidae.

Para los datos obtenidos del sector de Chiza, éstos corresponden principalmente a datos obtenidos del titular de proyecto REDENOR, quienes durante el año 2021 y 2022 entregaron al SAG información de seguimiento de la construcción de la nueva Línea de Alta Tensión la cual atraviesa dicho sector, y levantó registros de nidificaciones en el área producto de compromisos asumidos durante el proceso de evaluación del proyecto dentro del SEIA.

A continuación, en la Tabla 2 se detallan los sitios prospectados durante el periodo 2024-2025, metodologías utilizadas y esfuerzo de muestreo.

TABLA 2. HORAS/PERSONAS Y METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA DETECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE SITIOS DE NIDIFICACIÓN DE GOLONDRINAS DE MAR EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ, DURANTE EL PERIODO 2024-2025.

Sitios Prospectados	Metodología	Días de terreno	Horas/Persona
Caleta Buena	Sonda, olor, playback, visor termal	4	72
Jarza	Sonda, olor, playback, visor termal	1	18
Loa	Sonda, olor, playback, visor termal	1	36
Quiuña	Sonda, olor, playback, visor termal	1	18
Pampa Hermosa	Sonda, olor, playback, visor termal	1	12
Salar Grande	Sonda, olor, playback, visor termal	2	48
Pabellón de Pica	Sonda, olor, playback, visor termal	1	24
Chipana	Sonda, olor, playback, visor termal	1	12
TOTAL		12	240

4.2.3 Detección de presencia/ausencia

Para la determinación de presencia o ausencia de individuos de golondrina de mar, se realizaron pruebas con *playback* obtenidas de nidos activos monitoreados anteriormente. Éstos se aplicaron en todos los sitios durante prospecciones diurnas a la entrada de la cavidad, mientras que durante la noche las reproducciones de *playback* fueron dirigidos hacia el ambiente, con el fin de detectar individuos volando. En cada punto se realizó un máximo de tres reproducciones, seguidas de dos minutos de espera, considerando los resultados obtenidos a la fecha con los terrenos.

4.2.4 Características morfológicas y hábitos reproductivos

De acuerdo a la información obtenida de los diferentes individuos rescatadas producto de la atención de denuncia entre 2010 y 2024, se obtuvo las características biométricas de los individuos. Las mediciones fueron realizadas por funcionarios del SAG a individuos rescatados y derivados a las oficinas del SAG. Todas las mediciones se realizaron bajo el alero del protocolo de anillamiento del Sistema Nacional de Anillamiento de Aves Silvestres (SNAA-SAG).

Para obtener información de los hábitos y periodos de actividad de la especie Golondrina de mar negra, se instalaron seis cámaras trampa marca Bushnell, modelo Trophy HD, entre diciembre de 2017 y diciembre de 2024. Las trampas se programaron para obtener videos de entre 10 y 60 segundos.

Por otra parte, y en el caso de registrar nidos de temporadas anteriores, se realizó la verificación de ocupación del nido, es decir, se evalúa la fidelidad de la especie: si éstos nidos ya habían sido utilizados en años anteriores, y se encuentren nuevamente con actividad reproductiva. Este análisis se establece de acuerdo a la temporalidad reproductiva de cada especie y su ubicación.

4.2.5 Métodos de captura

La captura de aves, mediante métodos científicamente respaldados, emerge como una herramienta esencial para recabar datos precisos que contribuyen significativamente a la caracterización de las colonias y patrones de rutas migratorias de estas especies. La elección de métodos específicos de captura se ajusta a los objetivos delineados por el estudio, y la necesidad de obtener información detallada acerca de su dinámica poblacional, estado de salud de estas aves y sus patrones migratorios en la región.

4.2.5.1 Red de niebla

La Red de Niebla es un método ampliamente utilizado para la captura masiva de aves. Consiste en paños de red con hilos finos sostenidos por varas o postes que la mantienen en posición vertical (Figura 7). Este método ha sido descrito por Jones y Francis (2003), quienes destacan su eficacia en la captura de aves migratorias. La red, debido a la finura de sus hilos, es prácticamente invisible para las aves, lo que les impide detectarla visualmente. Cuando las aves salen de sus nidos, vuelan, chocan con la red y se enredan en ella. Este método resulta especialmente eficaz para capturar bandadas o pequeños grupos de aves que transitan por la zona de estudio. La adaptabilidad de las redes de niebla permite capturar una variedad de especies sin causar daños significativos a sus plumajes (Anderson & Smith, 2015).



FIGURA 7.RED DE NIEBLA INSTALADA EN EL SITIO DE NIDIFICACIÓN DE GOLONDRINA DE MAR DE CALETA BUENA.

4.2.5.2 Carpa Niebla

Para llevar a cabo la captura de golondrinas de mar, se implementó una estructura específica diseñada para tal fin. La estructura consta de una base de cemento sobre la cual se erige un tubo de PVC con una altura de 1 metro. Sobre este tubo se extendió una red de niebla, configurando así una suerte de carpa. Esta estructura se instalaba estratégicamente fuera de la abertura del nido del ave, abarcando aproximadamente 1 metro de radio alrededor del nido seleccionado (Figura 8).



FIGURA 8. CARPA NIEBLA INSTALADA A LAS AFUERAS DE NIDO DE GOLONDRINA DE MAR NEGRA EN EL SECTOR DE CALETA BUENA.

Es importante destacar que los nidos seleccionados para la instalación de la carpa de niebla fueron previamente monitoreados con cámara sonda o boroscopio. Este dispositivo de inspección ha permitido asegurar la presencia de actividad de nidificación en dichos nidos.

El proceso de captura se ejecuta durante la noche, aprovechando el momento en que las golondrinas de mar salen de sus nidos. Al emprender el vuelo, las aves quedan atrapadas en los hilos de la red de niebla, permitiendo la identificación de aquellos ejemplares que corresponden al nido donde se ha instalado la estructura.

4.2.5.3 Recolección manual

Previo a la recolección manual de golondrinas de mar, se llevaba a cabo un monitoreo de los nidos mediante el uso de boroscopio. Esta herramienta permitió una observación no intrusiva de los nidos, asegurándose de la presencia de individuos adultos antes de proceder con la recolección. Este enfoque busca minimizar la interrupción y el estrés para las aves, además de contribuir a la precisión en la selección de los individuos a recolectar.

Una vez confirmada la presencia de individuo adulto en el nido, se lleva a cabo la captura manual. Un profesional debidamente equipado con todos los elementos de bioseguridad personal, tales como: buzo tyvek, guantes de nitrilo, mascarillas faciales KN95, antiparras y cubre calzado, se acerca con precaución y retira manualmente el individuo adulto del nido. Enseguida, se resguarda en una bolsa de tela oscura, con el objetivo de minimizar estímulos visuales, buscando la tranquilidad para el ave recolectada.

Posteriormente, las golondrinas son trasladadas al área designada para las mediciones biométricas, marcaje, y toma de muestra para IAAP.

4.2.6 Marcaje de individuos

4.2.6.1 Anillamiento

A continuación, procede el anillamiento del individuo, el cual consiste en la instalación de una anilla metálica o plástica en una de las patas del ave. La anilla lleva un código alfanumérico único que permite la identificación individual (Kiat & Bart, 1994). En el proceso, es crucial garantizar que las marcas utilizadas no generen alteraciones en el comportamiento de las aves portadoras. Por ende, es importante ajustar el tamaño de las anillas empleadas según la especie en consideración, una anilla de dimensiones excesivas podría provocar dificultades en el movimiento de los dedos y aumentar la probabilidad de enredos en hilos u otras estructuras por el contrario, una anilla demasiado estrecha podría interferir en el proceso de muda normal de las escamas en la pata del ave, y además favorecer la acumulación de restos como tierra u otros elementos entre la anilla y la pata, dando como resultado una compresión y restricción del flujo sanguíneo. Por lo anterior, es importante optar por anillas que se adapten correctamente al tamaño de cada ave, asegurándose de que no afecten su bienestar ni su salud (Pinilla, 2000).

5. RESULTADOS

5.1 Reportes de incidentes en la región de Tarapacá

Desde el año 2010, que la Unidad de Recursos Naturales del SAG Tarapacá realiza la atención de denuncia de las cuatro especies involucradas. Los individuos son ingresados a través del formulario de movimiento de fauna silvestre, donde son examinados para luego ser derivados al centro de rescate disponible más cercano, o bien son liberados al mar en sectores lejos de contaminación lumínica. La liberación se realiza en el sector sur de la ciudad de Iquique, en horario nocturno, las aves son dejadas en el borde costero para que ellas por su propia voluntad puedan emprender vuelo, mar adentro. Por otra parte, se recibe la información recopilada por los centros de rescate presentes en la región, así como de la ONG Golondrina de Mar, la cual se hace cargo de la mayor parte de los llamados y rescates dentro de las zonas urbanas de la región. Asimismo, el SAG recibe anualmente los reportes de incidentes de empresas que operan principalmente en el Salar Grande, Patillos, y Patache, con la finalidad de mantener un registro de las contingencias asociadas a proyectos ingresados al SEIA. Esta información es pública, ya que es enviada por cada una de las empresas al sistema de seguimiento de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

5.1.1 Incidentes reportados al Servicio Agrícola y Ganadero

Entre el 2010 y 2024, el SAG Tarapacá cuenta con un registro de un total de 48.711 individuos, donde la especie con mayor número de reportes fue *H. markhami*, con un total de 46.547 individuos, quien representa un 95,55% del total de individuos. Le siguen *H. hornbyi* con un total de 1.958 individuos (4,01%), luego *O. gracilis* con un total de 163 individuos (0,33%) y por último *H. tethys* con 43 individuos, las cuales representan sólo un 0,08% del total.

La tendencia de atención de denuncia ha ido en aumento desde el 2010 a la fecha, presentando una tendencia al aumento del número de individuos atendidos durante los últimos años (Figura 9). *H. markhami* fue la especie más abundante, seguida por *H. hornbyi*, la cual ha sido frecuente desde el 2018 (por sobre los 70 individuos). *H. gracilis* ha sido registrada desde 2012, con algunos años de silencio, sin registros. Mientras que, *H. tethys* ha sido registrada ininterrumpidamente desde 2019, sin considerar un único individuo reportado en el radio urbano de la ciudad de Iquique, en el año 2010.

Por otro lado, los reportes de las distintas especies de golondrinas se distribuyen heterogéneamente durante el año (Figura 10). *H. markhami* es la especie que se registró más ampliamente durante todos los meses del año. Esta especie tuvo la mayor cantidad de incidentes producto de la atención de denuncia entre los meses de marzo y mayo, correspondiendo es su mayoría a individuos en etapa de juvenil. Por su parte, *H. hornbyi* fue registrada durante 9 meses, sin embargo, durante marzo, abril, octubre, y noviembre, sólo fue reportada en pequeñas proporciones, dominando el número de reportes entre mayo y septiembre. Los individuos de *O. gracilis* fueron reportados en un total de 10 meses, registrándose principalmente entre agosto y diciembre. Mientras que los individuos de *H. tethys* fueron rescatados en el mes de agosto a diciembre.

Especialmente, los individuos reportados de *H. markhami* durante el periodo de estudio, fueron rescatados desde las comunas de Iquique (radio urbano), con el 27,83% (n=12.956) de los individuos. Alto Hospicio, con el 8.22% (n=3.826), seguidas por localidades de Aeropuerto Diego Aracena y Pozo Almonte con el 0.98% y 0,08% respectivamente. También hubo registros en las localidades de Huara, Pisagua, Chanavayita, Huatacondo, La Tirana y Pica. (Fig. 9 y 10)

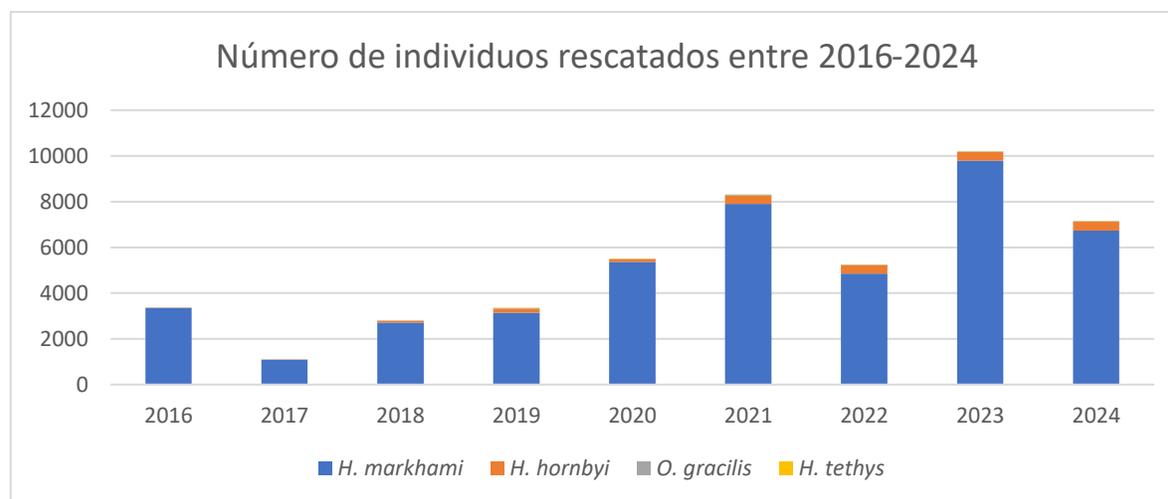


FIGURA 9. NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS RESCATADOS DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ, DURANTE LOS AÑOS 2016-2024.

