



UCSC

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS**

Avifauna y parámetros fisicoquímicos en humedales urbanos de Puerto Varas
bajo presión antrópica

Experiencia profesional en consultoría ambiental

Por

Mauricio Rafael Rojas Flores

MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO MARINO

Profesora supervisora: Garen Guzmán Rendon

Supervisor CicloFauna: Mauricio Herrera Alarcón

Concepción, Chile

2026

CONSTANCIA

Esta Memoria de Título corresponde a una Habilitación Profesional ejecutada bajo la modalidad vía profesionalizante durante un semestre académico. El estudiante destinó parte de su tiempo a la resolución del problema principal aquí expuesto y complementó su formación con labores adicionales en la institución, las cuales se consignan en el Capítulo II. El trabajo se desarrolló bajo la guía de Mauricio Herrera en la consultora ambiental Ciclofauna SpA, contando con el patrocinio de Garen Guzmán por parte de la UCSC.

En honor a toda mi familia, abuelos, padres, mi tío, que aunque lejos estén, su amor incondicional y apoyo nunca hizo falta, alentándome a finalizar mis estudios y salir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi madre, Claudia Flores, por su apoyo constante e incondicional a lo largo de todo este proceso. Su compañía permanente, su contención y sus enseñanzas me permitieron comprender que el mundo no se reduce a visiones absolutas, y que incluso frente a las dificultades y momentos adversos, siempre es posible levantarse y seguir adelante con fortaleza.

A mi padre, Cristian Rojas, agradezco sinceramente su apoyo, muchas veces expresado de una forma más directa y rigurosa, pero siempre fundamental. Su manera de enfrentar las situaciones y su ayuda para salir de pensamientos negativos fueron clave en momentos en los que realmente lo necesité.

A mi abuelita, Mirta Jeanette, por haber sido siempre un refugio y un lugar seguro. Su presencia constante, su aliento y su amor incondicional me dieron la tranquilidad y la fuerza necesarias para continuar, sabiendo que siempre encontraría en ella comprensión y apoyo.

Asimismo, agradezco a mis abuelos, Mauricio Flores y Erick Henríquez, por su visión objetiva y su forma reflexiva de ver la vida. Las conversaciones compartidas y las distintas perspectivas que me entregaron fueron un aporte valioso tanto a nivel personal como formativo.

Agradezco a mi tío Cristian, quien siempre se mantuvo atento a mi trabajo, ofreciéndome su ayuda, interesándose genuinamente por mi tema de investigación y participando activamente en el intercambio de ideas. Su disposición al diálogo y a compartir opiniones contribuyó a fortalecer mi pensamiento crítico y mi aprendizaje.

Finalmente, deseo expresar mi sincero agradecimiento al equipo de CicloFauna, en especial a Javiera, Marc, Mauricio y Chiharu, por la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo. La experiencia compartida fue fundamental para mi formación, permitiéndome adquirir aprendizajes técnicos y profesionales, así como una visión más integral del quehacer científico y del trabajo en terreno. Agradezco profundamente la disposición constante para enseñar, el acompañamiento durante el proceso y la confianza depositada en mí, aspectos que marcaron de manera significativa este proceso formativo.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: Avifauna y parámetros fisicoquímicos en humedales urbanos de Puerto Varas bajo presión antrópica.....	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
Introducción.....	1
Problemática	8
Problemática General.....	8
Problemáticas Específicas.....	8
Objetivos.....	9
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos	9
Métodos	10
Área de estudio	10
<i>Humedal urbano La Marina</i>	11
<i>Humedal urbano La Marina Sur</i>	12
<i>Humedal urbano Quebrada Gramado</i>	13
<i>Humedal Costanera</i>	14
Materiales.....	15
Diseño del muestreo.....	15
Evaluación de los parámetros fisicoquímicos.....	17
Caracterización de la avifauna	17
Evaluación de la presión antrópica	17
<i>Ruido antrópico</i>	18
<i>Presencia de basura</i>	18
<i>Animales domésticos</i>	19
<i>Especies exóticas</i>	19
<i>Índice de presión antrópica</i>	19
Análisis estadísticos.....	20
<i>Comparación de pH y temperatura entre humedales</i>	20
<i>Comparación temporal de abundancia y riqueza</i>	21

<i>Análisis de diversidad</i>	21
<i>Modelo lineal generalizado con distribución de Poisson</i>	21
Resultados.....	22
Evaluación de parámetros fisicoquímicos	22
<i>Niveles de pH</i>	22
<i>Temperatura (°C)</i>	23
<i>Caracterización de avifauna</i>	24
<i>Avifauna durante invierno 2025</i>	26
<i>Avifauna durante primavera 2025</i>	27
<i>Avifauna y microhábitats</i>	27
Evaluación de presión antrópica	29
<i>Ruido antrópico invierno 2025</i>	29
<i>Ruido antrópico primavera 2025</i>	30
Evaluación de la presencia de basura	31
<i>Basura invierno 2025</i>	31
<i>Basura primavera 2025</i>	33
Evaluación de la presencia de animales domésticos.....	34
<i>Animales domésticos invierno 2025</i>	34
<i>Animales domésticos primavera 2025</i>	35
Evaluación de la presencia de animales exóticos	36
<i>Animales exóticos invierno 2025</i>	36
<i>Animales exóticos primavera 2025</i>	37
Índice de presión antrópica (IPA)	39
Análisis estadísticos.....	40
<i>Análisis de diversidad</i>	40
<i>Modelo lineal generalizado con distribución de Poisson</i>	42
Comparación temporal (2022 y 2025) de la riqueza y abundancia de avifauna.....	43
Especies potenciales del Lago Llanquihue versus especies muestreadas en los humedales de Puerto Varas 2025.....	45
Discusión	46
Conclusiones.....	52
Referencias bibliográficas	53
Capítulo 2: Experiencia profesional en consultoría ambiental.....	59
Descripción de la práctica profesional.....	60

Descripción de la empresa y organigrama.....	60
Actividades realizadas durante práctica profesional.....	61
<i>Análisis de trampas cámara</i>	61
<i>Análisis acústico de fauna vertebrada</i>	63
<i>Máquinas de cálculo</i>	65
<i>Sistematización de información de medio biótico</i>	66
<i>Logística y coordinación en campañas de terreno</i>	67
<i>Participación en campaña de divulgación científica</i>	68
<i>Trabajos en gabinete y sistematización de información</i>	69
Anexo A: Registro fotografico de la fauna presente en los humedales de puerto varas	71
Anexo B: Registros fotograficos de los humedales de puerto varas	77
Anexo C: Caracterizacion de avifauna de los humedales de puerto varas	79
Anexo D: Registros fotograficos metodologias terreno	83

**CAPÍTULO 1: AVIFAUNA Y PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN HUMEDALES
URBANOS DE PUERTO VARRAS BAJO PRESIÓN ANTRÓPICA**

RESUMEN

Los humedales del sur de Chile se encuentran sometidos a crecientes presiones antrópicas que pueden alterar la calidad del agua y la estructura de las comunidades biológicas que albergan. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la relación entre la calidad de agua, la avifauna y la presión antrópica en humedales de la comuna de Puerto Varas durante los periodos de invierno y primavera de 2025. Se analizaron variables fisicoquímicas del agua, específicamente pH y temperatura, y se caracterizó la avifauna en términos de riqueza y abundancia mediante muestreos estandarizados. Adicionalmente, se construyó un índice de presión antrópica a partir de la presencia de basura, ruido, animales domésticos y exóticos. Se registraron un total de 33 especies de aves, observándose diferencias estacionales significativas en la riqueza y abundancia. Los valores de pH se mantuvieron dentro de los rangos establecidos por la normativa vigente en todos los humedales evaluados. El modelo lineal generalizado con distribución de Poisson (GLM de Poisson) no detectó relaciones significativas entre el índice de presión antrópica y la estructura de la avifauna. La comparación con registros obtenidos en 2022 evidenció una disminución significativa de la riqueza y abundancia de aves, lo que sugiere cambios temporales en la condición ecológica de los humedales urbanos estudiados.

Palabras clave: Biodiversidad, ecosistemas urbanos, impacto antrópico, indicadores ambientales y variación estacional.

ABSTRACT

Urban wetlands in southern Chile are subjected to increasing anthropogenic pressures that may alter water quality and the structure of the biological communities they host. In this context, the present study aimed to evaluate the relationship between water quality, avifauna, and anthropogenic pressure in wetlands of the municipality of Puerto Varas during the winter and spring periods of 2025. Physicochemical variables of the water, specifically pH and temperature, were analyzed, and the avifauna was characterized in terms of species richness and abundance through standardized surveys. Additionally, an anthropogenic pressure index was constructed based on the presence of litter, noise, domestic animals, and exotic species. A total of 33 bird species were recorded, with significant seasonal differences observed in richness and abundance. pH values remained within the ranges established by current regulations across all evaluated wetlands. No significant correlations were detected between the anthropogenic pressure index and the structure of the avifauna. Comparison with records obtained in 2022 revealed a significant decrease in bird richness and abundance, suggesting temporal changes in the ecological condition of the studied urban wetlands.

Keywords: Anthropic impact, biodiversity, environmental indicators, seasonal variation and urban ecosystems.

