Protocolo nacional de uso de aeronaves pilotadas a distancia (RPA) para el monitoreo de flamencos altoandinos en áreas protegidas

Pautas para el monitoreo, la investigación y la fiscalización, y prohibición del uso recreativo de drones cerca de humedales con flamencos



Colonia reproductiva de flamencos fotografiada con RPA a gran altura. Fotografía: CONAF, Región de Atacama.

Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Departamento de Gestión de Áreas Protegidas

Versión 1.0 — borrador para revisión — 2026
Basado en el «Protocolo de uso de RPA/drone para monitoreo reproductivo de flamencos», CONAF Región de Atacama

1. Introducción

En Chile habitan tres de las seis especies de flamencos del mundo: el flamenco andino o parina grande (*Phoenicoparrus andinus*), el flamenco de James o parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) y el flamenco chileno o austral (*Phoenicopterus chilensis*). Según el Reglamento de Clasificación de Especies, el flamenco andino está clasificado como Vulnerable (DS 38/2015 MMA), el flamenco de James como Vulnerable y el flamenco chileno como Casi Amenazado (DS 23/2019 MMA). Las tres especies son objetos de conservación de las áreas protegidas del altiplano, y su reproducción, concentrada en pocas colonias y con éxito muy variable entre años, es la etapa más sensible de su ciclo de vida.

Las aeronaves pilotadas a distancia (RPA o drones) se han vuelto una herramienta valiosa para contar nidos, huevos y polluelos sin ingresar a las colonias. CONAF Región de Atacama las incorporó desde la temporada 2022–2023 para el seguimiento de la colonia reproductiva de la Gran Laguna del Salar de Maricunga, y su experiencia es la base de este documento. Al mismo tiempo, el uso de drones por visitantes cerca de los humedales se ha convertido en una presión nueva sobre las colonias: un dron que desciende o se acerca rápido puede alarmar a los adultos y provocar que abandonen los nidos.

Este protocolo transforma la experiencia regional en una pauta nacional para todas las áreas protegidas del Estado con humedales que albergan flamencos altoandinos, y la actualiza con la normativa vigente y la literatura científica revisada por pares disponible a 2026.

1.1 Objetivo

Establecer las condiciones en que se pueden operar RPA cerca de flamencos altoandinos en áreas protegidas del Estado, de modo que el monitoreo, la investigación y la fiscalización no perturben a las aves, y precisar que el vuelo recreativo o turístico de drones está prohibido.

1.2 Alcance

- Se aplica en las áreas protegidas del Estado y, como guía de buenas prácticas, en los humedales altoandinos con presencia de flamencos fuera de ellas.
- Considera todas las etapas: descanso y alimentación, cortejo, construcción de nidos, incubación, polluelos, crèche de flamencos (agrupación de polluelos que, tras dejar los nidos, permanece reunida al cuidado de algunos adultos hasta que aprende a volar) y volantones.
- Se aplica a toda persona que opere un RPA: personal de la administración del área, investigadores, consultores, productoras audiovisuales y visitantes.

2. Marco normativo

2.1 Ley 21.600 (Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas)

- **Prohibición de volar drones.** El artículo 108, letra t), prohíbe «volar drones» en áreas protegidas a toda persona ajena a la administración del área. El mismo artículo prohíbe

BORRADOR

intimidar a la fauna nativa (letra b), ejecutar acciones que interfieran o impidan el ciclo de reproducción de las especies nativas (letra c) y provocar contaminación acústica (letra h).

- **Excepción mediante permiso.** Las prohibiciones del artículo 108 no se aplican a quienes cuenten con el permiso del artículo 94. Ese permiso es obligatorio para toda actividad transitoria en un área protegida del Estado, se otorga solo si la actividad es compatible con la categoría, el objeto de protección y el plan de manejo, dura hasta un año y puede sujetarse a condiciones. Las condiciones de este protocolo son las que deben fijarse en esos permisos.
- **Monitoreo y fiscalización.** Entre las funciones del Servicio están la gestión de las áreas protegidas y la fiscalización de las actividades que se realicen en ellas (artículos 5 letra b y 109). La administración del área no está afectada por la prohibición del artículo 108 t), por lo que puede emplear RPA para el monitoreo de objetos de conservación y para la fiscalización, cumpliendo este protocolo y la normativa aeronáutica.
- **Infracciones.** Contravenir las prohibiciones del artículo 108 y realizar actividades sin el permiso del artículo 94, o sin cumplir sus condiciones, son infracciones (artículo 115).
- **Transición.** Mientras no se complete el traspaso de las áreas silvestres protegidas desde CONAF al Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), las referencias a «la administración del área» y a «el Servicio» se entienden hechas a la institución que administre el área en ese momento.