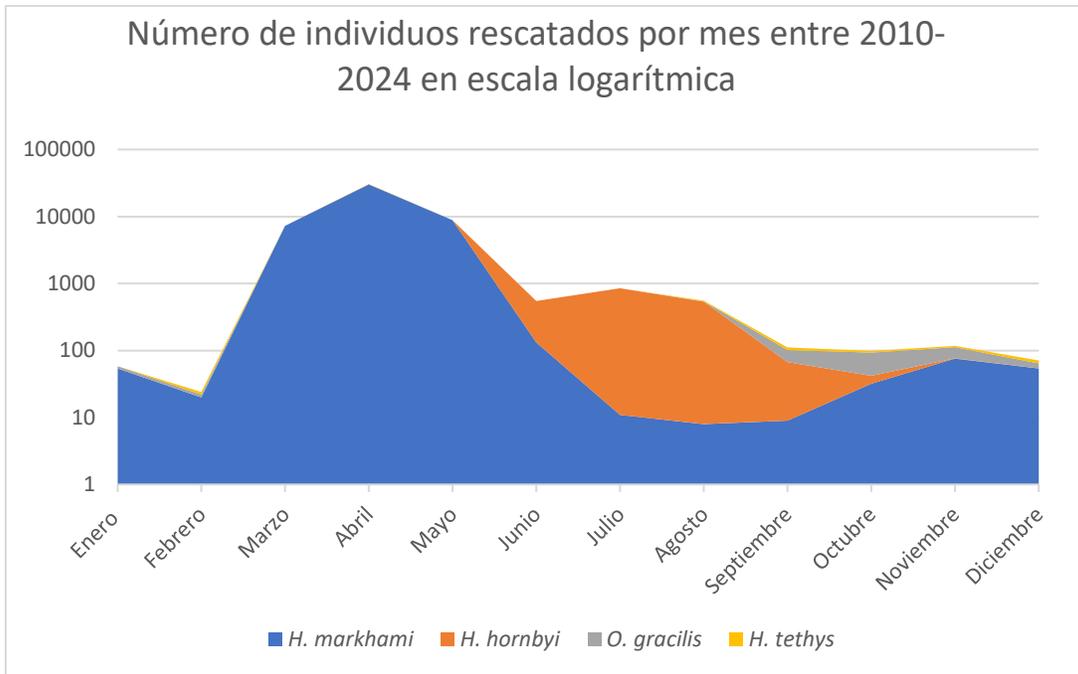


FIGURA 10. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE ESPECIES DE GOLONDRINAS REPORTADAS EN INCIDENTES EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ, DURANTE LOS AÑOS 2010-2024.

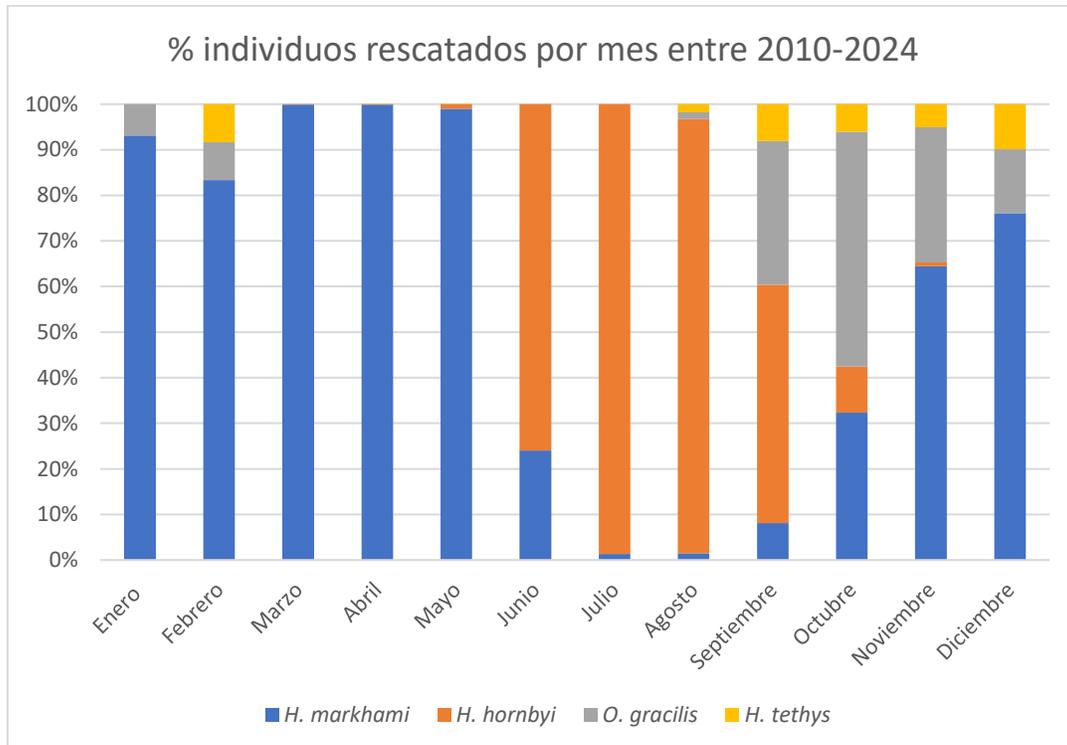


FIGURA 11. PORCENTAJE MENSUAL DE ESPECIES DE GOLONDRINAS REPORTADAS EN INCIDENTES EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ, DURANTE LOS AÑOS 2010-2024.

Por otra parte, existen registros de incidentes correspondientes a los datos entregados por las faenas industriales del borde costero, dentro de las cuales se encuentran los reportes de Enel Patache S.A., Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, Sociedad Minera Punta de Lobos S.A. (SPL), Compañía Minera Cordillera (CMC), Compañía Minera Teck Quebrada Blanca y SQM S.A. Las colisiones provienen en su mayoría, de las instalaciones del sector portuario, mina y planta, ubicadas en área costeras como Punta Patillos-Patache, así como zonas de desierto interior. (Fig. 12 y 13).



FIGURA 12. MAPA DE INCIDENTES CON GOLONDRINAS DE MAR, DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.

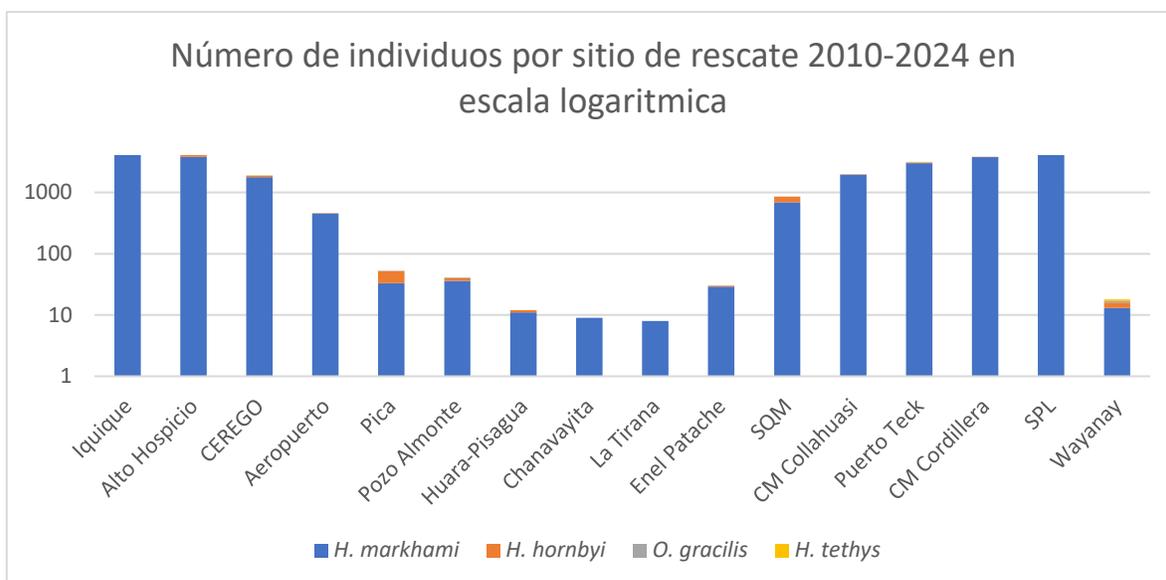


FIGURA 13. NÚMERO DE INDIVIDUOS DE GOLONDRINAS RESCATADAS EN DIFERENTES SITIOS DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ, ENTRE LOS AÑOS 2010-2024.

Los rescates producto de la atención de denuncia de *H. markhami*, provinieron desde todos los sitios mencionados (Figura 13 y 14). Siendo mayoritario el registro de SPL, con un total de 38.65% (n=17.992), seguido por el radio urbano de la ciudad de Iquique, donde se concentra el 27,83%(n=12.956) de los registros, seguido por la ciudad de Alto Hospicio, con el 8,22% (n=3.826), y les sigue la faena minera Cordillera (CMC) con un 8,09% (n=3.766). Mientras que, *H. hornbyi* fue reportado en Iquique, con el 60,37% (n=1.182), en Alto Hospicio con el 20,22% (n=396), le sigue SQM S.A con un 8,43% (n=165), Puerto Teck con un 4,9% (n=96), CEREGO con 76 individuos, y por último, las 43 individuos que suman el resto de los sitios mencionados. Por otro lado, *O. gracilis* fue reportado en Iquique con un 74,85% (n=122), seguido por Alto Hospicio con un 11,66% (n=19), seguido de Teck con un 6,13% (n=10), CEREGO con 5,52% (n=9), y lo proveniente de Pica, Pozo Almonte, y centro de rescate Wayanay, que cada uno reporta 0,61% (n=1) de los incidentes para esta especie. Finalmente, *H. tethys* fue reportada sólo en el radio urbano de Iquique con un 88,37% (n=38), puerto Teck con un 4,65% (n=2), y el radio urbano de Alto Hospicio, junto a los dos centros de rescate, que cada uno reporta 1 individuo, representando un 2,33% respectivamente.

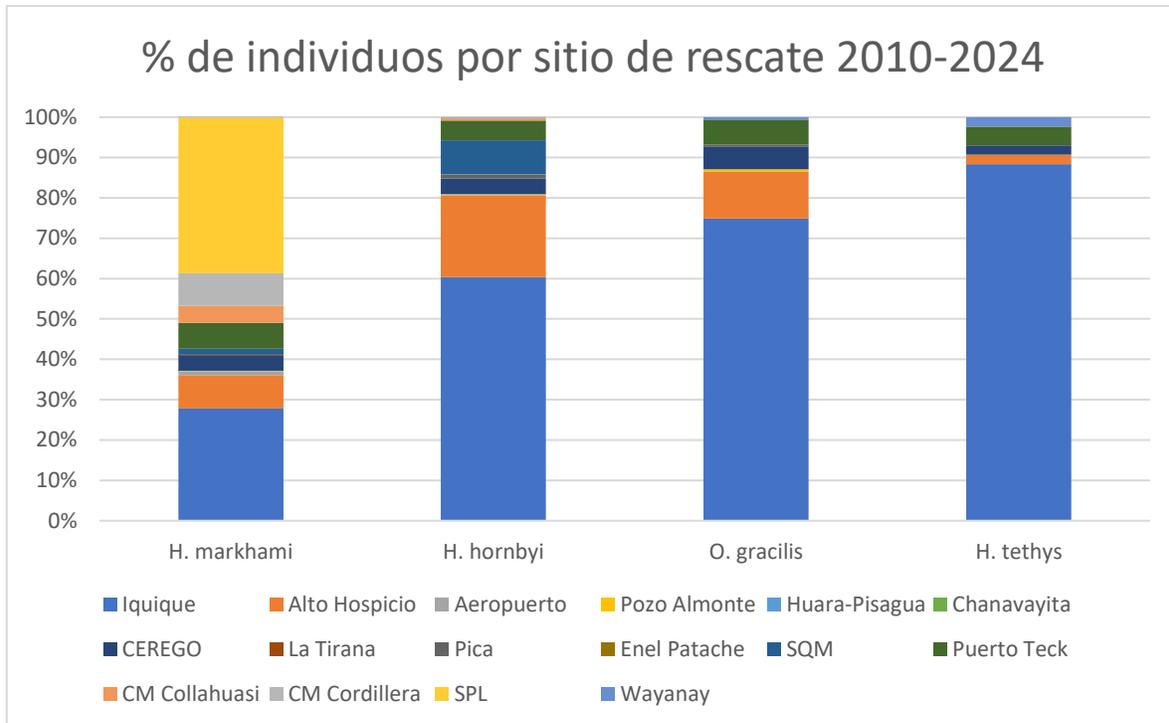


FIGURA 14. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS POR SITIOS RESCATADOS EN DIFERENTES LUGARES DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ, ENTRE LOS AÑOS 2010-2023.

5.2 Prospecciones e identificación de sitios de nidificación

5.2.1 Caracterización de los sitios prospectados

Los sitios con nidificación de golondrinas de mar son: Chiza, Jarza, Quiuña, Caleta Buena, El Carmen (Soronal), Pampa Hermosa, Salar Grande, Loa, Pabellón de Pica, y Chipana (Figura 15). La descripción y extensión de los sitios, se realizó por diferenciación en terreno del tipo de sustrato y características propias de un ambiente potencialmente útil para nidificación de especies de la familia *Hydrobatidae*.

Para el año 2025, se pretende homologar esta metodología de delimitación de polígonos, con los polígonos generados por la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del MMA, en el marco del Plan RECOGE de las Golondrinas de Mar del Norte de Chile, y a la vez, de la nueva norma lumínica, vigente desde octubre de este año, unificando criterios y métodos para la delimitación.

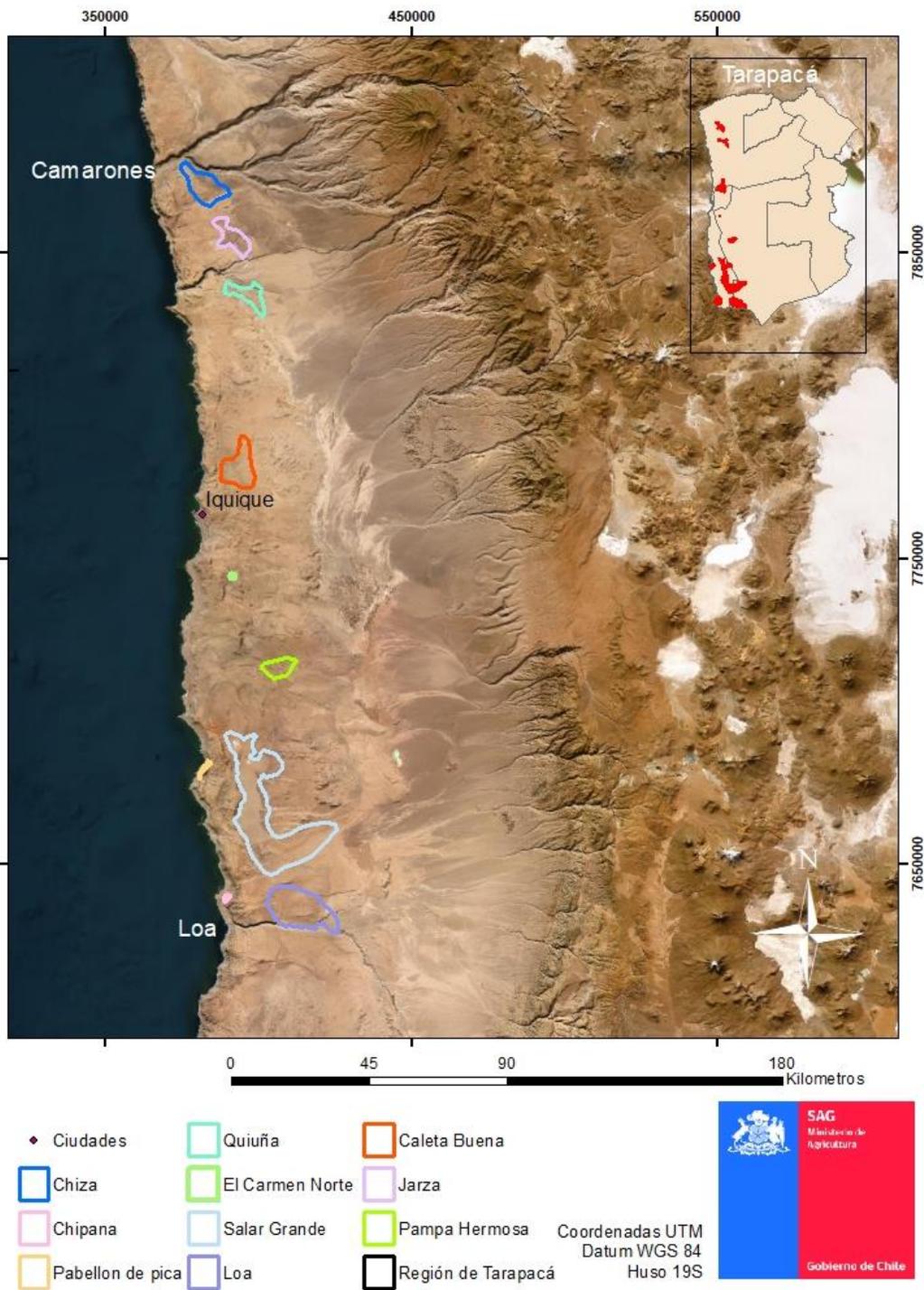


FIGURA 15. MAPA DE LOS SITIOS PROSPECTADOS DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.