INTRODUCCIÓN

Un humedal es definido como aquel sistema donde el agua controla y modela el ambiente y la vida asociada (Secretaría de la Convención de Ramsar 2016). La convención Ramsar lo define como extensiones de marismas, ciénagas, turberas o aguas, naturales o artificiales, permanentes o temporales, con aguas estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no excede seis metros (Secretaría de la Convención de Ramsar 2016). Dado que la definición de humedal abarca una amplia variedad de ambientes, es posible ordenar y clasificar estos ecosistemas en tres grandes categorías: en marino-costeros, continentales y artificiales, y así a su vez, reconocer subtipos tales como ribereños, lacustres, palustres y turberas en el ámbito continental, junto con marismas salinas y praderas de pastos marinos en el lado costero (Secretaría de la Convención de Ramsar 2016). La utilidad de esta clasificación se centra en que cada tipo y/o subtipo de humedales expresa de manera distinta los gradientes hidrológicos, geológicos, físicos y químicos que en sinergia logran determinar el funcionamiento y los servicios ecosistémicos (Bullock & Acreman 2003).

Los humedales en contextos urbanos son aquellos que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano y a su vez cumplen funciones esenciales: sostener comunidades de flora y fauna que habitan la zona y, por otro lado, regular procesos hidrológicos, biogeoquímicos y microclimáticos claves para la estabilidad de las ciudades y del propio humedal (Alikhani et al. 2021). En cuanto al refugio de biodiversidad que otorgan los humedales, diversos estudios muestran que estanques y humedales urbanos aportan de manera significativa a la riqueza regional, dado que funcionan como islas de hábitat que aumentan la heterogeneidad ambiental y enlazan poblaciones de macroinvertebrados, anfibios y aves, aun en lugares densamente urbanizados (Hassall 2014; Oertli & Parris 2019). Además, un estudio realizado por Zhang et al. (2020) indican que los humedales artificiales son capaces de depurar aguas y pueden ofrecer hábitats funcionales para varios tipos de fauna y flora, incrementando así la diversidad local. Asimismo, existen humedales accidentales, creados por el desarrollo de la urbanización, los cuales pueden albergar comunidades y mitigar la eutrofización (Palta et al. 2017).

La capacidad de los humedales urbanos para regular la calidad del agua se lleva a cabo a través de la sedimentación, la asimilación vegetal y la desnitrificación. A escala de cuenca, la presencia de humedales urbanos reduce el aporte de nutrientes a las aguas receptoras, integrándose dicha dinámica en la modelación hidrológica de los humedales (Golden et al. 2019). Desde un punto de vista hidrológico, los humedales almacenan y liberan agua, moderan crecidas y sostienen caudales de estiaje (Bullock & Acreman 2003). La magnitud de estos efectos depende del tipo y tamaño del humedal, su posición en la cuenca y su conectividad. La conectividad con ríos, planicies de inundación y acuíferos determina cambios en el agua y los solutos (Acreman & Holden 2013).

En el plano biogeoquímico, la alternancia entre saturación y condiciones anóxicas modifica el sustrato y favorece la retención y transformación de nutrientes. En situaciones óptimas de carga (volumen de agua) y tiempo de residencia, los humedales pueden remover fracciones de nitrógeno mediante la sedimentación y la desnitrificación (Saunders & Kalff 2001). Estos procesos se reflejan en parámetros como pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y transparencia, lo que permite conocer el estado del sistema y sus gradientes (Saunders & Kalff 2001). Estas variables capturan el gradiente interno de las masas de agua que ingresan y salen del humedal, permitiendo así comparar los sitios y períodos con instrumentos básicos. En sectores costeros, las marismas salinas y las praderas de pastos marinos contribuyen significativamente al balance de carbono; debido a sus características de suelos finos y pobres en oxígeno, conservan gran parte del carbono capturado (Mcleod et al. 2011). Al mismo tiempo, estabilizan las orillas (manteniendo firmes y protegidos los bordes) y contribuyen a mejorar la claridad del agua, lo que refleja la intensa conexión entre procesos físicos y servicios ecosistémicos, generando diversos beneficios para la gestión costera (Mcleod et al. 2011).

En el sur de Chile predominan humedales continentales lacustres, ribereños, estuarios, boscosos, marismas, turberas y palustres (Clausen et al. 2006; Ministerio del Medio Ambiente 2017). Estos sistemas mencionados anteriormente tienen la facultad de regular el sistema hidrológico y depurar escorrentías urbanas; la franja vegetada retiene sedimentos y nutrientes, regulando de esta forma la temperatura, mejorando la transparencia y optimizando los niveles de oxígeno disuelto. El conjunto de todas estas características proveen hábitat para diversos tipos de fauna (Rojas et al. 2015; Saavedra & Villaroel 2019).

La avifauna cumple diversas funciones ecológicas en los humedales, participando en la red trófica como depredadora de pequeños vertebrados, invertebrados y peces, carroñera ocasional y, por otro lado, es capaz de dispersar semillas e incluso actuar como polinizadora en ciertos sistemas (Mariyappan et al. 2023). Mediante estos procesos, la avifauna del lugar actúa como un organismo regulador: controla plagas, mantiene la vegetación y moldea el flujo de nutrientes dentro y hacia otros ecosistemas (Sekercioglu 2006; Whelan et al. 2008; Amat & Green 2010). En humedales, el rol de las aves acuáticas ha sido subestimado, pese a que entregan diversos servicios de soporte y cumplen su papel como bioindicadores y centinelas de calidad ambiental (Green & Elmberg 2014).

Las aves son catalogadas como bioindicadores y centinelas al responder de manera sensible y, en muchos casos, predecible a cambios en la hidrología y en la estructura del hábitat; sin embargo, su uso como bioindicadores requiere necesariamente de diseños y análisis especializados, debido a su alta movilidad espacial, a las respuestas no lineales frente a las variaciones hidrológicas y a la influencia simultánea de múltiples factores ambientales y antrópicos que modulan su distribución, abundancia y éxito reproductivo (Amat & Green 2010; Green & Elmberg 2014). En la práctica, los cambios temporales en la abundancia y composición de sus poblaciones y en la estructura de la avifauna han sido empleados como indicadores del estado ambiental y de la biodiversidad, ya que son capaces de reflejar la presión antrópica y los cambios en el hábitat de forma integrada (Gregory & Strien 2010).

En humedales del sur de Chile, las transiciones agua-vegetación y los parches de macrófitas brindan refugio, sustrato de nidificación y recursos (alimentación, nidificación y refugio principalmente) (Rodríguez & Fica 2020); por otra parte, la transparencia y la oxigenación del agua condicionan la búsqueda visual y la disponibilidad de alimento (Harrington & Streever 1999). Entre las especies típicas se encuentran la tagua común (*Fulica armillata*), el pimpollo (*Rollandia rolland*), la garza chica (*Egretta thula*), el pato jergón grande (*Anas georgica*), especies de gaviotas (*Larus dominicanus* y *Chroicocephalus maculipennis*) y el siete colores (*Tachuris rubrigastra*), con hábitos que reflejan la interacción con la vegetación, el espejo de agua y los bordes del humedal (Quiñonez & Hernández 2017). La expansión urbana afecta directamente a la fauna, y la avifauna responde de manera sensible a la estructura del borde y a los gradientes de agua. En humedales urbanos del extremo sur de Chile se ha demostrado la variación estacional de riqueza, abundancia y el uso del hábitat por aves en

función de la cobertura vegetal y de la perturbación, evidenciando la limitante que impone la presión urbana o la actividad antropogénica (Blanco 1999; Kusch et al. 2008).

Dentro de las ciudades, los humedales urbanos siguen prestando funciones clave bajo presiones antrópicas intensas cada día. La evidencia reciente sintetiza que contribuyen a la habitabilidad urbana, por ejemplo, al mejorar la calidad del agua mediante la reducción de nutrientes y sedimentos, mitigar islas de calor, secuestrar carbono en suelos y vegetación, brindar hábitat para fauna silvestre y proveer espacios de recreación y educación (Alikhani et al. 2021). En humedales urbanos, la presión antrópica corresponde al conjunto de actividades humanas que transforman o degradan estos sistemas, incluyendo urbanización mediante rellenos, drenajes y canalizaciones, impermeabilización y cambio de uso de suelo, contaminación puntual y difusa, extracción de agua e introducción de especies exóticas (plantaciones de diversas especies de flora, principalmente ornamentales, y liberación de fauna exótica) (Zedler & Kercher 2005; Xu et al. 2020).

Estas características propias de los humedales se ven afectadas cuando se pierde parte de la franja vegetal, aumenta la impermeabilización del entorno o la perturbación urbana es frecuente (Alikhani et al. 2021). En ambientes como los humedales urbanos, el ruido antrópico es un factor que está constantemente presente (automóviles, aviones, trenes, operación de maquinarias, personas, etc.), el cual puede llegar a enmascarar señales acústicas de aves, modificando el comportamiento de la avifauna, alterando su abundancia, cambiando sus vocalizaciones y generando cambios en conductas de forrajeo (Shannon et al. 2016). En consecuencia, muchas especies expuestas a estos tipos de ambientes se han visto forzadas a reajustar sus señales acústicas, elevando la frecuencia mínima del canto (kHz) para superar el enmascaramiento (Slabbekoorn & Peet 2003; Arévalo 2019). En paralelo, también se ha logrado determinar una disminución de la riqueza y cambios en las comunidades de aves; por otra parte, se ha identificado un aumento en el éxito reproductivo de las aves al interrumpir relaciones ecológicas de depredador-presa, enmascarando señales auditivas que utilizan los depredadores para localizar nidos o detectar vocalizaciones de polluelos, disminuyendo la frecuencia de depredación sobre las aves (Francis et al. 2009).