2.2 Normativa aeronáutica (DGAC)

- **Zonas no pobladas.** Rige la DAN 91 «Reglas del Aire», artículo 91.102: toda operación de RPA requiere autorización previa de la Dirección General de Aeronáutica Civil, caso a caso, mediante el formulario de su Anexo D.
- **Áreas pobladas.** Si el vuelo es sobre o cerca de poblados o infraestructura, rige la DAN 151 (Edición 3, 2024): registro del RPA, credencial de piloto a distancia, autorización DGAC, operación con contacto visual permanente (VLOS), altura máxima de 400 pies (120 m) sobre la superficie y tiempo de vuelo de hasta el 80 % de la autonomía del equipo.
- **Criterio institucional.** Aunque la DAN 91 no fija un techo general de altura, este protocolo adopta **120 m sobre la superficie como altura máxima** para todas las operaciones, en concordancia con la DAN 151 y con la práctica internacional. Las operaciones más allá de la línea de vista (BVLOS) o sobre 120 m no se autorizan en el marco de este protocolo.

3. Usos permitidos y prohibidos

Uso	¿Permitido?	Condiciones
Recreativo o turístico (visitantes, guías, operadores turísticos)	**Prohibido**	Artículo 108 t) de la Ley 21.600. No se otorgan permisos para este fin.

BORRADOR

Monitoreo de la administración del área	Permitido	Personal con credencial DGAC y capacitación en este protocolo. Planificación y registro de cada vuelo (Anexo I).
Fiscalización por la administración del área	Permitido	Para verificar infracciones o condiciones de permisos, sin sobrevolar colonias reproductivas bajo las alturas de la sección 5.
Investigación científica	Con permiso (art. 94)	Proyecto con objetivos que no puedan cumplirse por medios menos invasivos; cumplimiento íntegro de este protocolo; entrega de datos e imágenes a la administración.
Producciones profesionales (audiovisuales, documentales, difusión institucional)	Con permiso (art. 94)	Solo fuera del período reproductivo y nunca sobre colonias ni crèches; alturas y distancias de la sección 5; acompañamiento de personal del área.

4. Evidencia científica

4.1 Estudios en flamencos

- **Vas et al. (2015)** hicieron 204 aproximaciones con un multirrotor pequeño a flamencos comunes (*Phoenicopterus roseus*) y otras aves fuera de la época reproductiva. Los flamencos no reaccionaron en el 78 % de los casos y, cuando lo hicieron, fue a 5–30 m del dron. Las aproximaciones oblicuas (20°, 30° y 60°) no causaron reacción, mientras que la aproximación vertical (90°) la causó en casi todos los casos. Las bandadas grandes reaccionaron desde más lejos. Recomiendan despegar a más de 100 m de las aves y no descender verticalmente sobre ellas.
- **Luque-Fernández et al. (2021)**, en la Laguna Salinas (Perú, 4.300 m s. n. m.), monitorearon la reproducción del flamenco chileno con un multirrotor. Despegaban a 100 m de altura y descendían por etapas de 10 m. Durante la incubación no hubo perturbación a 30–40 m, pero con juveniles presentes debieron volar a 50–60 m, porque más abajo los juveniles se agrupaban y los adultos aleteaban.
- **Valle (2022)** y **Colyn et al. (2024)** muestran que los conteos de flamencos a partir de imágenes de dron son más rápidos y confiables que los conteos desde tierra, lo que justifica su uso para el monitoreo.

4.2 Síntesis y estudios en otras aves

- **Mulero-Pázmány et al. (2017)** revisaron los efectos de los RPA en fauna: los vuelos dirigidos hacia los animales y los equipos más grandes y ruidosos provocan más reacciones, y las aves son el grupo más sensible.