5.2.1.1 Sector Chiza

Este sector nace durante los monitoreos realizados el año 2021, año en que fue posible incorporar la información entregada por el proyecto REDENOR, los cuales sumaron un total de 883 nuevos registros de nidos de Golondrina de Mar Negra en este sector (Figura 16). Para el período 2022 sólo se registraron 2 nuevos nidos, debido al difícil acceso al sector. Durante el periodo 2024 no hubo nuevos hallazgos en el sector, esta limitación se debió principalmente a cuestiones logísticas que impidieron la visita a terreno.

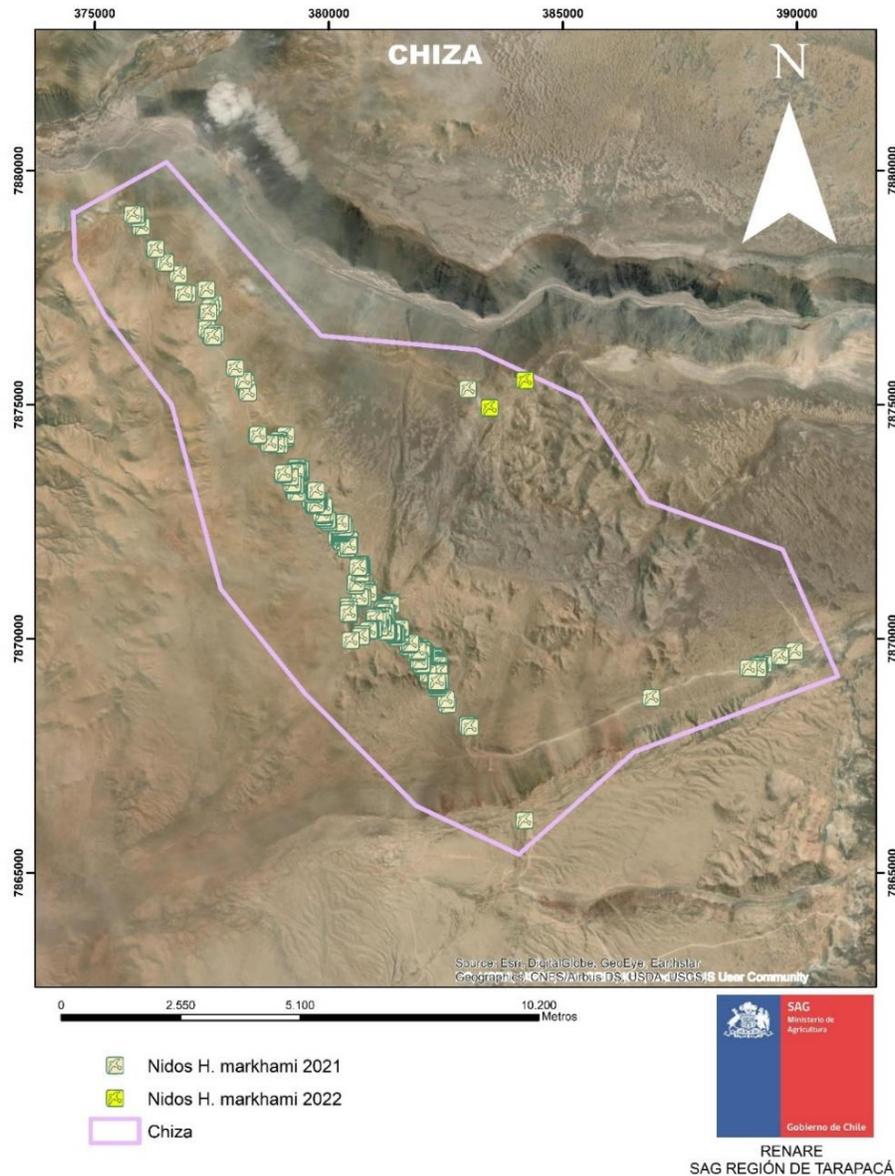


FIGURA 16. UBICACIÓN DE NIDOS DEL SECTOR DE CHIZA DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.

5.2.1.2 Sector Jarza

EN EL SECTOR DE JARZA, SE IDENTIFICARON DOS PUNTOS DE NIDIFICACIÓN INACTIVOS EL AÑO 2019 Y DOS NIDOS INACTIVOS DURANTE EL AÑO 2020, CON OLOR Y RESTOS DE PLUMAJE, PERO SIN ADULTO, HUEVO O POLLUELO, POR LO CUAL SE DETERMINÓ COMO SITIO DE NIDIFICACIÓN DE ESPECIE INDETERMINADA (

Figura 17). Estos hallazgos fueron detectados a fines del año 2019 y 2020, sin embargo y considerando el difícil acceso al sector, se hace complejo poder visitar en las temporadas posteriores. Asimismo, durante el año 2021, fue posible incorporar la información entregada por el proyecto REDENOR, los cuales sumaron 510 nuevos registros de nidos de *H. markhami* en este sector. Para el año 2023 se registraron 15 nuevos nidos, todos ellos entregados por la misma empresa mencionada anteriormente. Ahora, en 2024, el equipo regional SAG Tarapacá registró 7 nidos activos, todos reutilizados de la temporac

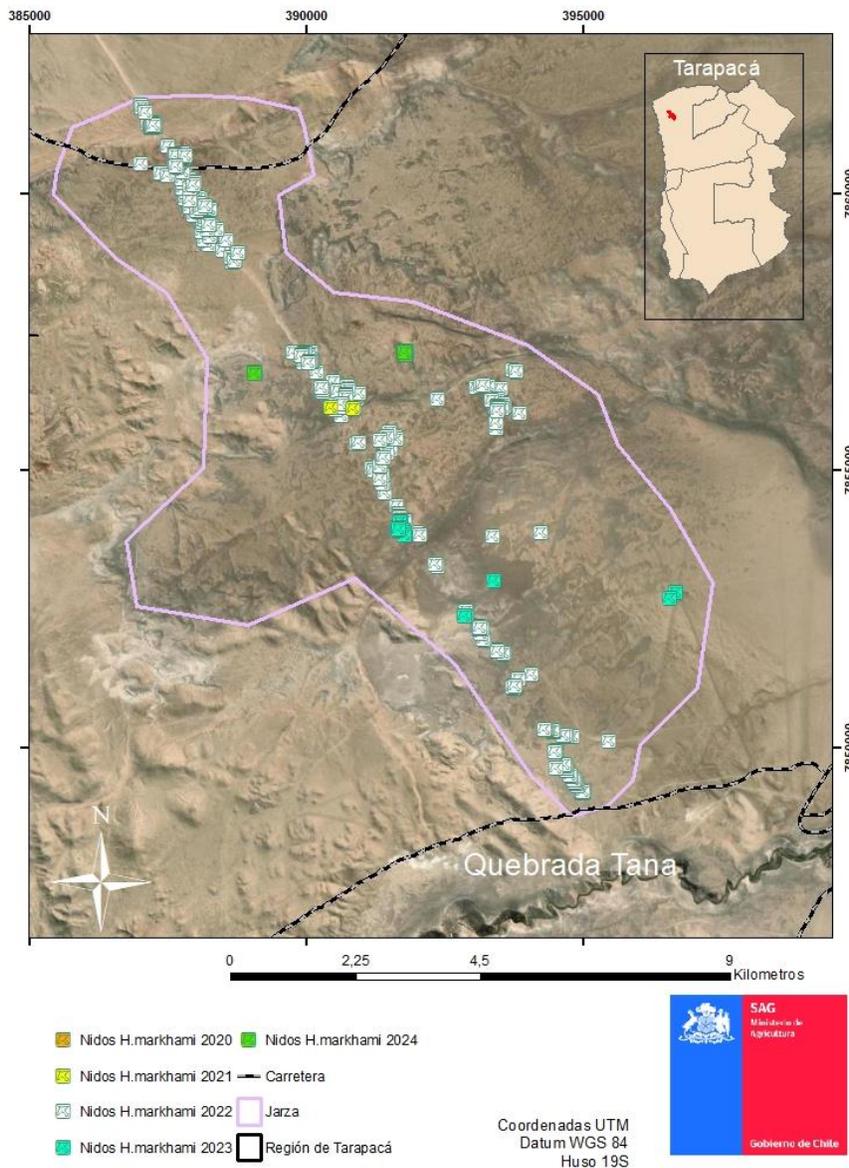


FIGURA 17. UBICACIÓN DE NIDOS INACTIVOS DEL SECTOR DE JARZA PROSPECTADOS DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.

5.2.1.3 Sector Quiuña

El sector de Quiuña (Figura 18), fue identificado en campañas marzo y abril de 2018, en dichas prospecciones se encontraron signos de nidos abandonados y huevos sin eclosionar. En terreno, realizado el día 14 de noviembre de 2018 se detecta uno de los nidos con un polluelo de *H. markhami* de varias semanas de edad (Figura 19), contabilizando seis nidos en este sector para el período 2018. Para el período 2019, se detectaron un total de 12 nidos activos, todos correspondientes a nidos con pollos considerando la fecha de visita a fines de octubre 2019. Adicional a los 12 nidos registrado durante el año 2019, se hace por primera vez un registro de a un nido de *Hydrobates hornbyi*, el cual fue registrado por la ROC (Medrano, R. *et al.*, 2019), ver Figura 20. Para la temporada 2020, se registraron solo tres nidos, los cuales ya habían sido utilizado en temporadas anteriores. Para la temporada 2021, se contó con 12 nuevos registros SAG y 63 registros aportados por REDENOR. Para la temporada 2022 sólo se registraron 6 nidos nuevos. Mientras que para el año 2023 se registraron 02 nidos nuevos, de los cuales 01 corresponde a la especie *Oceanites gracilis*, siendo el primer registro de esta especie en el sector. Gracias a la instalación de una cámara trampa se pudo obtener registros del adulto ingresando al nido (Figura 21). Además, el análisis de las grabaciones constató que luego de una semana el adulto no regresó al nido, al realizar una inspección con cámara sonda se observa que el polluelo se encontraba muerto (Figura 22).

Para el año 2024, se registraron 5 nidos de la especie *H. markhami*. En relación al grado de reutilización de los nidos, este sector tiene un 100% de nidos que son utilizados para cada temporada.

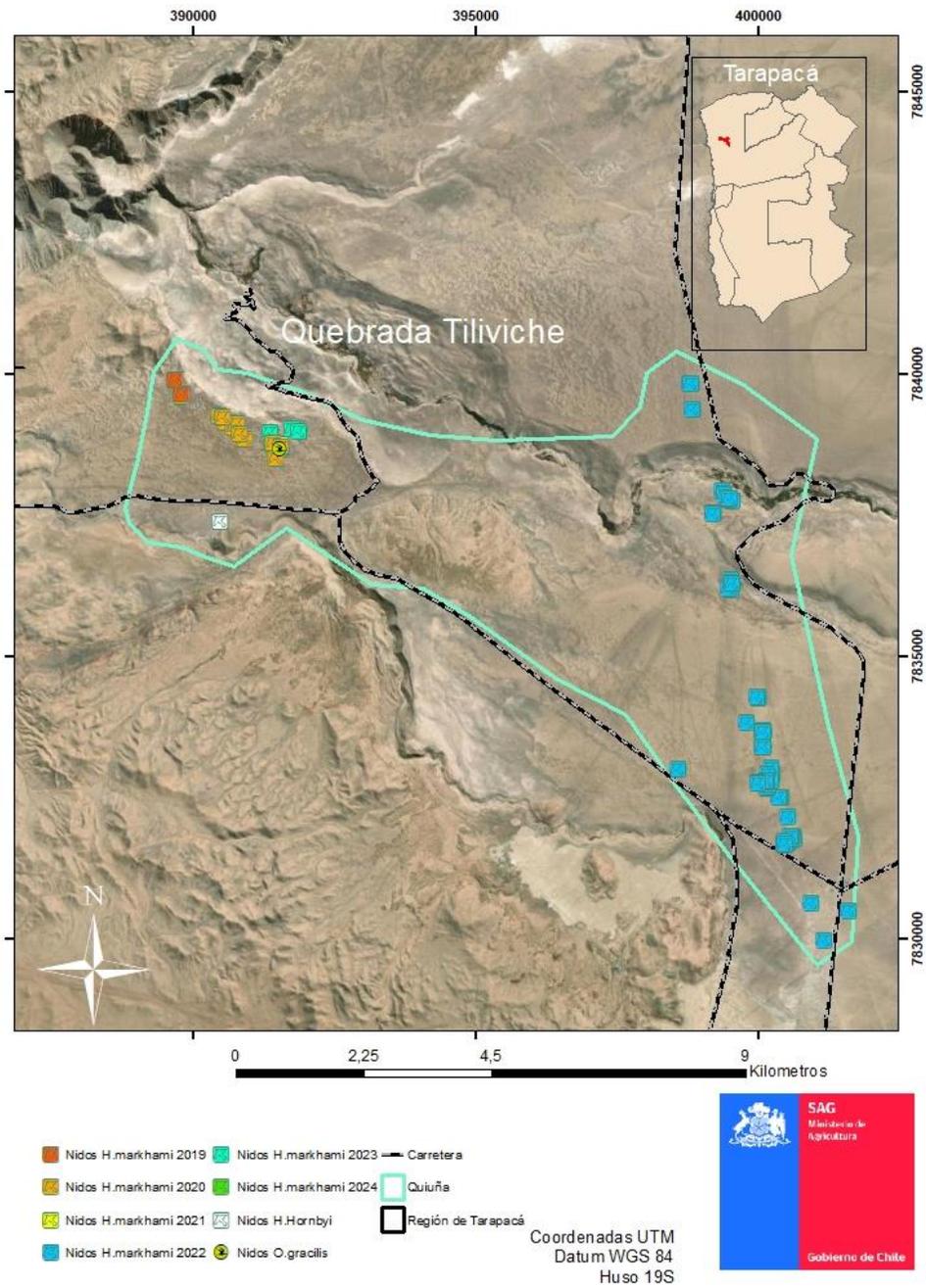


FIGURA 18. UBICACIÓN DE NIDOS ACTIVOS DEL SECTOR DE QUIUÑA PROSPECTADOS DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.