Otra forma de perturbación antropogénica es la presencia de animales domésticos como perros (*Canis lupus familiaris*) y gatos (*Felis catus*) (Banks & Bryant 2007). En la investigación

de Banks & Bryant (2007) se logró determinar que el paseo de perros en áreas naturales produjo reducciones del 35% en la riqueza y del 41% en la abundancia de aves, debido a la constante respuesta de evitación ante el riesgo de depredación. Un estudio realizado en zonas costeras sostiene la idea de que los perros son uno de los agentes de disturbio más comunes para aves ribereñas y playeras, alterando procesos de alimentación y descanso, obligando al ave a escapar e implicando un costo energético adicional (Weston & Stankowich 2013). Por otro lado, la evidencia muestra que los gatos ejercen una presión de depredación elevada sobre aves, con efectos intensificados en islas, concluyendo que al menos el 14% de las extinciones de aves, mamíferos y reptiles en islas es atribuida a los gatos como responsables (Medina et al. 2011).

En Chile, los instrumentos públicos de conservación reconocen explícitamente a las mascotas de libre deambular (perros y gatos) como amenazas directas para la avifauna en playas y humedales, para los que se incentivan y se concientizan planes de acción con grupos de personas (MMA - ROC - Manoment 2023). Sin embargo, las presiones urbanas contienen varias aristas y no se limitan solamente a la presencia de fauna doméstica, sino que también se manifiestan a través de la acumulación de basura en cuerpos de agua y en sus bordes, alterando la estabilidad del ecosistema. La basura (plásticos, metales, escombros, etc.) encontrada en los humedales urbanos llega mayormente por escorrentías y transporte fluvial, rutas clave de movilización de plásticos en aguas continentales (Azevedo-Santos et al. 2021; Van Emmerik et al. 2022). La vegetación ribereña funciona como un captador de macroplásticos en orillas y planicies de inundación (Cesarini & Scalici 2022). Para la avifauna, los peligros constantes respecto a la basura son la ingestión y el atrapamiento, con efectos que van desde lesiones subletales hasta la muerte de ejemplares, alterando a su vez el hábitat por pérdida o fragmentación de este, en particular en zonas de nidificación, descanso y alimentación (Gall & Thompson 2015). La presencia de animales domésticos no es el único factor biótico que afecta a la fauna nativa, sino también la presencia de especies exóticas, las cuales pueden desplazar a aves nativas mediante competencia por alimento, sitios de nidificación y refugio; además de ejercer dominancia conductual, reduciendo la abundancia y riqueza local (Blackburn et al. 2009).

En ambientes urbanos, la elevada intervención humana, la fragmentación del hábitat y la disponibilidad de recursos artificiales favorecen el establecimiento y la expansión de especies exóticas, que como consecuencia generan procesos de homogeneización biótica a distintas

escalas espaciales, los cuales se traducen en una pérdida progresiva de biodiversidad local y regional, así como en una reducción de la diversidad funcional de las comunidades de aves (Sidemo-Holm et al. 2022).

En Chile, además del actual compromiso con Ramsar, existe un marco legal específico para humedales urbanos; la Ley 21.202 y su guía técnica definen criterios de delimitación y caracterización basados en el régimen hidrológico, vegetación hidrófita y suelos hídricos, con procedimientos claros para su estudio (gabinete, terreno y cartografía), que buscan trazabilidad y comparabilidad entre municipios y proyectos (Ley 21.202 2020). A escala nacional y local se ha documentado que la expansión urbana, los rellenos (para construcción de viviendas, centros comerciales o infraestructura turística) y las canalizaciones degradan funciones ecológicas y servicios ecosistémicos, con efectos medibles en la calidad del agua y la biodiversidad (Rojas et al. 2015).

En la Región de Los Lagos se encuentra el lago Llanquihue, el segundo lago de mayor extensión a nivel nacional, con un área de 851 km² complementada con una longitud máxima cercana a 42 km y una profundidad máxima de 317 m (Abarca 2018). Adyacente a este cuerpo de agua se encuentran diversos humedales, dentro de los cuales se detallan los humedales urbanos: La Marina, La Marina Sur y Gramado; declarados como humedales urbanos por el Ministerio del Medio Ambiente bajo las resoluciones N°830 (2021), N°1.444 (2022) y N°1.226 (2021), respectivamente. El lago Llanquihue y sus humedales adyacentes urbanos sostienen una importante diversidad de avifauna y, a su vez, mantienen un funcionamiento productivo aún bajo presión urbana (Gallardo et al. 2018). En un plano económico, la cuenca fue declarada Zona de Interés Turístico (ZOIT) y cuenta con gobernanza público-privada (SERNATUR s.f.). Pese al valor ecológico y paisajístico, los humedales en Puerto Varas se enfrentan a la expansión sostenida de la urbanización, acompañada de diversos focos de presión antrópica. Recientemente, un estudio realizado por la Universidad de Chile reportó altos niveles temporales de coliformes y nitratos en sectores cercanos a Puerto Varas, con posible origen doméstico e industrial (Universidad de Chile 2025). Dicha urbanización e intervención antrópica ha comprometido la cobertura vegetal, la calidad del agua y la disponibilidad de hábitat para la fauna y especialmente la avifauna.

Por todo lo ya detallado, se hace importante evaluar las comunidades de aves y los factores fisicoquímicos del lago Llanquihue, en particular en los humedales urbanos mencionados. En el presente documento se realizará una caracterización de la avifauna por temporada (estación climática), vinculando su riqueza y abundancia con parámetros fisicoquímicos e indicadores de presión antrópica (niveles de pH, temperatura, presencia de basura, ruido antrópico, animales domésticos y exóticos). De esta manera, se logrará determinar si las variaciones en la calidad del agua y el estado ecológico de los humedales interfieren con la estructura de las comunidades de aves.

PROBLEMÁTICA

Problemática General

Los humedales urbanos de Puerto Varas y la expansión urbana (rellenos de humedales y construcción sobre este o a los alrededores) alteran la calidad de agua y la presencia de fauna, en particular de la clase vertebrada Aves. Si bien, estos sistemas actúan como amortiguadores, la continua intervención y presión antrópica sobre estos podría estar reduciendo su función.

Problemáticas Específicas

1. Incertidumbre en cuanto a la calidad de agua y sobre los niveles de presión antrópica presente en los humedales de Puerto Varas.
2. Nulo o escaso conocimiento sobre cómo la presión antrópica y la calidad del agua impacta directamente las comunidades de aves en los humedales de Puerto Varas.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar de forma integrada la relación de calidad de agua (temperatura y pH) y la estructura de avifauna (riqueza y abundancia) de los humedales urbanos en Puerto Varas y cómo se ven afectados por la presión antrópica.

Objetivos Específicos

- O1: Caracterizar la calidad del agua durante las temporadas de invierno y primavera en los humedales de estudio mediante mediciones estandarizadas de parámetros fisicoquímicos básicos (pH y temperatura) y comparar esos valores con las referencias disponibles para el lago Llanquihue.
- O2: Cuantificar la avifauna (riqueza y abundancia) por temporada de invierno y primavera y analizar su relación con los parámetros fisicoquímicos en conjunto de la presión antrópica.
- O3: Definir y medir cualitativamente los niveles de presión antrópica en humedales urbanos de Puerto Varas definido por las variables de basura, ruido y presencia y/o ausencia de animales domésticos y exóticos.
- O4: Comparar y compilar los resultados en cuanto a la avifauna (2025) con los datos recopilados por CicloFauna en 2022.

MÉTODOS

Área de estudio

El lugar de estudio se encuentra ubicado en la ciudad de Puerto Varas ($41^{\circ}19'04''S$ $72^{\circ}58'58''O$) en la Región de Los Lagos. En Puerto Varas y alrededores existen una gran cantidad y tipos de humedales urbanos los cuales serán estudiados y caracterizados. Los humedales urbanos seleccionados corresponden a: La Marina, La Marina Sur, Quebrada Gramado y el humedal Costanera (no declarado urbano) como control dado a su gran diversidad y abundancia de avifauna (FIGURA 1).