BORRADOR

- **Cantu de Leija et al. (2023)**, en un metaanálisis sobre aves en nidificación, no encontraron evidencia de perturbación en vuelos sobre 50 m, y sí bajo esa altura.
- **Brisson-Curadeau et al. (2025)**, en un metaanálisis de 149 estudios, concluyen que la distancia entre el dron y las aves, la velocidad del dron, el estado reproductivo y el tamaño de la especie influyen fuertemente en la probabilidad de que las aves huyan.
- **Edney et al. (2023)** recomiendan despegar, aterrizar y cambiar de altura o velocidad a 50 m o más del área de estudio, volar a 50 m o más sobre colonias en el suelo y detener el vuelo ante cualquier signo de perturbación.
- **Egan et al. (2020)** mostraron que las aves perciben más riesgo de los drones con forma de rapaz y de los de ala fija que de los multirrotores. **Mapes et al. (2020)** redujeron la perturbación de un ala fija con camuflaje celeste y vuelos en días despejados, lo que confirma que estos equipos son más perturbadores.
- **Jarrett et al. (2020)** encontraron que las bandadas grandes responden antes y desde más lejos. **Reintsma et al. (2018)** y **Brisson-Curadeau et al. (2017)** observaron que, a alturas prudentes, las aves que anidan se habitúan rápido al dron y que el conteo a pie puede perturbar más que el vuelo.
- **Duporge et al. (2021)** proponen fijar la altura de vuelo según el ruido del equipo y la audición de cada especie.

4.3 Vacíos y principio precautorio

No existen estudios publicados con drones sobre el flamenco andino ni el flamenco de James. Además, las colonias reproductivas de estas especies son pocas y el éxito reproductivo en Chile es escaso. Por ello, este protocolo fija como altura mínima 60 m, el límite superior de las alturas sin perturbación de la literatura (30–60 m), y recomienda volar sobre 100 m, en línea con la experiencia de CONAF Atacama, que monitorea las colonias a gran altura. Estas cifras deben revisarse a medida que se acumule experiencia documentada.

5. Procedimiento de vuelo

Resumen de parámetros

Parámetro	Valor
Tipo de aeronave	Solo multirrotor (ala giratoria), con hélices de bajo ruido. **No se autorizan drones de ala fija.**
Distancia mínima del punto de despegue a una colonia o crèche	600 m
Distancia mínima del punto de despegue a aves en descanso o alimentación	300 m
Altura de ascenso en el punto de despegue y de tránsito	Entre 60 m (mínimo) y 120 m (máximo)

BORRADOR

Altura mínima sobre las aves	60 m
Altura recomendada sobre las aves, en especial sobre colonias en incubación, polluelos y crèches	Sobre 100 m
Grupos en cortejo o construcción de nidos	No sobrevolar
Velocidad de aproximación	Máximo 3 m/s (≈10 km/h), constante
Trayectoria	Tangencial u oblicua; nunca vertical sobre las aves
Horario	08:00–12:00, antes de las ráfagas de la tarde
Viento	Hasta el 80 % de la resistencia al viento declarada del equipo
Batería	Retorno al 30 % de carga; vuelo de hasta el 80 % de la autonomía
Equipo humano	Piloto con credencial DGAC y al menos un observador con binoculares (8x42 o 10x42) o telescopio

5.1 Antes del vuelo

1. Contar con la autorización de la DGAC y, si el operador es ajeno a la administración, con el permiso del Servicio (artículo 94). Portar ambos documentos y la credencial de piloto, en papel o en formato digital.
2. Identificar la etapa reproductiva de las aves mediante observación desde tierra a distancia. Si hay cortejo o construcción de nidos, no volar sobre esos grupos.
3. Planificar el vuelo en gabinete con GPS e imágenes satelitales. Cuando no se conozca la posición exacta de la colonia, medir los 600 m desde la orilla de la laguna más cercana a ella. Preferir vuelos programados, con velocidad constante y posibilidad de retomar el control manual.
4. Revisar el pronóstico y medir el viento en terreno con anemómetro de bolsillo.
5. Sobre los 4.000 m s. n. m., el aire poco denso reduce la sustentación y el enfriamiento de los motores, y el frío reduce el rendimiento de la batería. Hacer un vuelo estacionario de calentamiento en el punto de despegue, lejos de las aves, y no apurar el uso de la batería.

5.2 Durante el vuelo

1. Ascender en vertical en el punto de despegue hasta una altura de entre 60 m como mínimo y 120 m como máximo, y recién entonces avanzar hacia el objetivo, a no más de 3 m/s.
2. Iniciar la aproximación de forma tangencial, no directamente hacia las aves.