FIGURA 19. POLLUELO DE *H. MARKHAMI*, EN SECTOR QUIUÑA.



FIGURA 20. ADULTO DE *H. HORNBYI*, EN SECTOR QUIUÑA.



FIGURA 21. ADULTO DE *O. GRACILIS*, EN SECTOR QUIUÑA.



FIGURA 22. POLLUELO MUERTO DE *O. GRACILIS*, EN SECTOR QUIUÑA.

5.2.1.4 Sector Caleta Buena

En el salar Caleta Buena se detectaron tres nidos durante el periodo 2017, para el período 2018 se contabilizaron 30 nidos, para el periodo 2019 se detectaron un total de 102 nidos, y para el período 2020 se detectaron un total de 14 nidos (Figura 23). El inicio del periodo reproductivo se inicia en el mes de septiembre, con la llegada de los adultos a las cavidades, comenzando las posturas de huevos en el mes de noviembre. Para la temporada 2022 y 2023 este sector sufre una importante modificación debido a los nuevos registros levantados por el SAG al noreste del sitio con 160 y 82 nidos respectivamente. Para el periodo 2024, por parte del Servicio Agrícola y Ganadero se registraron 25 nuevos nidos, todos ellos pertenecientes a la especie de golondrina de mar negra (*H. markhami*), ver Figura 24 y Figura 25. En relación al año 2024 (temporada 2025), se verificaron 15 nidos, con un 100% de reocupación.

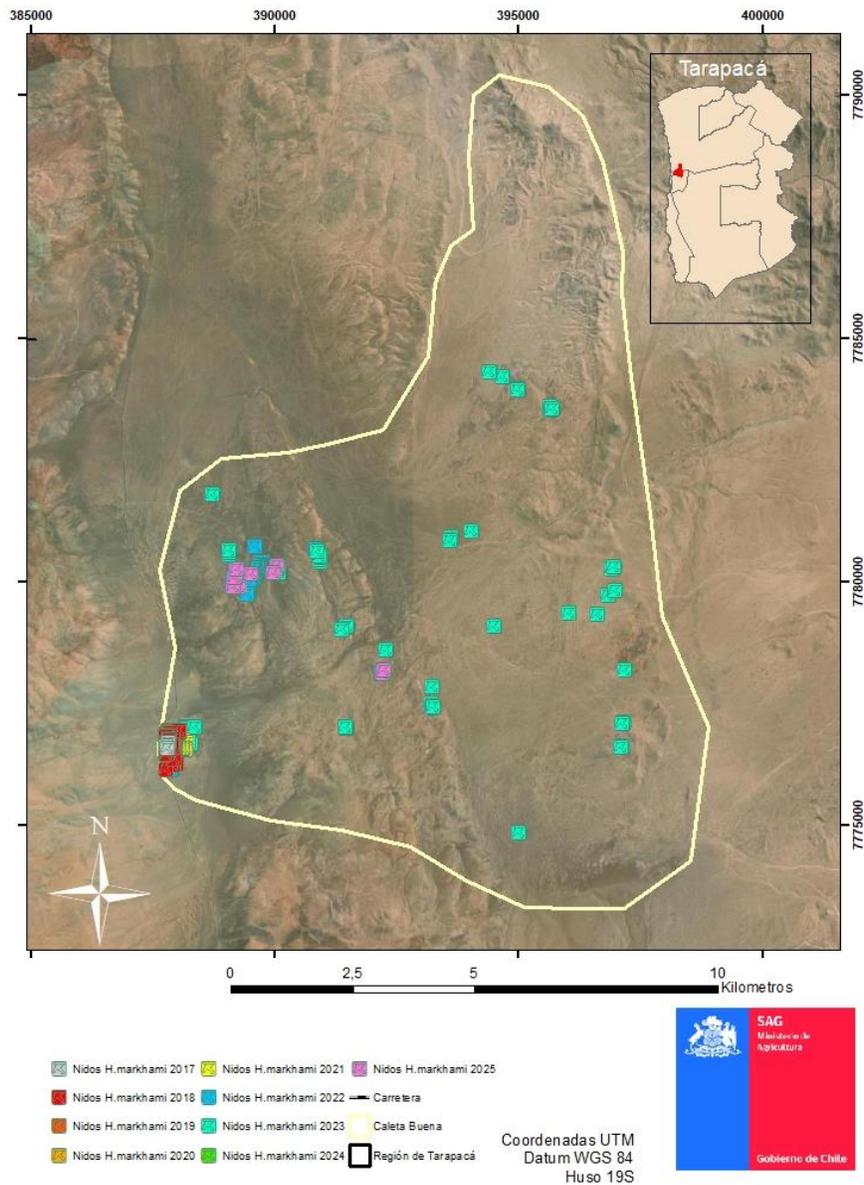


FIGURA 23. UBICACIÓN DE NIDOS ACTIVOS DEL SALAR CALETA BUENA.



FIGURA 24. ADULTO DE *H. MARKHAMI* EN SALAR CALETA BUENA, TEMPORADA 2024.



FIGURA 25. ADULTO DE *H. MARKHAMI* CON HUEVO EN SALAR CALETA BUENA, TEMPORADA 2024.

Considerando el fácil acceso y gran cantidad de nidos, una vez hecho el recuento entre todas las temporadas, incluyendo la actual, se registra un promedio de un 60% de nidos reutilizados de temporadas anteriores.

5.2.1.5 Sector Carmen Norte

El salar Carmen Norte, ha registrado a la fecha sólo dos nidos, uno para la temporada 2018 y otro para la temporada 2019, ambos detectados mediante el uso de *playback* de *H. markhami*, ambas cavidades presentaron restos de pluma, heces, y olor característico. Un grupo de cavidades se encontraron en una planicie marginal del salar, mientras que otra concentración de cavidades con restos fue registrado al sur del primero, en una zona con alta pendiente y de exposición al sur (Figura 26). Para los últimos años, no se realizaron labores de monitoreo en el sector, por lo anterior, no existen nuevos registros en el lugar.

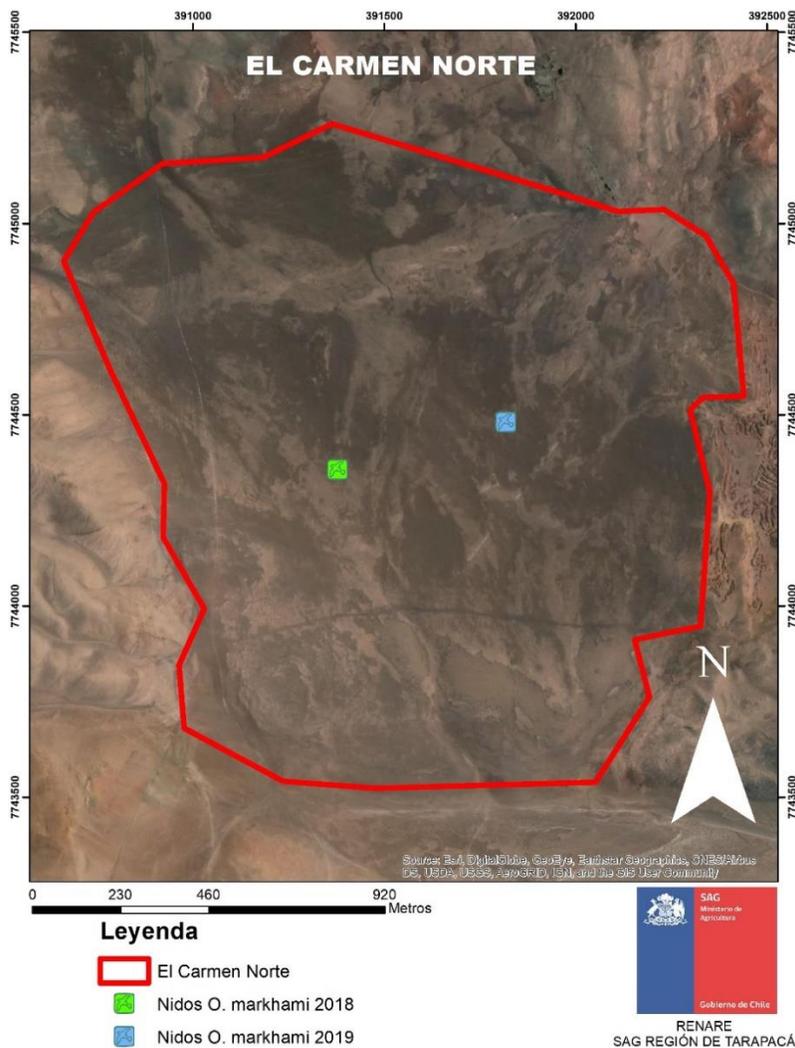


FIGURA 26. UBICACIÓN DE NIDOS DEL SALAR CARMEN NORTE, PROSPECTADO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.

5.2.1.6 Sector Pampa Hermosa

El sector de Pampa Hermosa, se presenta con nidos en el mes de enero del año 2019, encontrando un total de tres nidos de *Hydrobates markhami*, con la BRICAN en el sector oeste. Posteriormente, para el período 2020, 2021, 2022, 2023, y 2024, se detectaron un total de 14 nidos, 9 nidos, 7 nidos, 10 nidos, y 8 nidos activos respectivamente, de la misma especie en diferentes sectores. Obteniendo un 55% de reutilización de nidos para este sector. Mientras que, en el periodo 2025, se verificaron 8 nidos por parte del Servicio, 6 de ellos reutilizados de temporadas anteriores, correspondientes a la especie *H. markhami* (Figura 7). Adicionalmente, se encontraron 2 nuevos nidos aislados al oeste del área descrita para este sitio de nidificación, a 9,3 kilómetros en línea recta, cercanos a la ruta del acueducto del proyecto “Tente en el Aire” de SQM S.A (Figura 28).

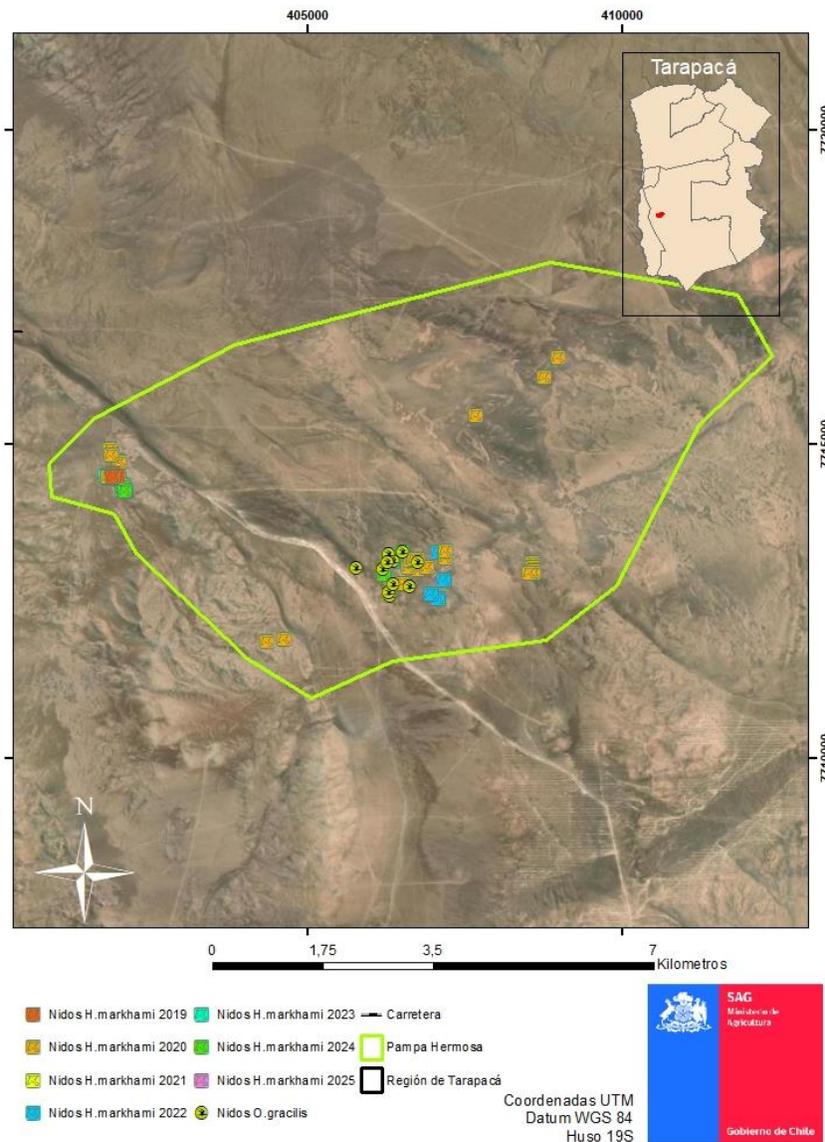


FIGURA 27. UBICACIÓN DE NIDOS DE GOLONDRINAS DE MAR UBICADOS EN PAMPA HERMOSA, PROSPECTADOS DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.