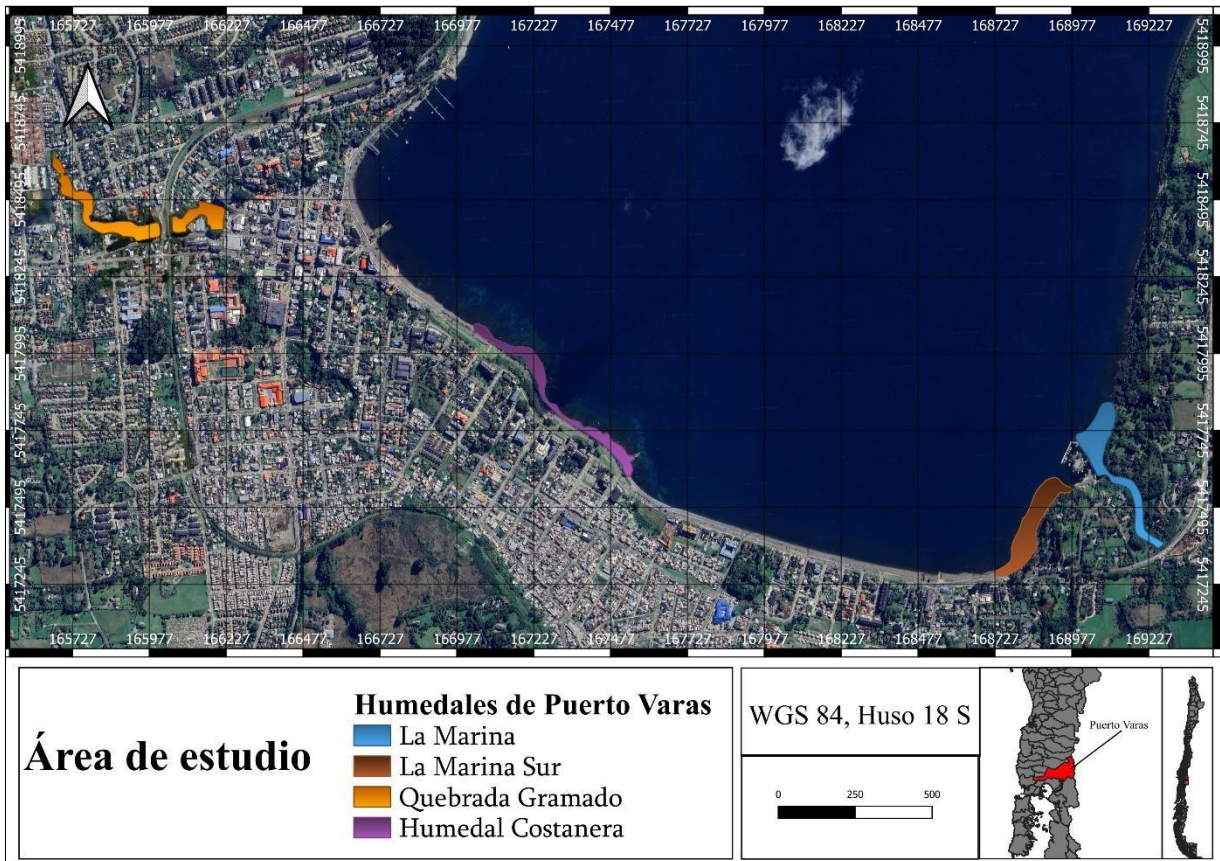


FIGURA 1. Área de estudio humedales de Puerto Varas.

Fuente: elaboración propia, 2025.

Humedal urbano La Marina

De acuerdo con el inventario nacional de humedales este corresponde a un humedal natural palustre, ribereño y lacustre con una superficie total de 2,3 hectáreas (FIGURA 2), compuesto por tres tipos de ecosistemas: Humedal ribereño que corresponde a la mayor parte de la extensión del humedal La Marina; Humedal palustre ubicado en la parte cercana al lago y por último presenta un humedal lacustre presentando en el borde del lago. Humedal con una pendiente baja, presenta un sustrato de tierra hojarasca y fangoso más cercano a la orilla. En cuanto la vegetación que lo compone encontramos bosque alóctono, bosque mixto, herbazal, herbazal palustre y vegetación hidrófita (Anexo B 1).

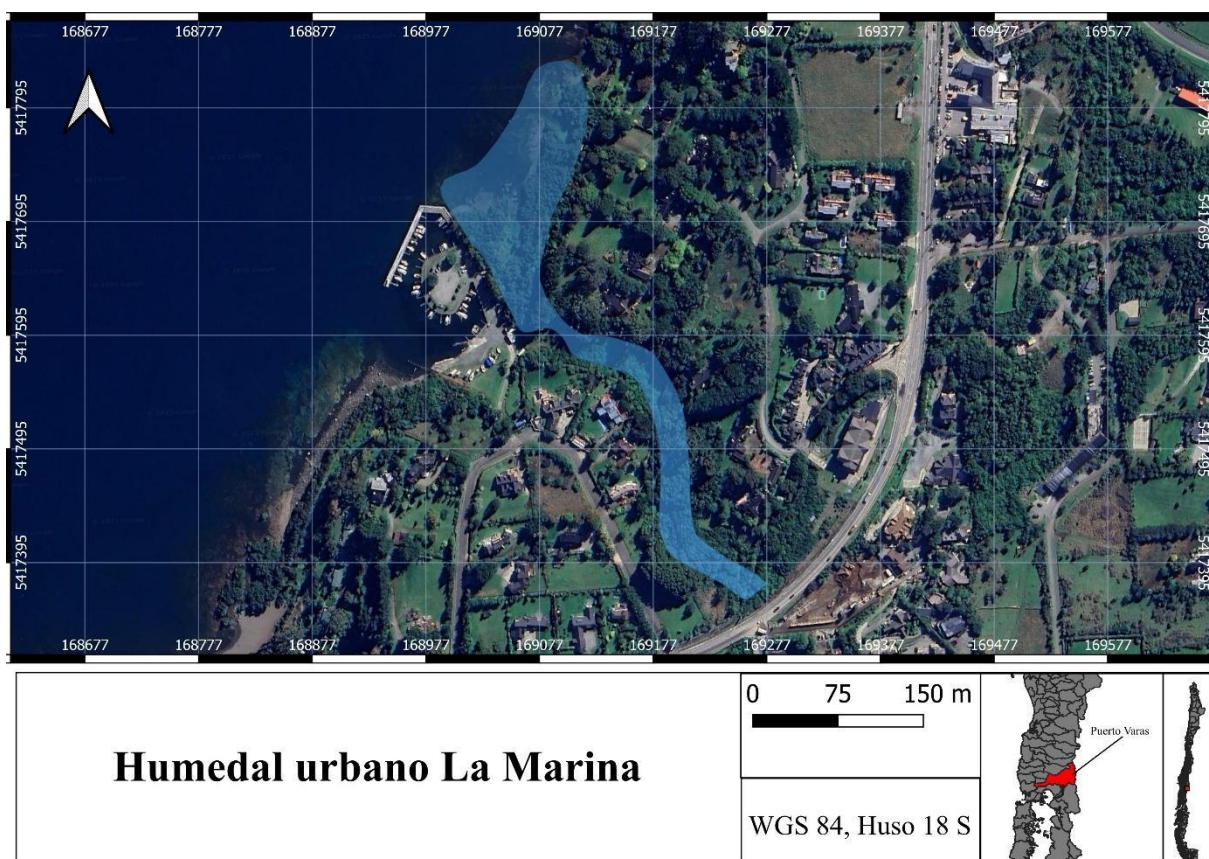


FIGURA 2. Área de estudio humedal urbano La Marina

Fuente: elaboración propia, 2025.

Humedal urbano La Marina Sur

De acuerdo con el inventario nacional de humedales este corresponde a un humedal natural lacustre con una superficial total de 2,09 hectáreas (FIGURA 3), compuesto por dos tipos de ecosistemas: Humedal palustre conformado por juncal, fango, laguna y arbustos; Humedal lacustre en el borde del lago. Este humedal presenta una pendiente baja, con sustrato heterogéneo, constituido por sectores de arena en transición hacia áreas con predominio de tierra, hojarasca y sustrato fangoso húmedo. La vegetación está conformada por bosque mixto (nativo y alóctono), herbazal, herbazal palustre y vegetación hidrófita (Anexo B 4).

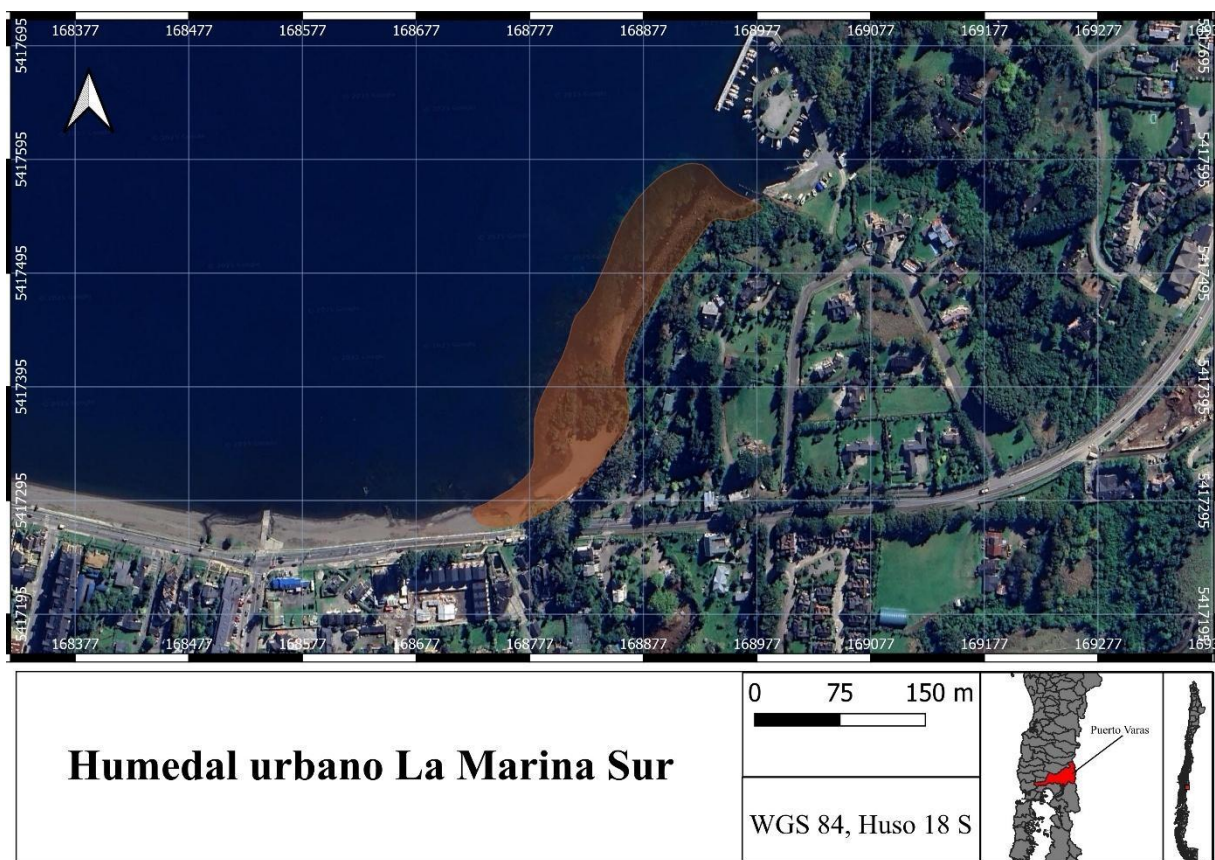


FIGURA 3. Área de estudio humedal urbano La Marina Sur

Fuente: elaboración propia, 2025.