BORRADOR

3. Mantener la altura alcanzada en el despegue durante toda la aproximación y el sobrevuelo, de preferencia sobre 100 m. No descender sobre la laguna ni sobre las aves: si se necesita volar más bajo, la altura se define antes, en el punto de despegue, y nunca bajo 60 m.
4. Mantener contacto verbal permanente entre piloto y observador. Idealmente, un segundo observador vigila la llegada de otras aves y de rapaces.
5. Sobrevolar la colonia el menor tiempo posible, con transectos fijos y sin maniobras bruscas ni vuelo estacionario prolongado sobre las aves.
6. No volar con más de un RPA a la vez.

5.3 Señales de perturbación y retiro inmediato

Ante cualquiera de estas señales, el piloto debe detener la aproximación, ascender lentamente hasta 120 m y retirarse por la misma ruta tangencial:

- cabezas y cuellos en alerta orientados hacia el dron, o cese de la alimentación de un grupo;
- agrupamiento o desplazamiento de las aves caminando o nadando alejándose del dron;
- aleteos, vuelos cortos o abandono momentáneo de los nidos;
- agrupamiento de polluelos o juveniles y aleteos de los adultos que los guían;
- presencia de aves rapaces cerca de la colonia.

Si ocurre una reacción, no se vuelve a volar sobre esa colonia el mismo día, y el hecho se registra en la ficha de vuelo.

5.4 Después del vuelo

1. Completar la ficha técnica de vuelo (Anexo I) y archivarla con las imágenes.
2. Entregar las imágenes y los conteos a la administración del área. Las ubicaciones de las colonias son información sensible: no se publican ni se comparten fuera de las instituciones responsables de su protección.

6. Fiscalización del uso de drones por visitantes

1. Al detectar un dron volando en un área protegida, el personal identifica al operador, le informa que el vuelo está prohibido (artículo 108 t de la Ley 21.600) y le solicita aterrizar de inmediato.
2. Registrar el hecho: fecha, hora, lugar, descripción de la aeronave y del operador, duración y cercanía a las aves, y si hubo reacción de los flamencos. Si es posible, tomar fotografías.
3. Informar a la administración del área para que inicie el procedimiento que corresponda según el Título V de la Ley 21.600.
4. En la entrada de las áreas protegidas y en los miradores de humedales con flamencos, señalizar la prohibición de volar drones.

BORRADOR

7. Capacitación y mejora continua

Todo el personal que opere RPA o fiscalice debe recibir una inducción en este protocolo antes de cada temporada estival. Este es un instrumento de construcción colectiva: las observaciones de guardaparques y equipos regionales, registradas en las fichas de vuelo, servirán para revisar las alturas y distancias, en especial para el flamenco andino y el flamenco de James, de los que no hay estudios publicados. Se recomienda revisar el protocolo cada dos años.

8. Referencias

Brisson-Curadeau, É., Bird, D. M., Burke, C., Fifield, D. A., Pace, P., Sherley, R. B. y Elliott, K. H. (2017). Seabird species vary in behavioural response to drone census. *Scientific Reports, 7*, 17884. https://doi.org/10.1038/s41598-017-18202-3

Brisson-Curadeau, É., Lacombe, R. M., Gousy-Leblanc, M., et al. y Elliott, K. H. (2025). A meta-analysis of the impact of drones on birds. *Frontiers in Ecology and the Environment, 23*(2), e2809. https://doi.org/10.1002/fee.2809

Cantu de Leija, A., et al. (2023). A meta-analysis of disturbance caused by drones on nesting birds. *Journal of Field Ornithology, 94*(2). https://doi.org/10.5751/JFO-00259-940203

Colyn, R. B., et al. (2024). The use of image classification to estimate flamingo abundance from aerial, drone and satellite imagery. *Ostrich, 95*(3), 188–199. https://doi.org/10.2989/00306525.2024.2325674

Dirección General de Aeronáutica Civil (2023). DAN 91 Reglas del Aire, Edición 4, Enmienda 5. Santiago, Chile.

Dirección General de Aeronáutica Civil (2024). DAN 151 Operaciones de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) sobre áreas pobladas, Edición 3. Santiago, Chile.