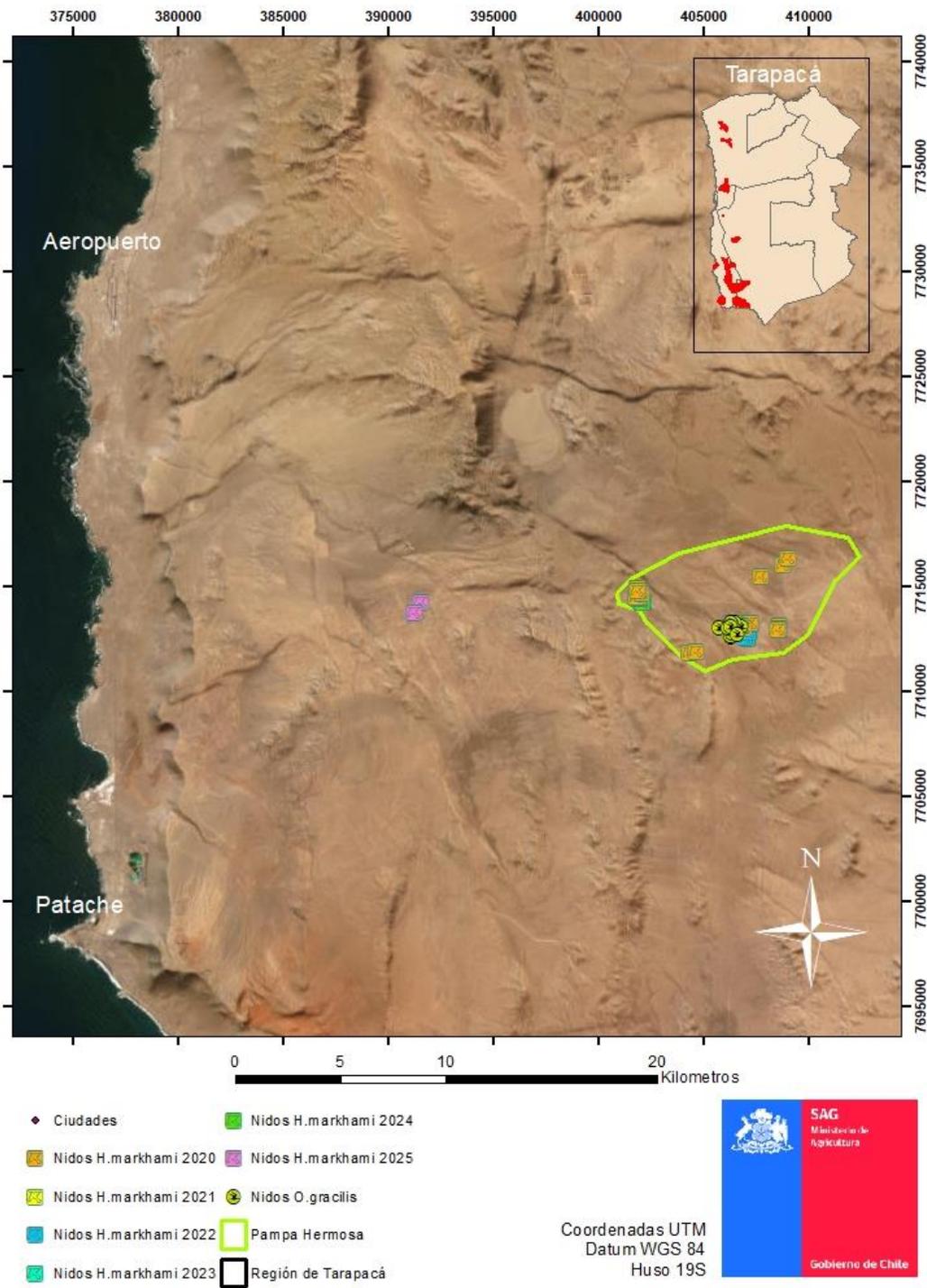


FIGURA 288. SITIO DE NIDIFICACIÓN PAMPA HERMOSA, PROSPECTADO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO. INCLUYE LOS 2 NIDOS DE *H. MARKHAMI* ENCONTRADOS FUERA DEL POLÍGONO PARA EL PERIODO 2025.

Por otra parte, dentro del mismo sector, se registraron nidos de la especie *Oceanites gracilis*, detectando un total de 16 nidos para la temporada 2020, 2 para la temporada 2021 (reutilizados), 9 para la temporada 2022 y 13 para la temporada 2023 (Figura 299). Uno de los nidos aún mantenía en su interior a un polluelo, el cual fue extraído, medido, y anillado, para finalmente devolverlo en su nido. Para la temporada 2024, no se encontraron nidos de *O. gracilis*, solo los 8 nidos ya mencionados de *H. markhami* (Figura 30).



FIGURA 299. REGISTRO DE NIDO DE *O. GRACILIS*, EN PAMPA HERMOSA, PERIODO 2023.



FIGURA 30. ADULTO CON HUEVO *H. MARKHAMI* EN SECTOR PAMPA HERMOSA, TEMPORADA 2024.

5.2.1.7 Sector Salar Grande

En el salar Grande, se detectaron 46 nidos activos para el periodo 2019, 21 nidos activos para el período 2020, un total de 16 nidos activos para el periodo 2021, 62 nidos para la temporada 2022, y 4 nidos para la temporada 2023. En este salar, la llegada de los adultos comienza en el mes de octubre, comenzando con la postura de huevos en el mes de diciembre, continuando con los pollos a hacia fines de enero, y abandonando el sitio a fines del mes de mayo con la salida de los últimos juveniles.

En el año 2023, Norte Andino EIRL informó el descubrimiento de un total de 273 nuevos nidos en la zona, todos pertenecientes a la especie *H. markhami*. Por otro lado, el Proyecto Eloísa documentó 20 nidos, de los cuales 12 corresponden a *H. markhami* y 08 nidos a *H. hornbyi* (Figura 31). Además, ese mismo año, el SAG identificó 2 nuevos nidos de *H. markhami* (Figura 32).

El presente año, el SAG Tarapacá visitó los nidos de *H. hornbyi*, corroborando la reutilización de uno de ellos, e instalando una cámara trampa para registrar su actividad (Figura 33).



FIGURA 31. ADULTO DE *H. HORNBYI* SALIENDO DE SU NIDO, PERIODO 2023.



FIGURA 32. ADULTO DE *H. MARKHAMI* EN EL SECTOR DE SALAR GRANDE, AÑO 2023, PERIODO 2024.



FIGURA 33. ADULTO DE *H. HORNBYI* EN EL SECTOR DE SALAR GRANDE, PERIODO 2024.

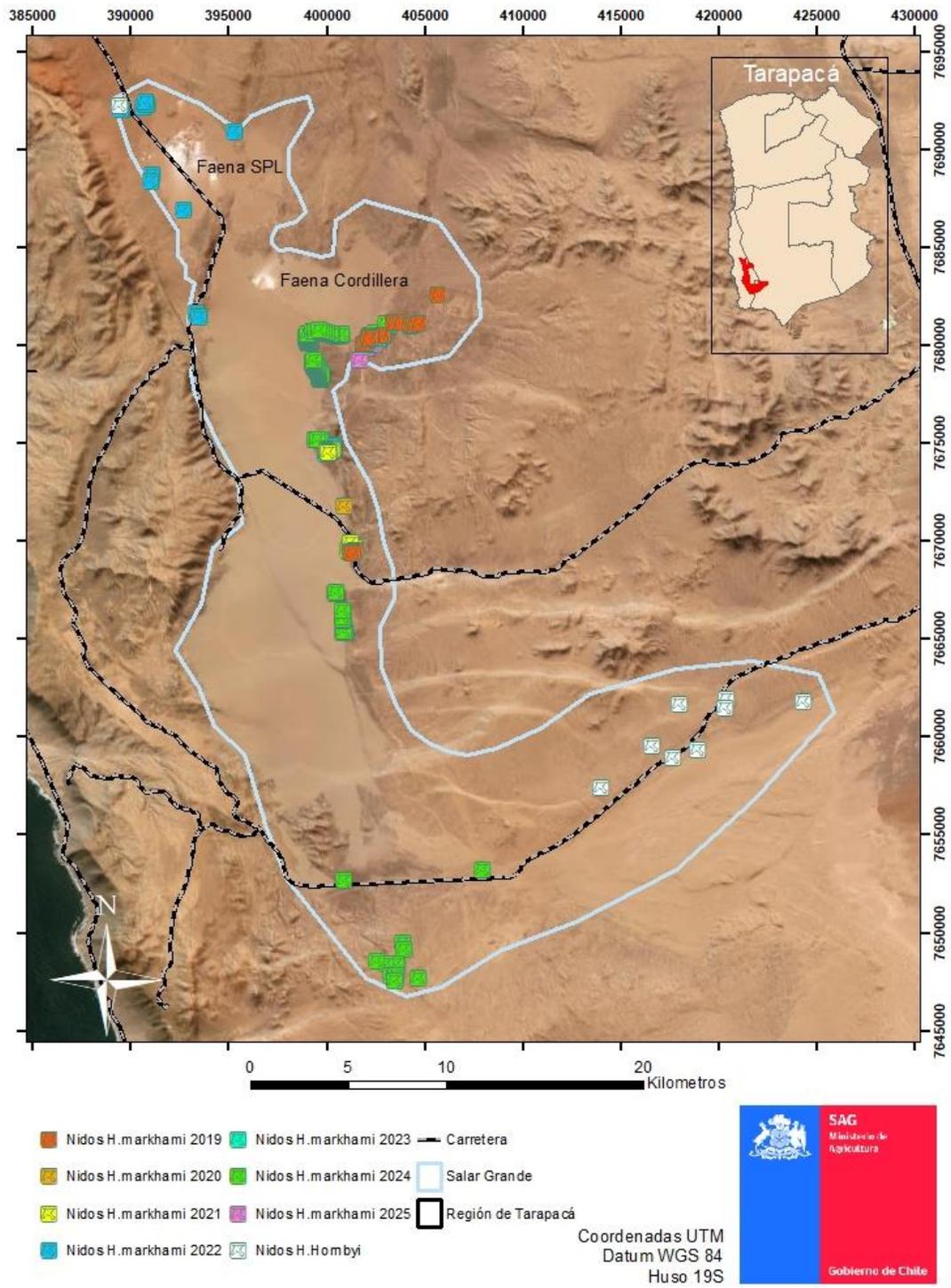


FIGURA 304. DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS CON NIDOS ACTIVOS DE *H. MARKHAMI* EN SALAR GRANDE, EN EL PERIODO DE ESTUDIO.

5.2.1.8 Sector Loa

Sitio que fue por primera vez prospectado el 17 de abril de 2018, encontrando un total de cinco nidos abandonados (sin adultos), uno de ellos con un huevo, sin embargo, no había actividad al momento de la revisión por cámara sonda. Posterior a ello, en una segunda visita realizada el día 16 de noviembre de 2018, se verifican los mismos nidos, encontrando uno con un adulto de *H. hornbyi* muerta y un huevo en el nido. Por lo cual, se define el sitio como área de nidificación de Golondrina de mar negra y de collar. Hasta la temporada 2022, no se registraron nidos activos en el sector. Fue en el año 2023, con la finalidad de contrastar la línea de base de un proyecto que está en evaluación ambiental, equipos del SAG regional de Tarapacá y de Antofagasta levantaron en conjunto 22 nidos de golondrina de mar negra, además de 8 nuevos nidos de *H. hornbyi* (Figura 35).

Durante el año 2024, en una segunda prospección junto al SAG Antofagasta, se verificaron estos 8 nidos de *H. hornbyi*, observando reutilización en 5 de ellos (Figuras 36 y 37). Además, se confirmó el hallazgo de 12 nuevos nidos de *H. markhami*, todos ellos al sur de la quebrada, correspondiendo administrativamente a la región de Antofagasta.



FIGURA 315. ADULTO DE *H. HORNBYI* AL INTERIOR DE SU NIDO, PERIODO 2023.



FIGURA 36. ADULTO DE *H. HORNBYI*, PROSPECCIÓN SECTOR LOA PERIODO 2024.



FIGURA 37. MISMO INDIVIDUO ADULTO DE *H. HORNBYI*, ANILLADO PARA MONITOREO EN PROSPECCIÓN SECTOR LOA PERIODO 2024.

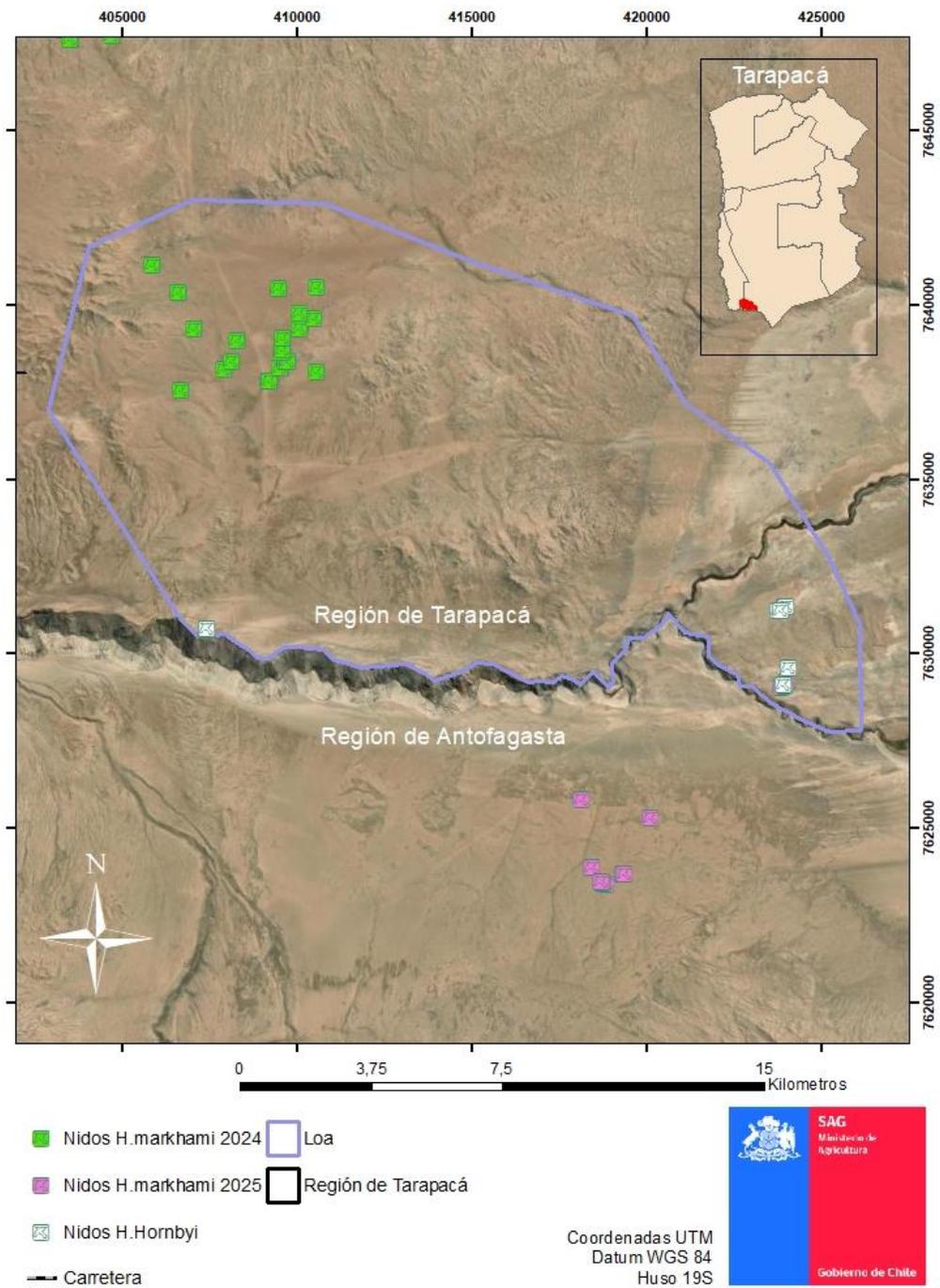


FIGURA 328. UBICACIÓN DE CAVIDADES CON RESTOS DE LA ESPECIE *H. HORNBYI* AL NORTE DE LA QUEBRADA DEL RÍO LOA, DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.