Humedal urbano Quebrada Gramado

Según estipula el inventario nacional de humedales, este corresponde a un humedal natural ribereño con una superficie total de 2,65 hectáreas (FIGURA 4). Dado al relieve y la pendiente de la quebrada se ha formado una subcuenca que es parte del sistema natural de drenaje que desemboca en el lago Llanquihue, el aporte de este curso de agua mantiene la saturación hídrica del humedal. El humedal presenta una pendiente alta, con un sustrato de tierra firme el cual se vuelve fangoso al adentrarse en este. En cuanto a su vegetación encontramos bosque caducifolio templado al interior del humedal, vegetación ribereña, arbustiva y arbolea mixta (Anexo B 2).

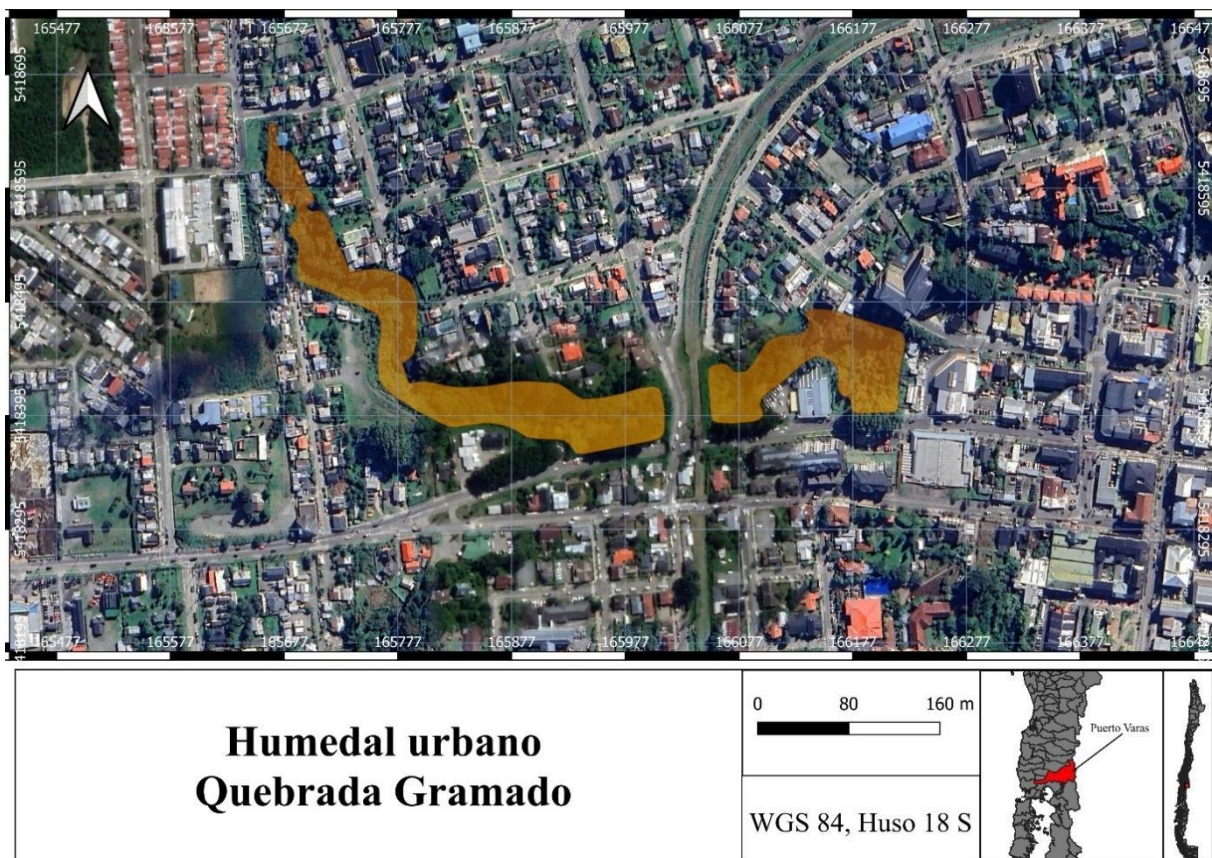


FIGURA 4. Área de estudio humedal urbano Quebrada Gramado

Fuente: elaboración propia, 2025.

Humedal Costanera

Humedal sin reconocimiento oficial (urbano), se caracteriza por su orilla rocosa y poco profunda, colindando directamente con el Lago Llanquihue abarcando 1,81 hectáreas (FIGURA 5). Este humedal presenta una pendiente baja, con un sustrato arenoso compacto y rocoso. La vegetación se encuentra dominada por juncos y herbazales palustres siendo menos abundante la presencia de bosque mixto (nativo y alóctono) (Anexo B 3).

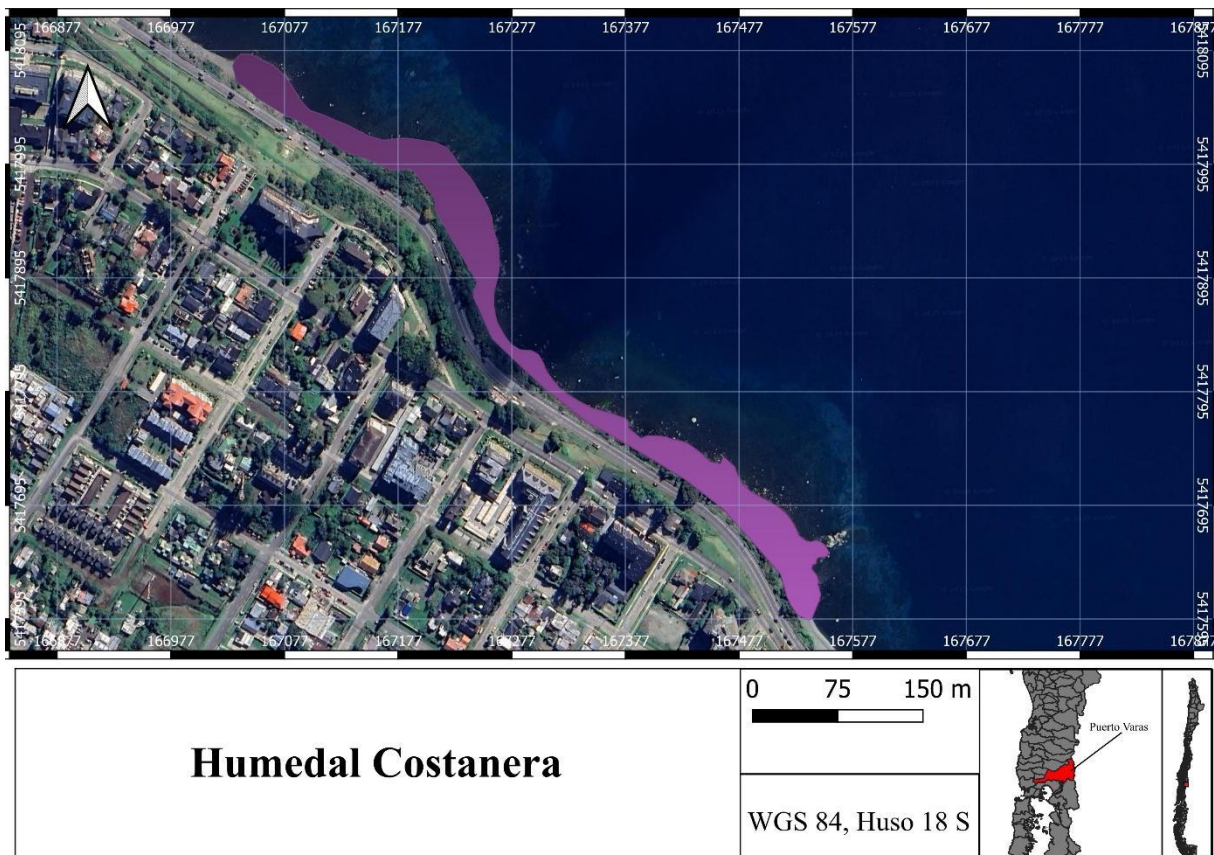


FIGURA 5. Área de estudio humedal Costanera

Fuente: elaboración propia, 2025.

Materiales

La siguiente TABLA 1 detalla el conjunto de materiales utilizados para la realización del presente estudio. Los instrumentos fueron seleccionados en función de la metodología establecida para el muestro de avifauna, medición de ruido y toma de muestras fisicoquímicas (del agua) de los humedales urbanos de Puerto Varas.