Duporge, I., et al. (2021). Determination of optimal flight altitude to minimise acoustic drone disturbance to wildlife using species audiograms. *Methods in Ecology and Evolution, 12*(11), 2196–2207. https://doi.org/10.1111/2041-210X.13691

Edney, A. J., et al. (2023). Best practices for using drones in seabird monitoring and research. *Marine Ornithology, 51*(2). https://doi.org/10.5038/2074-1235.51.2.1544

Egan, C. C., Blackwell, B. F., Fernández-Juricic, E. y Klug, P. E. (2020). Testing a key assumption of using drones as frightening devices: Do birds perceive drones as risky? *The Condor, 122*(3), duaa014. https://doi.org/10.1093/condor/duaa014

Hodgson, J. C. y Koh, L. P. (2016). Best practice for minimising unmanned aerial vehicle disturbance to wildlife in biological field research. *Current Biology, 26*(10), R404–R405. https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.04.001

Jarrett, D., Calladine, J., Cotton, A., Wilson, M. W. y Humphreys, E. M. (2020). Behavioural responses of non-breeding waterbirds to drone approach are associated with flock size and habitat. *Bird Study, 67*(2), 190–196. https://doi.org/10.1080/00063657.2020.1808587

Ley N° 21.600 (2023). Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Diario Oficial, 6 de septiembre de 2023.

BORRADOR

Luque-Fernández, C. R., Caballero, K., Pauca-Tanco, G. A., Villegas, L., Alcelay, I. y Machaca, J. (2021). Unmanned aerial vehicle, and GIS tools, to monitor the reproduction of the flamingo *Phoenicopterus chilensis* (Aves: Phoenicopteridae). *Revista de Biología Tropical, 69*(2), 733–742. https://doi.org/10.15517/rbt.v69i2.45794

Mapes, K. L., Pricope, N. G., Baxley, J. B., Schaale, L. E. y Danner, R. M. (2020). Thermal imaging of beach-nesting bird habitat with unmanned aerial vehicles: considerations for reducing disturbance and enhanced image accuracy. *Drones, 4*(2), 12. https://doi.org/10.3390/drones4020012

Mulero-Pázmány, M., et al. (2017). Unmanned aircraft systems as a new source of disturbance for wildlife: A systematic review. *PLOS ONE, 12*(6), e0178448. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178448

Reintsma, K. M., McGowan, P. C., Callahan, C., Collier, T., Gray, D., Sullivan, J. D. y Prosser, D. J. (2018). Preliminary evaluation of behavioral response of nesting waterbirds to small unmanned aircraft flight. *Waterbirds, 41*(3), 326–331. https://doi.org/10.1675/063.041.0314

Valle, R. G. (2022). Rapid drone semi-automated counts of wintering Greater Flamingos (*Phoenicopterus roseus*) as a tool for amateur researchers. *Ibis, 164*(1), 320–328. https://doi.org/10.1111/ibi.12993

Vas, E., Lescroël, A., Duriez, O., Boguszewski, G. y Grémillet, D. (2015). Approaching birds with drones: first experiments and ethical guidelines. *Biology Letters, 11*(2), 20140754. https://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0754

BORRADOR

Anexo I. Ficha técnica de vuelo de RPA en áreas protegidas

Antecedentes generales

Piloto (nombre y n.º de credencial DGAC):	**Fecha:**
Observador(es):	**Hora de inicio y término:**
Área protegida o lugar:	**Institución y n.º de permiso (art. 94), si corresponde:**

Antecedentes de la operación

Objetivo: ☐ Monitoreo ☐ Fiscalización ☐ Investigación ☐ Producción profesional	**Modelo de RPA:**
N.º de autorización DGAC:	**Viento medido (nudos):**
Altura máxima y mínima (m):	**Distancia del despegue a las aves (m)[1]:**
Etapa de las aves: ☐ Descanso o alimentación ☐ Cortejo ☐ Nidos ☐ Incubación ☐ Polluelos o crèche ☐ Volantones	**Especies presentes y número aproximado:**
Duración de vuelo por batería (min): 1. _____ 2. _____ 3. _____	
Respuesta de las aves: ☐ Sin reacción ☐ Alerta ☐ Desplazamiento ☐ Aleteo o vuelo ☐ Abandono de nidos — Altura a la que ocurrió (m): _____ **Acción tomada:**	
Descripción del monitoreo y resultados (conteos de nidos, huevos, polluelos):	
Ubicación de los archivos (carpeta institucional):	

[1] Distancia desde el punto de despegue hasta la colonia, crèche o grupo de aves objetivo.

BORRADOR