5.2.1.9 Sector Pabellón de Pica

Este informe incluye, por primera vez, registros de *H. Tehtys* (Figura 39 y 40). Este sitio fue localizado inicialmente en febrero de 2024 por la ROC, encontrando adultos de esta especie junto a sus huevos. En diciembre de ese mismo año, funcionarios del SAG Tarapacá se dirigieron al sitio para verificar dichos hallazgos, levantando 4 nuevos nidos.

Tanto en este sector, como en el de Chipana, los nidos se establecen entre los bolones de roca rodada sobre la ladera, utilizando los espacios entre estas formaciones como galerías internas, donde esta especie se resguarda de las condiciones climáticas y los depredadores (Figura 41). Al remover una pequeña capa de estas rocas, se comienza a visualizar restos de heces, plumas, y el olor característico de la familia Hydrobatidae (Figura 42).



FIGURA 39. ADULTO DE *H. TETHYS* AL INTERIOR DE SU NIDO, SECTOR PABELLÓN DE PICA, DICIEMBRE 2024.



FIGURA 40. MISMO INDIVIDUO DE *H. TETHYS* AL EXTERIOR DE SU NIDO, DICIEMBRE 2024.



FIGURA 41. PANORÁMICA DEL SITIO DE NIDIFICACIÓN PABELLÓN DE PICA, DICIEMBRE 2024



FIGURA 42. NIDO UTILIZADO POR INDIVIDUO DE *H. TETHYS* EN PABELLÓN DE PICA.



FIGURA 43. UBICACIÓN DE NIDOS DE LA ESPECIE *H. TETHYS* EN SECTOR PABELLÓN DE PICA, DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.

5.2.1.10 Sector Chipana

Sitio también descubierto por la ROC en febrero de 2024, encontrando adultos de *H. tethys* junto a sus huevos. Cuando el equipo SAG Tarapacá recorrió este lugar para verificar el hallazgo en diciembre de 2024, levantó 1 nuevo nido (Figura 44), siendo ocupado por un adulto de esta especie, sin huevos ni polluelos. Lo cual confirma que esta especie presenta un calendario reproductivo diferente al resto de las especies presentes en la región de Tarapacá.

Se espera que en la siguiente temporada, se pueda recopilar más datos y material, como por ejemplo vocalizaciones para elaboración de *playback*, e imágenes de individuos tanto dentro como fuera de sus nidos.

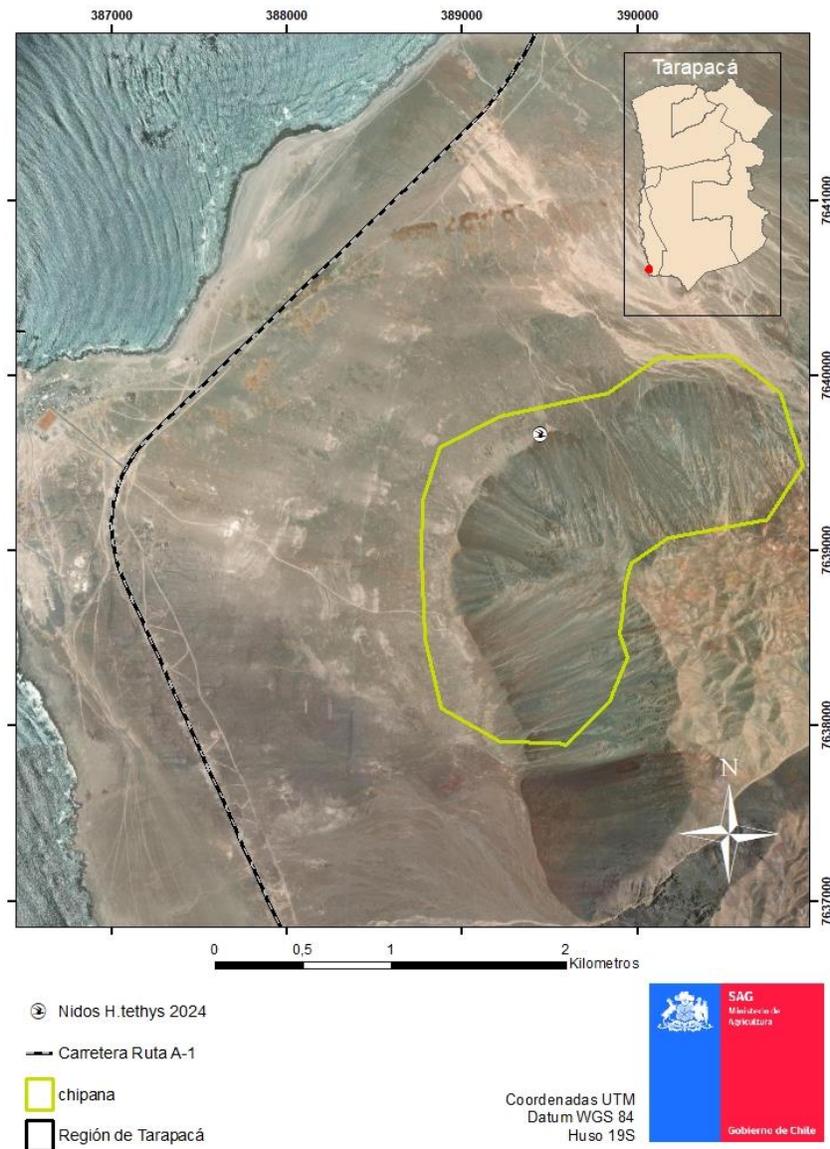


FIGURA 44. UBICACIÓN DE NIDOS DE LA ESPECIE *H. TETHYS* EN SECTOR CHIPANA, DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.

5.3 Características morfológicas y hábitos reproductivos

5.3.1 Ciclo reproductivo de la especie *Hydrobates markhami*

De acuerdo a este calendario reproductivo, se puede describir las siguientes fases a lo largo de los doce meses del año. En primera instancia, se encuentran los “vuelos continentales”, definidos como los despliegues y vuelos que realizan los adultos para ingresar al continente y ubicar sus sitios reproductivos, dado que el resto del año permanecen mar adentro. En segundo lugar, se define la etapa “postura de huevos y crianza”, en la cual, una vez que los adultos ingresan a las galerías, ubicándose en diferentes nidos, en los cuales realizan postura de un huevo en cada nido, incubándolo por un período estimado de 40 días (Jahncke, 1994). Posteriormente, y una vez eclosionados los huevos, los pichones comienzan su etapa de desarrollo en el nido, la cual se prolonga por 80 días adicionales en promedio (Jahncke, 1994). Según los registros obtenidos mediante cámara sonda, se pudo observar que, en cada galería existen hasta tres nidos separados a escasos 10 centímetros uno de otro, y que tienen distinto periodo de incubación y crianza de pichones, razón por la cual este periodo se puede prolongar hasta mediados de abril. Luego, se define la etapa de “primer vuelo juvenil”, esta etapa es la más crítica, dado que es el periodo en el cual ocurren la gran mayoría de los incidentes y contingencias de esta especie, dado que vuela instintivamente de noche en dirección al mar, desviando su vuelo hacia instalaciones lumínicas cercanas a los sitios reproductivos, o bien, hacia centros poblados del borde costero de la región (Ficha *H. markhami*, 14vo. Proceso de clasificación de especies MMA). Por último, se define la etapa de “alimentación mar adentro”, definida como la etapa en la cual los volantones abandonan sus nidos para iniciar su internación mar adentro y alimentarse para poder llegar a su estado adulto y repetir el mismo ciclo.

5.3.2 Ciclo reproductivo de la especie *Oceanites gracilis*

Respecto a los parámetros de medición y selección de hábitat, se registra el mismo tipo de hábitat para la colonia Pampa Hermosa, en el cual comparten el sitio, individuos de *H. markhami* y *O. gracilis*. Por otra parte, los resultados de las cámaras trampa utilizadas en los nidos de *O. gracilis* en esta misma colonia, dan cuenta de todos los movimientos que tuvo el adulto de golondrina de mar chica al momento de ingresar al nido (Ver Tabla 3 y Figura 45).

TABLA 3. REGISTRO DE ADULTO DE *O. GRACILIS* INGRESANDO A NIDO EN EL SECTOR DE PAMPA HERMOSA.

Sector	Fecha Registro Cam <i>O. gracilis</i>	<i>O. gracilis</i>		
		Adultos	Huevos	Pollos
Pampa Hermosa	18-12-2019			x
	09-01-2020	x	x	
	06-02-2020	x	x	
	12-07-2020	x		
	20-09-2020	x		
	30-10-2020	x		
	16-12-2020	x	x	
	04-11-2021	x	x	
	17-11-2021	x	x	
	25-11-2021	x	x	
	03-03-2022			x
	27-10-2022	x	x	
	17-11-2022	x	x	
	15-12-2022		x	x



FIGURA 45. CALENDARIO REPRODUCTIVO DE *O. GRACILIS* PARA LA COLONIA DEL SECTOR PAMPA HERMOSA.

5.4 Amenazas.

Adicional a las amenazas antrópicas descritas en los antecedentes, se detectaron mediante cámaras trampa y recorrido pedestre, depredadores naturales para la familia *Hydrobatidae*, como son: el zorro chilla (*Lycalopex griseus*); el zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) (Figura7, respectivamente); el jote de cabeza colorada (*Cathartes aura*), el cual depreda sobre los juveniles de golondrinas de mar que amanecen extraviados bajo las torres de iluminación de las diversas fuentes lumínicas de los proyectos cercanos a los sitios de nidificación; durante el año 2019 y 2023 se obtuvieron registros de cámaras trampa de la especie *Phyllotis limatus* (Figura8), la cual fue registrada ingresando a las galerías con nidos. Además, es importante mencionar que, durante el año 2023 y 2024, se han obtenido registros de reptiles (*Liolaemus stolzmanni* en 2023, y *Phyllodactylus gerrhopygus* en 2024) depredando nidos en el sector de Salar Grande (Figura9).



FIGURA 46. *LYCALOPEX GRISEUS*, EN SALAR GRANDE.



FIGURA 47. *LYCALOPEX CULPAEUS* EN SECTOR JARZA, PERIODO 2023.



FIGURA 48. *PHYLLOTIS SP.*, INGRESANDO A NIDO DE *H. HORNBYI* EN SALAR GRANDE.



FIGURA 49. *PHYLLODACTYLUS GERRHOPYGUS* A LAS AFUERAS DE NIDO DE *H. HORNBYI*, AÑO 2024.

6. DISCUSIÓN

6.1 Reportes de incidentes en la Región de Tarapacá

Durante el período comprendido entre 2010 y 2013, la cantidad de incidentes se mantuvo relativamente constante, sin superar la cifra de 100 individuos afectados anualmente. A partir del año 2014, se evidencia un notable incremento en el número de denuncias atendidas. No obstante, en el año 2016, este valor experimentó un aumento significativo con respecto al año anterior, que registraba 954 individuos rescatados. Ese año, la cifra se elevó a más del triple de dicho valor, alcanzando un total de 3.374 individuos afectados, esto se debe principalmente al reporte de casi tres mil individuos de *H. markhami* por parte de la empresa SPL en el Salar Grande. Entre tanto, en el año 2017 se produjo una disminución notable, logrando rescatar a 1.098 individuos, marcando así una reducción significativa respecto a los rescatados en el año 2016. Esto último, es posible relacionarlo con una mayor difusión y sensibilización de la problemática y amenazas de las golondrinas de mar a nivel regional. Por otra parte, el aumento de incidentes podría estar influenciado por lo informado en la prensa regional, sobre cambio de luminarias y el aumento de estas en todo el borde costero de ciudad de Iquique. En los años posteriores, se mantiene la tendencia de incidentes sumando un total de 2.795 individuos para el año 2018, 3.364 ejemplares registrados con incidentes durante el año 2019, 5.500 ejemplares rescatados de diferentes sectores de la región registrados durante el año 2020, llegando a los 8.310 individuos reportados sólo el año 2021, lo cual es preocupante debido a que la cifra crece exponencialmente y probablemente se debe a que solo se está visibilizando el real problema de la contaminación lumínica en la región. Para el año 2022, se registra un total de 5,245 individuos reportados, esta cifra constituye una actualización respecto al informe previo. La razón de esta actualización, radica en que los individuos rescatados por la ONG Golondrina de Mar no habían sido incluidos en el recuento anual de 2021, ya que la información correspondiente, se suministró después de la elaboración del informe de ese año.

Mientras que, en el año 2023, se registraron un total de 10.194 individuos rescatados en la región, valor que presenta el 24,54% del total histórico de golondrinas de mar rescatadas hasta ese año. Para el año 2024, se registraron y rescataron 7.163 individuos, número que representa menos incidentes que el año anterior, pero que no deja de ser una cifra importante en relación a la afectación de estas especies, que se traduce en la cantidad de incidentes en esta región. El alto número de incidentes reportados por la empresa SPL (n= 2.036), Compañía Minera Cordillera (n=490) y Teck Quebrada Blanca (n=376), puede estar asociado a su cercanía con los sitios de nidificación, y a las luminarias dispuestas a lo largo de sus instalaciones, como en el caso de Salar Grande, y de los puertos industriales de Patillos-Patache, respectivamente (Malinarich 2010). Respecto a este punto, CMC ya ha implementado medidas que se ajustan al Decreto N°1/2022 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que establece la norma de emisión de luminosidad artificial. Sin embargo, todas las faenas deberán ajustarse a esta norma, momento en que se espera se presente una variación en la cantidad de incidentes registrados, disminuyendo su cantidad.