TABLA 1. Materiales utilizados en el estudio

Materiales	Marca / Modelo	Cantidad
Binoculares	Carson	1
Botas	Sin marca	1
Guía de Bolsillo	Museo ediciones	2
Ficha toma de datos	CicloFauna	1
Libro Aves de Chile	(Martínez-Piña 2023)	-
Aplicación de geolocalización	Locus Map	-
SIG	Google Earth y QGIS	-
Multiparámetro calidad de agua	Genérico	1
Sonómetro	FY8862	1
Tiras reactivas de pH	ORAAB	60

La metodología se enfocó en cuantificar la avifauna y caracterizar su estructura. Además de evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua en los humedales urbanos de Puerto Varas. El muestreo se realizó durante las temporadas de invierno y primavera en estaciones fijas, previamente definidas por la consultora CicloFauna, en un estudio realizado el año 2022 (Droppelmann 2022). Además, se añadió el humedal Costanera a modo control, el cual no cuenta con protección oficial. Finalmente, se utilizaron los resultados obtenidos en dicho estudio, para compararlos con los datos recolectados en el presente trabajo y así estudiar los cambios en la estructura de la avifauna entre ambos años.

Diseño del muestreo

Las estaciones de muestreo (CF: CF01 al CF12) ya se encuentran definidas y evaluadas por el estudio de CicloFauna, bajo un criterio de representatividad del humedal, hábitats distintos entre sí y la accesibilidad al lugar. En este trabajo, se mantendrán los criterios metodológicos, buscando una actualización de la composición de avifauna y la complementación de parámetros fisicoquímicos ya mencionados. Cada CF esta georreferenciada (TABLA 2 y FIGURA 6) y representa los microhábitats del humedal, permitiendo una sistematización de la toma de los datos.

TABLA 2. Estaciones de muestreo (coordenadas en UTM).

Estación de muestreo (CF)	Coordenadas UTM (WGS84 – HUSO18 S)		Altitud (m.s.n.m)
	Este	Norte	
CF01	670788	5422823	59
CF02	671004	5422945	65
CF03	671115	5423083	80
CF04	670963	5422942	56
CF05	671278	5423348	60
CF06	671234	5423254	72
CF07	671548	5423063	77
CF08	671374	5422864	79
CF09	668434	5424114	76
CF10	668286	5424128	69
CF11	668162	5424124	62
CF12	667976	5424192	86
CF13	669663	5423319	55

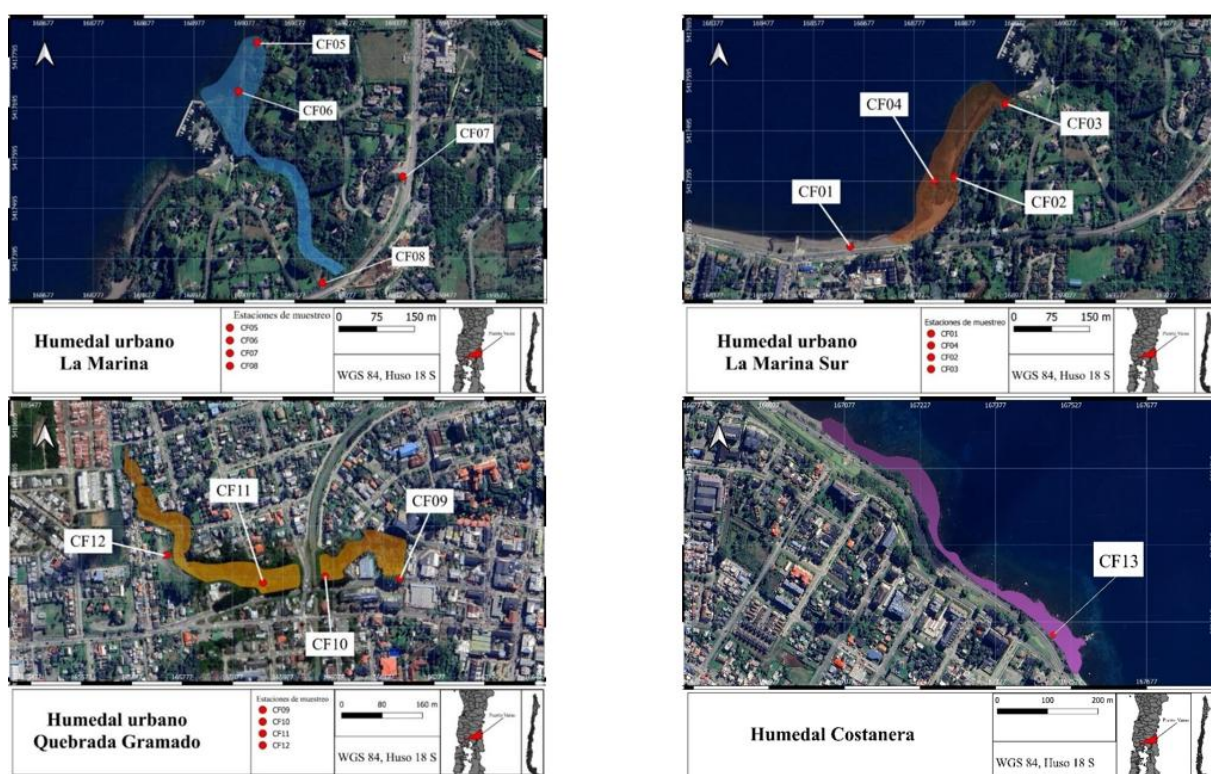


FIGURA 6. Estaciones de muestreo para avifauna en cada humedal (urbano y control) de Puerto Varas.

Fuente: elaboración propia, 2025.

Evaluación de los parámetros fisicoquímicos

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos (temperatura y pH), se realizó in situ en cada humedal urbano (Anexo D 2). Las mediciones se efectuaron con un medidor multiparámetro, repitiendo tres lecturas por punto para obtener un promedio más preciso por cada estación (CF). El equipo fue calibrado con soluciones estándar de pH 9,18, 6,86 y 4,01, correspondientes a niveles básicos, neutros y ácidos, correspondientemente. Los valores obtenidos, se compararon con las referencias publicadas para el Lago Llanquihue con el fin de identificar discrepancias. Los resultados fueron consolidados en una planilla Excel con los siguientes campos: humedal, estación, fecha, temperatura (grados Celsius, °C), pH, observaciones y coordenadas. Finalmente se compararon los resultados con las referencias disponibles para el lago Llanquihue para identificar posibles diferencias.

Caracterización de la avifauna

La avifauna fue cuantificada mediante puntos de conteo fijo donde en cada estación de muestreo el observador permaneció inmóvil durante 30 minutos (Anexo D 1), registrando todas las aves observadas (más el uso de binoculares) o escuchadas en un radio de 50 - 100 m. La cuantificación de la avifauna fue complementada con búsqueda dirigida, donde, en atención a los hábitos de las especies potenciales para el área de estudio, se buscó aves, nidos, plumas, egagrópilas o restos corporales de ellas, lo que consiste en la revisión sistemática de piedras, agujeros y otros posibles refugios. Los muestreos se efectuaron durante las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde, debido al carácter bimodal de actividad de la avifauna (horarios de mayor actividad). En cada estación de muestreo, se registró la hora, temperatura, clima y nivel de ruido antrópico mediante un sonómetro. Cada registro incluyó la identificación de la especie y su abundancia, para posteriormente en análisis de gabinete asociar los registros a el estado de conservación, estatus migratorio u otra singularidad de las especies identificadas.

Evaluación de la presión antrópica

Para una medición más integrada, se evaluaron cuatro factores visibles y comparables en terreno. Cada factor tiene una escala de intensidad de cuatro niveles: nulo (0), bajo (1), medio (2) y alto (3).

Ruido antrópico

Se llevó a cabo un registro auditivo mediante un sonómetro (modelo FY8862) durante 5 minutos en las estaciones de muestreo (CF) ya definidas. Los criterios para definir los niveles presión antrópico a través del ruido serán los siguientes:

- Nulo (0): Sonido ambiental < 40 dB de manera consistente
- Bajo (1): Ruidos que no llegan a enmascarar vocalizaciones de avifauna de manera constante 40 – 55 dB
- Moderado (3): Ruido que enmascara parcialmente vocalizaciones de avifauna prolongando en el tiempo 56 – 65 dB
- Alto (3): Ruido continuo que impide oír a las aves durante el tiempo de registro > 66 dB

La definición de los niveles de ruido presentados en este estudio se basó en una adaptación de los criterios establecidos por la guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido y Vibración en el SEIA (SEIA 2019) en conjunto del estudio realizado por Shannon et al. (2016)

Presencia de basura

Se realizó un conteo de objetos no naturales de origen antrópico visibles dentro de un radio de 20 m en cada estación de muestreo (CF). Los niveles de presencia de basura serán los siguientes:

- Nulo (0): Sin presencia visible de objetos de basura.
- Bajo (1): Presencia escasa y dispersa de basura, de pequeño tamaño como colillas, fragmentos plásticos, papeles, etc.). Sin puntos de acumulación o voluminosos.
- Moderado (2): Basura visible en varios puntos con acumulación puntual de plásticos rígidos/flexibles, vidrios, textiles, latas y textiles.
- Alto (3): Gran carga de basura o microbasurales compuesto por objetos voluminosos como neumáticos, muebles, escombros, acumulación lineal o parches extensos de basura almacenada por la vegetación del humedal.

El método utilizado para la identificación de basura fue obtenido y modificado de: Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area (Wenneker & Oosterbaan 2010).

Animales domésticos

Se llevó a cabo un registro de animales domésticos sin dueño aparente, en cada estación de muestreo, en un radio de 50 – 100 m. Se define como animales domésticos para este análisis al perro (*Canis lupus familiaris*) y al gato (*Felis catus*). Los criterios para determinar los niveles de presión de animales domésticos son:

- Nulo (0): Sin presencia u observación de animales domésticos.
- Bajo (1): Presencia de un solo animal doméstico (presencia de heces o huellas).
- Moderado (2): Presencia de dos animales domésticos (presencia de heces o huellas).
- Alto (3): Presencia de tres o más animales domésticos (conductas de persecución o alteración de ciclos naturales sobre la fauna).

Especies exóticas

Se llevó a cabo un registro de animales exóticos en cada estación de muestreo. Se clasificó como especie exótica aquella especie catalogada como alóctona según lo establecido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD 2017). Los criterios para definir los niveles de presión por dichas especies son:

- Nulo (0): Sin presencia u observación de especies exóticas.
- Bajo (1): Presencia de una especie exótica.
- Moderado (2): Presencia de dos especies exóticas.
- Alto (3): Presencia de tres o más especies exóticas.

Índice de presión antrópica

Para poder trabajar los valores cualitativos correspondiente a los diversos factores de presión antrópica, se promediaron los valores calculados de cada factor por humedal (presencia de basura, nivel de ruido percibido, presencia de animales domésticos y exóticos), obteniendo un valor único y representativo por humedal siendo el Índice de Presión Antrópica denominado IPA (TABLA 3).

TABLA 3. Niveles de presión antrópica definidas para cada factor antrópico.

Factor de presión antrópica	Niveles de presión antrópica			
	Nulo (0)	Bajo (1)	Moderado (2)	Alto (3)
Basura	Sin presencia	Presencia escasa, dispersa y poco visible	Presencia visible a simple vista	Gran carga de basura con puntos de acumulación
Ruido	< 40 dB	40 – 55 dB	56 – 65 dB	> 65 dB
Animales domésticos	Sin presencia	Un ejemplar	Dos ejemplares	Tres o más ejemplares
Animales exóticos	Sin presencia	Un ejemplar	Dos ejemplares	Tres o más ejemplares

Análisis estadísticos

Con el propósito de evaluar patrones de diversidad, variación temporal y relaciones ambientales en los humedales estudiados, se aplicaron distintos procedimientos estadísticos.

Riqueza y abundancia de avifauna: Para las variables numéricas de riqueza y abundancia se verificaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad. En los casos en que dichos supuestos se cumplieron, se aplicaron pruebas paramétricas (ANOVA de una vía). Cuando no se cumplieron, se recurrió a pruebas no paramétricas como Kruskal

VARIABLES AMBIENTALES (pH, temperatura y presión antrópica): Dependiendo si se cumplían los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos, o correspondieron a escalas cualitativas/ordinales, se emplearon pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis) y paramétricas (ANOVA).

Comparación de pH y temperatura entre humedales

Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar los niveles de pH entre los humedales, con el objetivo de determinar la existencia de diferencias significativas entre sitios (nivel de significancia $\alpha = 0,05$). Mientras que para la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) se aplicó prueba de ANOVA y Mann-Whitney para encontrar diferencias significativas entre los humedales.

Comparación temporal de abundancia y riqueza

Se utilizó la prueba de Mann-Whitney para contrastar la riqueza y abundancia de avifauna registradas en el estudio de CicloFauna (Droppelmann 2022) con los valores obtenidos en 2025. Asimismo, se compararon los resultados entre temporadas de invierno y primavera del año 2025.

Análisis de diversidad

La diversidad de avifauna se estimó mediante los índices de dominancia, Simpson, Shannon-Wiener, Pielou (TABLA 4), calculados a partir de las abundancias registradas en los humedales de Puerto Varas durante las temporadas de invierno y primavera de 2025.

TABLA 4. Análisis de diversidad a utilizar

Índice	Fórmula	Interpretación
Shannon–Wiener (H')	$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$	Mide la diversidad considerando riqueza y equidad. Valores altos indican comunidades más diversas y equilibradas.
Simpson (D)	$D = \sum_{i=1}^S p_i p_i^2$	Representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Valores altos indican menor diversidad.
Simpson (1 - D)	1 - D	Índice de diversidad de Simpson. Valores cercanos a 1 indican alta diversidad.
Dominancia de Simpson (λ)	$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$	Evalúa el grado de dominancia de una o pocas especies dentro de la comunidad.
Equidad de Pielou (J')	$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$	Mide cuán uniformemente se distribuyen los individuos entre las especies. Valores cercanos a 1 indican alta equidad.

Modelo lineal generalizado con distribución de Poisson

Dado que la abundancia y la riqueza de aves corresponden a variables de conteo, caracterizadas por valores enteros no negativos y distribuciones asimétricas, se aplicaron modelos lineales generalizados (GLM) con distribución de Poisson y función de enlace logarítmica. Este enfoque no requiere el cumplimiento de los supuestos de normalidad ni homogeneidad de varianzas, lo que resulta adecuado para este tipo de datos. La regresión de Poisson permitió evaluar la relación entre la abundancia y riqueza de avifauna y las variables explicativas, parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura y pH) y factores de presión antrópica, estimando el efecto de estas variables sobre el número esperado de individuos y especies presentes en los humedales estudiados.

RESULTADOS

Evaluación de parámetros fisicoquímicos

Niveles de pH

Los niveles de pH entre los humedales de Puerto Varas reflejaron mínimas variaciones entre estaciones, evidenciando condiciones estables del medio (TABLA 5). Estos valores se mantuvieron dentro del rango de referencia del Lago Llanquihue (D.S 122/2009), siendo este un indicador de buen estado ambiental y del propio humedal.

TABLA 5. Niveles de pH en humedales urbanos de Puerto Varas.

Estación de muestreo (CF)	Humedal urbano	Nivel de pH	pH Promedio	Desviación estándar
CF01	La Marina Sur	7,52	7,18	0,27
CF02		6,86		
CF03		7,25		
CF04		7,10		
CF05	La Marina	8,40	7,35	0,71
CF06		7,07		
CF07		6,82		
CF08		7,10		
CF09	Quebrada Gramado	7,45	7,50	0,30
CF10		7,89		
CF11		7,16		
CF12		7,50		
CF13	Costanera	7,57	-	-

Los valores de pH obtenidos en los humedales urbanos (Anexo D 2) oscilaron entre 6,82 y 8,40 (TABLA 5). La Marina Sur obtuvo los valores más bajos de pH (7,18 pH promedio), mientras que La Marina presentó una mayor variabilidad, alcanzando el valor más alto de pH entre todos los humedales (7,35 pH promedio). Por último, el humedal Costanera obtuvo el valor más alto de pH de 7,57 mientras que Quebrada Gramado mostró valores más estables y neutros de pH (7,50 pH promedio). Los resultados expresan una homogeneidad en los valores de pH entre humedales de Puerto Varas (FIGURA 7), encontrándose dentro de los rangos característicos y permisibles del Lago Llanquihue. Las barras de error reflejan una baja variabilidad de pH entre las estaciones de cada humedal. El análisis de Kruskal-Wallis no mostró diferencias significativas entre los humedales ($p > 0,05$).

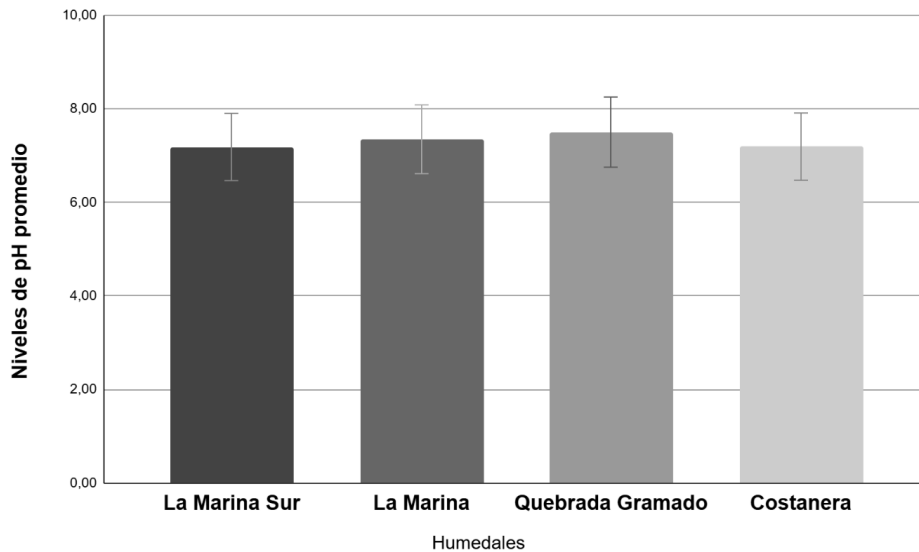


FIGURA 7. Valores promedio de pH registrados en los humedales de Puerto Varas durante 2025.

Temperatura (°C)

Las temperaturas registradas oscilaron entre 13,1 y 17,5 °C, observándose diferencias entre humedales. La Marina presentó el mayor promedio de temperatura (15,30 °C), seguida de Quebrada Gramado (14,50 °C), Costanera (14,32 °C) y La Marina Sur (13,70 °C). La variabilidad dentro de cada humedal fue baja a moderada, con desviaciones estándar inferiores a 1 °C en los humedales. De acuerdo con el análisis ANOVA, estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p = 0,0001$).

TABLA 6. Temperatura (°C) registrada de los humedales de Puerto Varas.