Con base en los resultados derivados de los monitoreos realizados en los periodos 2022 y 2023; considerando también las colonias reproductivas de Caleta Buena y Salar Grande para la especie golondrina de mar negra; y en concordancia con la información proporcionada en la literatura, Norte

Andino EIRL propone una actualización del calendario reproductivo de la especie *H. markhami*, que aplicaría para las colonias al sur de región de Tarapacá (Figura 50), en contraposición al que se puede observar al norte de la región, es decir, al norte de la quebrada de Tiliviche (Figura 51). Según esta propuesta, se amplía el inicio de la temporada reproductiva, abarcando desde agosto con la llegada de adultos a las cavidades (periodo pre-reproductivo), hasta junio, cuando los últimos volantones emprenden su vuelo hacia el mar (periodo post-reproductivo). Asimismo, se extiende el periodo de postura de huevos y cuidado de crías, anticipándose desde octubre hasta fines del mes de abril. Lo anterior, en concordancia con los informes previos del SAG Tarapacá; y lo descrito por Medrano R. *et. al.* (2019), “Nuevos antecedentes sobre la historia natural y conservación de la Golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*) y la Golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*) en Chile” (Revista Chilena de Ornitología 25 Unión de Ornitología de Chile), que considera que la migración de adultos y volantones hacia el océano inicia a fines del mes de febrero, y se prolongaría hasta junio; además de lo señalado en el informe de la Adenda del Proyecto “Espejo de Tarapacá”, donde se encontraron nidos activos en los meses de diciembre de 2014 y enero de 2015 (FAUNATIVA, 2015).

Por tanto, los incidentes de *H. markhami* en la región de Tarapacá, registrados en los meses de noviembre a febrero, corresponden principalmente a adultos en vuelo hacia los sitios de nidificación, lo cual puede describirse como un tipo de impacto distinto dentro de las colonias reproductivas. Tal cual fue detallado en el informe SAG del año 2019 y el nuevo calendario reproductivo para las colonias de *H. markhami* al sur de la Quebrada de Tiliviche, propuesto por Norte Andino EIRL.

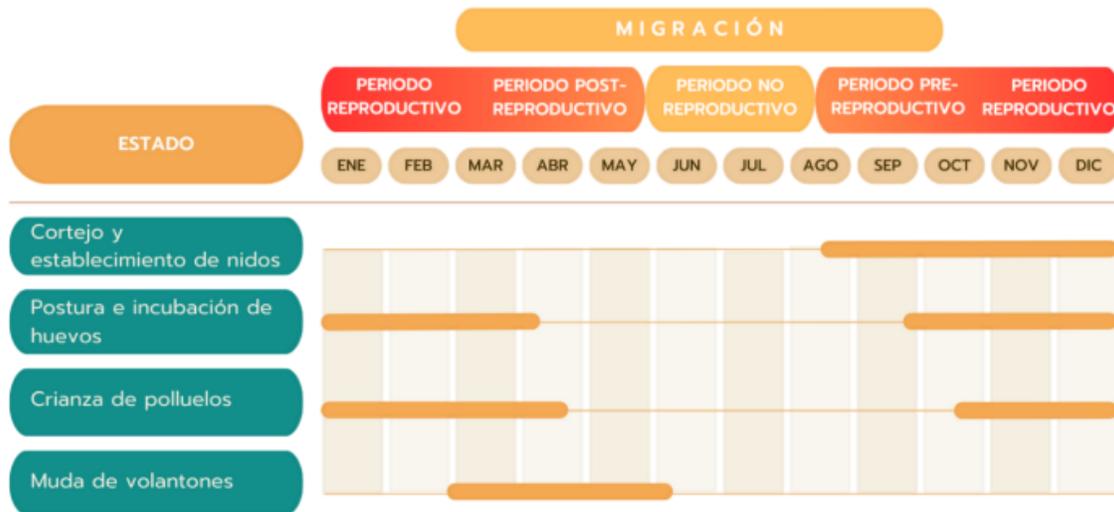


Figura 50. Calendario reproductivo de golondrina de mar negra (*H. markhami*) en la zona sur de su distribución, correspondiente a los sitios de nidificación de Caleta buena y Salar grande.

Fuente: Norte Andino EIRL, 2023.

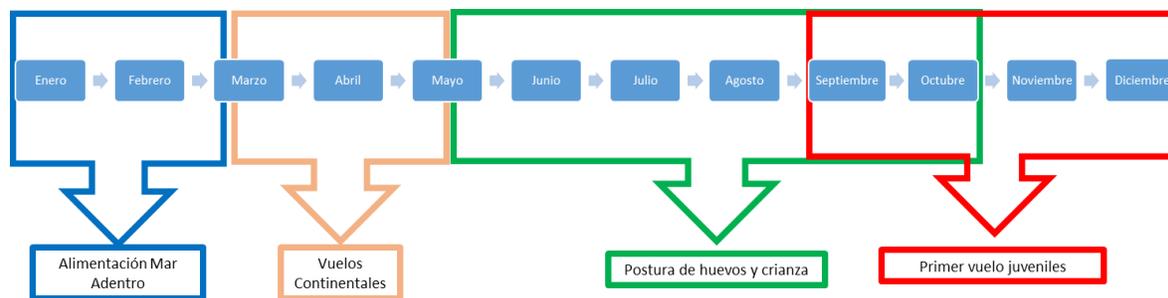


Figura 51. Calendario reproductivo de *H. markhami* para las poblaciones ubicadas al norte de la quebrada de Tiliviche.

De la misma manera, lo señala el trabajo de Rodríguez y colaboradores (2017), indicando que volantones y adultos de petreles nidificadores de cavidades, son atraídos por las luces artificiales durante la noche, desorientándose y colisionando, esto debido a su sensibilidad instintiva dada la características bioluminiscentes de sus presas (Imber 1975). Este fenómeno, llamado *fall-out* (Reed *et al.*, 1985), es causante de mortalidades masivas en este tipo de aves y podría estar poniendo en amenaza a las poblaciones locales. Por otra parte, la ROC, publicó durante el año 2018 un documento con los resultados de los estudios de impacto lumínico en el Salar Grande, situando este impacto como el mayor a nivel mundial, producto de la cercanía de los proyectos de inversión a los sitios de nidificación (ROC, 2018).

De acuerdo a los registros de las fechas de incidentes de juveniles de *H. markhami*, informadas por las faenas mineras en el Salar Grande, estas fechas coinciden con los registros de incidentes en el borde costero de la ciudad de Iquique, lo cual indicaría que los ejemplares registrados podrían ser atraídos desde los sitios de nidificación de Salar Grande, el cual se encuentra a más de 50 kilómetros de la ciudad de Iquique. Prueba de lo anterior, es que en el año 2018 se realizaron recapturas de volantones de *H. markhami* anillados en el borde costero de la ciudad de Iquique, los cuales habían sido anteriormente liberados a 50 km al sur de esta, en un sitio costero cercano al Salar Grande, pudiendo inferir que individuos de *H. markhami* situados a un radio de 50km, están siendo atraídos por la instalación de luminarias presentes en todo el borde costero del radio urbano de Iquique.

6.2 Sitios de nidificación

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, se identificaron un total de diez sitios de nidificación, cuatro de ellos son utilizados exclusivamente por *H. markhami* (Chiza, Jarza, Caleta Buena, y Carmen Norte); otros dos, son compartidos con *H. horbyi* (Salar Grande, y Loa); el siguiente, es compartido con *O. gracilis* (Pampa Hermosa); y sólo uno de ellos, es compartido por las tres especies nombradas hasta el momento (Quiuña). Desde este año, se pueden observar 2 sitios exclusivamente utilizados por *H. tethys* (Pabellón de Pica, y Chipana).

En cuanto a cantidad de incidentes, se debe tener presente que el sector de Salar Grande acumula la mayor intervención por parte de proyectos de inversión en la zona, principalmente de minería no metálica, lo cual hace que este sector tenga una fuerte presión de amenaza de los sitios por destrucción de hábitat, y atracción por lumínica debido a la cercanía de estos proyectos con los sitios de nidificación

y tránsito de golondrinas de mar. Estos factores se relacionan directamente, y se podría confirmar mediante el número de individuos rescatados que fueron informados por los proyectos de inversión presentes en la región, destacando SPL y CMC como los que más casos reportaron. Ambas faenas, se encuentran emplazadas en pleno Salar Grande.

Por otra parte, la metodología de búsqueda con perros, permitió aumentar la tasa de detecciones de manera considerable. Esto es coherente con estudios previos, donde la utilización del método canes detectores aumenta en gran medida el área investigada y la tasa de detección de los objetivos (Cablak *et al.*, 2006; Beebe *et al.*, 2016). Una pequeña muestra de este aumento en la tasa de detección, fue el hallazgo de nuevos nidos de *H. markhami* en el sitio de nidificación Loa. Las características ambientales del área muestreada también son relevantes al momento de la detección. Reed *et al.*, (2011), concluyen que el factor ambiental que más disminuye la detección son las precipitaciones, ya que degradan o eliminan los restos orgánicos del suelo.

Por último, en relación a las amenazas naturales descritas, se hace mención que éstas sólo han quedado identificadas. Sin embargo, se requiere de un mayor análisis para saber su real impacto en las colonias reproductoras.

7. CONCLUSIONES

El aumento de la contaminación lumínica en áreas urbanas y zonas próximas a sitios de nidificación, puede estar incidiendo en la gran cantidad de incidentes (Rodríguez, A. *et al.*, 2017), tanto en ciudades como en áreas industriales de todo el borde costero de la región. Por otra parte, el número de rescates ha mostrado una tendencia al aumento, es decir, es cada vez una problemática más “visible”, en parte, gracias a la incorporación de organizaciones comunitarias en la coordinación de los rescates producto de la atención de denuncia, al trabajo de difusión que realiza el SAG, y a la internalización por parte de las empresas, de incidentes con fauna silvestre en los últimos años.

De acuerdo con los resultados de este estudio, las luminarias del borde costero de la ciudad de Iquique podrían estar generando una atracción en adultos y juveniles de las distintas especies de golondrinas de mar. Esto, principalmente por las recapturas realizadas en Iquique de juveniles liberados al sur de la ciudad el día anterior, atraídas probablemente por la cantidad, tipo y disposición de las luminarias, lo cual favorece la desorientación y atracción, principalmente de juveniles de golondrinas de mar de las cuatro especies citadas en este informe, especialmente de *H. markhami* durante el periodo comprendido de marzo a mayo de cada año.

En la misma línea del párrafo anterior, la nueva norma citada en la discusión de este documento (Decreto N°1/2022, del MMA), tiene como objetivo controlar las emisiones provenientes del alumbrado y letreros de exteriores, de manera de prevenir la contaminación por luminosidad artificial, protegiendo la calidad astronómica de los cielos nocturnos, la salud de las personas, y la biodiversidad en Chile. La ley regulará las emisiones de luz en todo Chile, ampliando la norma que ya está en vigor en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo. De esta manera, el alumbrado público en Chile se ajustará para favorecer la composición de luz en tonos ámbar y limitar la luz azul, lo que contribuirá a disminuir el impacto por contaminación lumínica a especies de Golondrina de mar.

Asimismo, la operación y cercanía de los proyectos de explotación y uso de los salares en la región, tiene afectación en las colonias reproductivas, considerando el impacto directo por las instalaciones de faena en el área, así como los indirectos tales como luminaria, vibraciones, emisiones atmosféricas, ruido (ej. tronaduras), tránsito, perros domésticos, entre otros. Este último punto fue descrito en el documento “Diagnóstico y lineamientos para mitigar los efectos de la contaminación lumínica sobre golondrinas de mar en el norte de Chile” realizado por la ROC, publicado en octubre 2018.

La distribución temporal de los reportes de incidentes, muestra una variabilidad en el comportamiento reproductivo de las poblaciones de *H. markhami*, estableciéndose dos calendarios reproductivos para esta especie dentro de la misma región de Tarapacá. Esto último, se establece mediante el registro de nidificación en los diferentes salares prospectados en la región, los cuales distan fenológicamente de los descritos anteriormente por el trabajo realizado por Torres-Mura, J.C. & Lemus, M.L., (2013). De esta manera, se establece un período distinto para la búsqueda de sitios de nidificación en los salares de la región.

De acuerdo a este estudio, se obtienen diez diferentes sitios de nidificación de golondrinas de mar en la región, sin embargo, ninguno de ellos cuenta actualmente con alguna categoría de protección oficial. Se debe tener en cuenta que, la especie *H. markhami* fue clasificada en Peligro de Extinción durante el año 2018, mediante la Decreto Supremo 79/2018 del MMA. Por otro lado, *O. gracilis*, se encuentra en categoría de conservación clasificada como Datos Insuficientes en el RCE del MMA. Asimismo *H. tethys* y *H. hornbyi* actualmente se encuentran clasificadas como Vulnerable.

Además de las colonias de *H. markhami* en la región, se describen varios nidos activos de *H. hornbyi*, *O. gracilis*, y a contar de este año, también de *H. tethys*. Sin embargo, se deben continuar los esfuerzos para poder determinar la existencia de otros nidos y sitios de nidificación en la región. Igualmente, se confirma que algunos de los sitios encontrados en la región, efectivamente son sitios compartidos entre especies, como mencionado en la discusión sobre sitios de nidificación.

El sector de Pampa Hermosa, el cual mantiene en su interior nidos de *H. markhami* y *O. gracilis*, da cuenta del primer sitio de nidificación para esta última especie en Chile continental. Sin embargo, se está trabajando en poder describir de mejor manera este sector, ya que, se habla de 2 especies con distinta temporalidad reproductiva, y, por otro lado, como expuesto en el apartado de los resultados, durante el presente año se encontraron 2 nidos nuevos de *H. markhami* fuera del polígono descrito en este sector.

Se hace necesaria la implementación de un plan de monitoreo periódico sobre las colonias reproductoras, el cual permitirá estudiar la dinámica poblacional de las 4 especies de golondrinas de mar presentes en la región, estimar adecuadamente su densidad poblacional, y sus hábitos reproductivos de éstas.

Cabe destacar que, si bien, este año se prescindió de la búsqueda con perros en varios de los sectores en estudio, en aquellos salares de la región donde se utilizó esta metodología, aumentó la tasa de detección de nidos de manera considerable, optimizando el tiempo de búsqueda y de recurso humano.

Por último, mencionar que este estudio es, actualmente, la única herramienta que describe a nivel regional el estado de las poblaciones de Hydrobátidos, siendo uno de los insumos mayormente

requeridos para evaluar el estado de las poblaciones presentes en la región de Tarapacá, como insumo para el plan RECOGE de las Golondrinas del Norte Grande, del MMA, así como también, este instrumento es válido para la identificación de eventuales impactos de proyectos de inversión y/o actividades que se realicen en la región de Tarapacá, y que tengan alguna afectación a las colonias reproductivas de golondrinas de mar.

8. LITERATURA CITADA

- Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles (ACAP), 2023. Directrices para trabajar con albatros y petreles durante la panzootia de influenza aviar altamente patógena (IAAP) H5N1. <https://acap.aq/es/resources/guias-de-conservacion-acap/4085-directrices-para-trabajar-con-albatros-y-petreles-durante-influenza-aviar-h5n1/file>
- Ainley, D., 2005. The dark storm-petrels of the eastern north Pacific: speciation, current status, and future prospects. *Birding*, January/February, pp.58–65.
- Alexander DJ (2000). A review of avian influenza in different bird species. *Veterinary Microbiology* 74:3-13.
- Beebe, S.C., Howell, T.J. & Bennett, P.C., 2016. Using Scent Detection Dogs in Conservation Settings: A Review of Scientific Literature Regarding Their Selection. *Frontiers in Veterinary Science*, 3(October), pp.1–13.
- BirdLife International, 2016a. *Hydrobates hornbyi*. The IUCN Red List of Threatened Species.
- BirdLife International, 2017. *Hydrobates markhami*. The IUCN Red List of Threatened Species.
- BirdLife International, 2016b. *Oceanites gracilis*. The IUCN Red List of Threatened Species.
- BirdLife International, 2016c. *Oceanites oceanicus*. The IUCN Red List of Threatened Species. , 8235.
- Börger, L., 2016. Stuck in motion? Reconnecting questions and tools in movement ecology. *Journal of Animal Ecology*, 5-10.
- Boyce W, Sandrock C, Kreuder-Johnson C, Kelly T, Cardona C. 2009. Avian influenza viruses in wild birds: a moving target. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 32(4): 275-286.
- Brooke, M. de L., 2004. *Albatrosses and Petrels Across the World*, Oxford: Oxford University Press.
- Brüggen, J., 1939. Geología de las Guaneras de Chile. Imprenta Universitaria, Universidad de Chile. Santiago de Chile. texto en físico [67 págs.]
- Cablk, M.E. *et al.*, 2006. Accuracy and Reliability of Dogs in Surveying for Desert Tortoise (*Gopherus agassizii*). *Source: Ecological Applications* 16(165), pp.1926–1935.
- Cáceres F. Adriana. (2014). Ecomorfología alar de cuatro géneros de Procellariiformes del Océano Atlántico, Océano Pacífico y asimetría alar de la familia Hydrobatidae del Océano Pacífico mexicano. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior Ensenada, Baja California. México.
- Capua I & D Alexander (2004) Avian influenza: recent developments. *Avian Pathology* 33(4): 393 – 404.
- Choi C., Nam H., Park J., Lee K. (2011). Swinhoe's Storm Petrels (*Oceanodroma monohris*) Show No Apparent Sexual Dimorphism in Size and Color. *Ornithological Science*, 10(2):145-149.

- Drucker, J. & Jaramillo, A., 2013. Ringed Storm-Petrel (*Hydrobates hornbyi*), version 1.0. In *Neotropical Birds Online* (T. S. Schulenberg, editor) Cornell Lab of Ornithology. Available at: <https://doi.org/10.2173/nb.rispet1.01>.
- Dodd, S. L. 1995. Seasonal variation in diurnal and nocturnal distributions of nonbreeding shorebirds at North Humboldt Bay, California. Thesis, Humboldt State University, Arcata, California, USA.
- FAUNATIVA, 2015. Análisis de la reproducción de golondrinas de mar. *Adenda: EIA Proyecto Espejo de Tarapacá*.
- García-godos, I. *et al.*, 2002. The diet of Markham ' s storm petrel *Hydrobates markhami* on the central coast of Peru. *Marine Ornithology*, 30, pp.77–83.
- Gazit, I. & Terkel, J., 2003. Domination of olfaction over vision in explosives detection by dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 82(1), pp.65–73.
- Hertel, F. & Torres-Mura, J.C., 2003. Discovery of a breeding colony of Elliot's storm-petrels (*Oceanites gracilis*, Hydrobatidae) in Chile. *Ornitología Neotropical*, 14, pp.113–115.
- Hoyo, J. del ed *et al.*, eds., 1992. *Handbook of the birds of the world*, Barcelona: Barcelona Lynx Eds.
- Humboldt Ltda., 2009. Cap 5, informe de consultoría "Sitio Prioritarios Sector costero Bahía Chipana".
- Imber, M.J., 1975. Behaviour of petrels in relation to the Moon and artificial lights. *Notornis*, 22(Gould 1967), pp.302–306.
- Jahncke, J., 1994. *Biología y Conservación de la Golondrina de tempestad negra Hydrobates markhami (Salvin 1883) en la península de Paracas, Perú*, Lima, Perú.
- Kays, R., Crofoot, M. C., Jetz, W. & Wikelski, M. (2015). Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. *Science* (80-.). 348, 1222–1232.
- Kurrer, P.V., 2009. La Brigada Canina del SAG. *Boletín Veterinario Oficial*, pp.1–5.
- Luebert, F. & Pliscoff, P., 2006. *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile* P. Pliscoff, ed., Santiago, Chile: Santiago, Chile : Universitaria.
- Malinarich, V., 2010. *Contaminación Lumínica, impacto sobre las poblaciones de aves costeras de la región de Tarapacá*.
- Malinarich, V., 2013. *Estudio de Censos de Avifauna de la Región de Tarapacá*.
- Malinarich, V. *et al.*, 2022 Diagnóstico del estado de las poblaciones de Golondrinas de Mar en la Región de Tarapacá, Servicio Agrícola y Ganadero.
- McNeil, R., and M. Robert. 1992. Comportamiento alimenticio diurno y nocturno de aves limícolas en ambientes tropicales. Pages 61–67 in H. Alvarez Lopez, G. Kattan, and C. Mercia, editors. *Memorias III*

Congreso de Ornitología Neotropical. Sociedad Vallecaucana de Ornitología, Sección Colombiana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, 30 November–4 December 1988, Universidad del Valle, Cali, Colombia. [In Spanish].

McNeil, R., P. Drapeau, and R. Pierotti. 1993. Nocturnality in colonial waterbirds: occurrence, special adaptations, and suspected benefits. *Current Ornithology* 10:187–246.

Medrano *et al.*, 2019, Nuevos antecedentes sobre la historia natural y conservación de la Golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*) y la Golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*) en Chile

Meyburg, B.U. and Meyburg, C. (2007). 15. years' satellite tracking of raptors. *Ardeola*, 75: 265-286.

Meyburg, B.U. and Meyburg, C., (2009). Travels with a Backpack: Satellite tracking of birds. *Der Falke*, 56: 256-263.

Moser, M.L. & Lee, D.S., 1992. a 14-Year Survey of Plastic Ingestion By Western North-Atlantic Seabirds. *Colonial Waterbirds*, 15(1), pp.83–94.

Murillo, Y., RP, P. & L., D.-A., 2013. Rescate de Golondrinas de la Tempestad de Collar (*Hydrobates hornbyi*) en la ciudad de Lima, Perú. *Boletín de Ornitología Peruana-UNOP*, 8, pp.55–64.

Nussear, K.E. *et al.*, 2008. Are wildlife detector dogs or people better at finding desert tortoises (*Gopherus agassizii*)? *Herpetological Conservation and Biology*, 3, pp.103–115.

López-López, P., 2016. Individual-based tracking systems in ornithology: welcome to the era of big data. *Ardeola*, 63:103-136.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2022. FAO activa protocolos de coordinación y respuesta ante brotes de Influenza Aviar en la región <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1624781/>

Perdue M & D Swayne (2005). Public health risk from avian influenza viruses. *Avian Diseases* 49: 317 – 327.

Pyle, P., 1993. A markham's storm-petrel in the northeastern pacific. *Western Birds*, 24, pp.108–110.

Quillfeldt, P., 2001. Variation in breeding success in Wilson's storm petrels: influence of environmental factors. *Antarctic Science*, 13(4), pp.400–409.

Quillfeldt, P., McGill, R.A.R. & Furness, R.W., 2005. Diet and foraging areas of Southern Ocean seabirds and their prey inferred from stable isotopes: Review and case study of Wilson's storm-petrel. *Marine Ecology Progress Series*, 295, pp.295–304.

Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre, 2018. Diagnóstico y lineamientos para mitigar los efectos de la contaminación lumínica sobre golondrinas de mar en el norte de Chile

Reed, J.R., Sincock, J.L. & Hailman, J.P., 1985. Light Attraction in Endangered Procellariiform Birds:

Reduction by Shielding Upward Radiation. *Auk*, 102(April), pp.377–383.

Reed, S.E. *et al.*, 2011. Detection distance and environmental factors in conservation detection dog surveys. *Journal of Wildlife Management*, 75(1), pp.243–251.

Robert, M. & Laporte, P., 1994. Field techniques for studying breeding Yellow Rails. *J Field Ornithol*, 68(1), pp.56–63.

Robert, M., and R. McNeil. 1989. Comparative day and night feeding strategies of shorebird species in a tropical environment. *Ibis* 131:69–79.

Rodríguez, A. *et al.*, 2017. Seabird mortality induced by land-based artificial lights. *Conservation Biology*, 31(5), pp.986–1001.

Rompre' G and R. McNeil. 1994. Seasonal changes in day and night foraging of willets in northeastern Venezuela. *Condor* 96:734–738.

Schmitt, F., Barros, R. & Norambuena, H., 2009. Markham ' s Storm Petrel breeding colonies discovered in Chile. *Neotropical Birding*, 2009(October), pp.5–10.

Spear, L.B. & Ainley, D.G., 2007. Storm-Petrels of the Eastern Pacific Ocean: species assembly and diversity along marine habitat gradients. *Ornithological Monographs*, 62(62), pp.1–77.

Soldatini et al 2015 Effects of human disturbance on cave-nesting seabirds: the case of the storm petrel .

Tobias, J. a, Butchart, S.H.M. & Collar, N.J., 2006. Lost and found: a gap analysis for the Neotropical avifauna. *Neotropical Birding*, 1, pp.4–22.

Torres-Mura, J.C. & Lemus, M.L., 2013. Breeding of Markham's Storm-Petrel (*Hydrobates markhami*, Aves: Hydrobatidae) in the desert of northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 86(4), pp.497–499.

Wakelin, J., Wilson, A.L. & Downs, C.T., 2013. Ground cavity nest temperatures and their relevance to Blue Swallow *Hirundo atrocaerulea* conservation. *Ostrich*, 84(3), pp.221–226.

Winkler, D. W., Billerman, S. M., & Lovette, I. J. (2020b). Southern Storm-Petrels (Oceanitidae). In S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, & T. S. Schulenberg (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology.

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2008. Avian Influenza. En: *Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals*. 6th ed. París: OIE. p 465-481.

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). *Manual Terrestre capítulo 2.3.4 Influenza aviar 2015*. [Internet] OIE 2015, calle de Prony, 75017 Paris, Francia actualizada [updated 2015; cited 2015 Jul 24]. Disponible: http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.03.04_AI.pdf

Perdue M & D Swayne (2005). Public health risk from avian influenza viruses. *Avian Diseases* 49: 317 – 327.

Pinilla J. 2000. Manual para el anillamiento científico de aves. SEO/BirdLife y Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España, pp. 1-160.

Potts, W K, T. SORDAHL (1979). The gong method for capturing shorebirds and other ground-roosting species. *North American Bird Bander* 4: 106-107.

Ramírez, F., Gutiérrez, R., & Thiebot, J. B. (2009). Seabird bycatch in Chilean pelagic longline fisheries: do regulations effectively save birds? *Biological Conservation*, 142(4), 824-831.

Robert, M., and R. McNeil. 1989. Comparative day and night feeding strategies of shorebird species in a tropical environment. *Ibis* 131:69–79.

Rompre´ G and R. McNeil. 1994. Seasonal changes in day and night foraging of willets in northeastern Venezuela. *Condor* 96:734–738.

Salyer, J. W (1962). A bow-net trap for ducks. *Journal of Wildlife Management* 26: 219–221.

Senne DA, Pearson JE, Kawaojka Y, Carbrey EA, Webster RG. 1986. Alternative methods for evaluation of pathogenicity of chicken Pennsylvania H5N2 viruses. In: Easterday BC (ed). *Proc Second International Symposium on Rev Inv Vet Perú* 2013; 24(1): 98-103 103 Presencia del virus de Influenza Aviar en aves silvestres Avian Influenza. US Animal Health Association: Richmond, VA. p 246-257.

Spackman E, Mccracken KG, Winker K y Swayne DE (2006) H7N3 avian influenza virus found in a South American wild duck is related to the Chilean 2002 poultry outbreak, contains genes from equine and North American wild bird lineages, and is adapted to domestic turkeys. *Journal of Virology* 80:7760-7764.

Sturm-Ramírez KM, Hulse-Post DJ, Govorkova EA, Humberd J, Seiler P, Puthavathana P, Buranathai C, Nguyen TD, Chaisingh A, Long HT, Naipospos TS, Chen H, Ellis TM, Guan Y, Peiris JS y Webster RG (2005) Are ducks contributing to the endemicity of highly pathogenic H5N1 influenza virus in Asia? *Journal of Virology* 79:11269-11279.

Thomas N, Hunter B and Atkinson C, *infectious Diseases of wild Birds*, Backwell Publishing Ltd, Oxford; 2007.

Tomkiewicz, S. M., Fuller, M. R., Kie, J. G., & Bates, K. K. (2010). Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1550), 2163-2176.

Webster RG, Bean WJ, Gorman OT, Chambers TM y Kawaoka Y (1992) Evolution and ecology of Influenza A virus. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 56:152-179.

Widjaja L, Krauss SL, Webby RJ, Xie T y Webster RG (2004) Matrix gene of influenza A viruses isolated from wild aquatic birds: ecology and emergence of influenza A viruses. *Journal of Virology* 78:8771-8779.

Williams RAJ & Peterson AT. Ecology and geography of avian influenza (HPAI H5N1) transmission in the Middle East and northeastern Africa. *Int J Health Geogr.* 2009;8:47.

9. ANEXOS



Anexo 1. Instalación de cámara trampa en Salar Grande.



Anexo 2. Captura manual de individuo adulto de *H. markhami*.



Anexo 3. Toma de muestras en sector de Caleta Buena.



Anexo 4. Utilización de cámara de inspección para detectar nidos, sector Pampa Hermosa.



Anexo 5. Realización de búsqueda de nidos con canes detectores en salar Caleta Buena.



Anexo 6. Adulto con nido activo en salar Caleta Buena.



Anexo 8. Imagen Aérea Dron SAG sector de Pampa Hermosa.



Anexo 9. Imagen del sector Quiuñá.



Anexo 10. Una de las cavidades detectadas en Jarza.



Anexo 11. Cavity with chick of Seaside Sparrow *O. gracilis* in its interior, located in Pampa Hermosa.



Anexo 12. Visualización de la actividad nocturna registrada a través de cámaras trampa de *H. markhami* en Caleta Buena.