Estación de muestreo (CF)	Humedal urbano	Temperatura (°C)	Promedio Temperatura (°C)	Desviación estándar
CF01	La Marina Sur	14	13,70	0,75
CF02		14,5		
CF03		14,8		
CF04		15,8		
CF05	La Marina	13,8	15,30	0,50
CF06		13,3		
CF07		14,2		
CF08		13,1		
CF09	Quebrada Gramado	17,5	14,50	0,72
CF10		16,9		
CF11		16,4		
CF12		15,8		
CF13	Costanera	14,8	14,32	-

Las comparaciones pareadas mediante la prueba de Mann–Whitney indicaron que La Marina Sur, Costanera y La Marina (FIGURA 8) no difirieron significativamente en sus temperaturas ($p > 0,05$), mientras que la Quebrada presentó diferencias significativas respecto los demás humedales ($p=0,03038$).

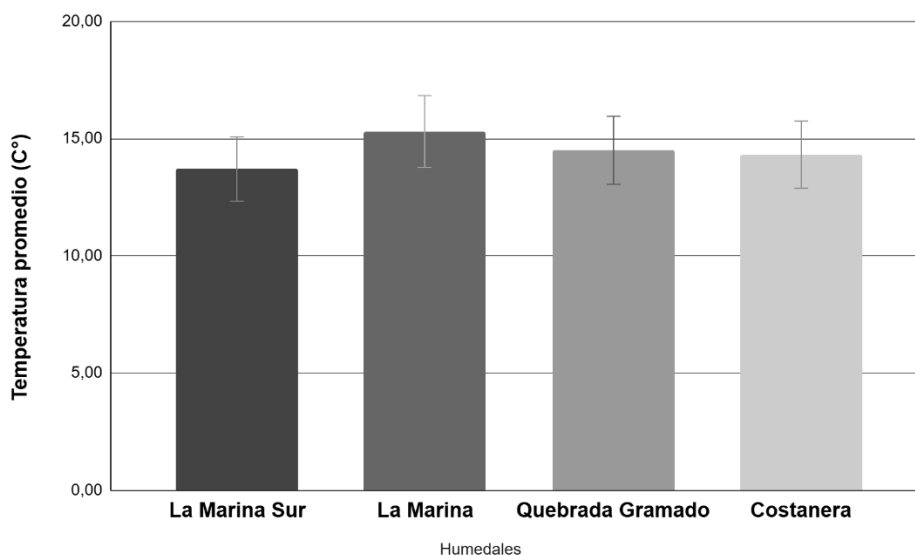


FIGURA 8. Temperatura promedio (s) registrada para los humedales de Puerto Varas, 2025.

Caracterización de avifauna

Durante las temporadas de invierno y primavera de 2025 se registró una riqueza total de 33 especies de avifauna en los cuatro humedales urbanos de Puerto Varas analizados (TABLA 7). La abundancia total presentó marcadas diferencias entre sitios, destacando el humedal Costanera con el mayor número de individuos (564), seguido por La Marina Sur (411), Quebrada Gramado (254) y La Marina (235). La composición y estructura de la comunidad de aves evidenció singularidades entre humedales. En Costanera, la abundancia estuvo fuertemente dominada por *Larus dominicanus* (gaviota dominicana) (Anexo A 2), con un registro excepcionalmente alto, acompañado de , lo que sugiere un uso intensivo del sitio por especies oportunistas asociadas a ambientes abiertos y alta influencia antrópica. En contraste, Quebrada Gramado presentó una comunidad caracterizada por altas abundancias de especies Passeriformes y aves terrestres, como *Passer domesticus* (gorrión), *Theristicus melanopis*

(bandurria) y *Sepanoides sephaniodes* (picaflor chico). El humedal La Marina mostró una abundancia moderada, con presencia relevante de especies acuáticas y ribereñas como *Anas georgica* (pato jergón grande) (Anexo A 8), *Fulica armillata* (tagua común) (Anexo A 9) y *Vanellus chilensis* (queltehue) (Anexo A 10), mientras que La Marina Sur destacó por presentar altos valores de abundancia en especies como *Chroicocephalus maculipennis* (gaviota cahuil), *Spinus barbatus* (jilguero) y *Tachycineta leucopyga* (golondrina chilena) (Anexo A 3), evidenciando una comunidad mixta de aves acuáticas y terrestres.

TABLA 7. Abundancia total de avifauna registradas durante las temporadas de invierno y primavera de 2025 para los humedales de Puerto Varas.

Especies	Nombre Común	La Marina	La Marina Sur	Quebrada Gramado	Costanera (control)
<i>Milvago (Daptrius) chimango</i>	Tiuque	10	14	31	5
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	11	3	0	0
<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	25	0	0	0
<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar	9	12	0	12
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	0	2	3	1
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	Gaviota cáhuil	2	59	0	11
<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete	0	1	0	0
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete patagónico	4	37	0	10
<i>Columba livia</i>	Paloma	0	4	0	0
<i>Coragyps atratus</i>	Jote cabeza negra	0	18	1	0
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	5	0	8	0
<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne de cuello negro	0	0	0	4
<i>Elaenia albiceps</i>	Fío fío	18	26	1	0
<i>Fulica armillata</i>	Tagua común	4	4	0	0
<i>Gallinago magellanica</i>	Becacina	1	0	0	0
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	0	18	0	478
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	0	2	0	0
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	0	0	2	2
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador	0	2	0	1
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	10	1	0	0
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	16	21	59	6
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	5	2	0	0
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	5	4	0	5
<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino	0	0	0	1
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina d. negro	2	2	0	0
<i>Pyrope pyrope</i>	Diucón	0	1	0	0
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor chico	15	13	31	0
<i>Spinus barbatus</i>	Jilguero	20	64	0	0
<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>	Colilarga	6	4	4	0
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena	28	43	32	22
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	15	16	65	0
<i>Troglodytes musculus</i>	Chercán	5	20	4	0
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	2	5	5	0
<i>Vanellus chilensis chilensis</i>	Queltehue	17	13	8	6
	Suma total	235	411	254	564

Entre los humedales urbanos evaluados, las especies con mayor abundancia total y frecuencia de registros en los distintos sitios fueron *Tachycineta leucopyga*, *Passer domesticus*, *Sephanoides sephaniodes*, *Elaenia albiceps* y *Spinus barbatus*. En contraste, las especies menos frecuentes correspondieron a registros puntuales de muy baja abundancia, como: *Cinclodes oustaleti* (Anexo A 4), *Gallinago magellanica* (Anexo A 5), *Phrygilus gayi* (Anexo A 11) y *Pyrope pyrope*, detectados sólo una vez en alguno de los sitios, mientras que *Cygnus melancoryphus* solo apareció una vez en el humedal Costanera.

Avifauna durante invierno 2025

Durante la temporada de invierno de 2025, la mayor riqueza de avifauna se registró, en el humedal La Marina Sur, mientras que Quebrada Gramado presentó la menor riqueza de especies entre los humedales estudiados (FIGURA 9). En cuanto a la abundancia, el humedal Costanera mostró el mayor número de individuos (230), mientras que Quebrada Gramado registró la menor abundancia (36). No se encontraron diferencias significativas en la riqueza de especies entre los humedales (ANOVA, $p = 0,41$), ni tampoco para la abundancia (Kruskal-Wallis, $p = 0,693$). Más información respecto la avifauna registrada durante la temporada de invierno de los humedales revisar: Anexo C 1.

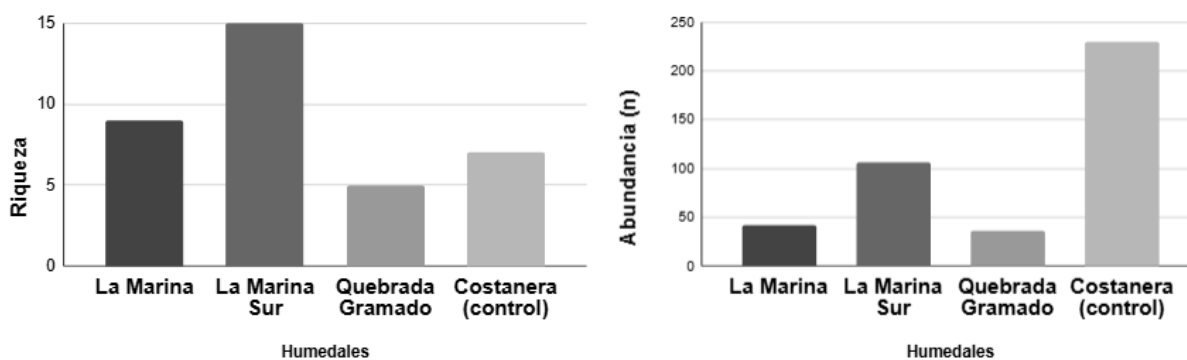


FIGURA 9. Riqueza y abundancia total registrada para los tres humedales urbanos y el humedal control costanera durante la temporada de invierno 2025.

Avifauna durante primavera 2025

Durante la temporada de primavera (FIGURA 10) el humedal La Marina Sur junto a La Marina presentaron la mayor riqueza registrada, siendo caso contrario para Quebrada Gramado y Costanera. Por otra parte, la abundancia nuevamente fue mayor en el humedal Costanera, seguido del humedal La Marina Sur y por último La Marina con la menor abundancia registrada. Durante la temporada de primavera, no se obtuvieron diferencias significativas (ANOVA) en la riqueza de especies entre los humedales ($p=0,44$), ni tampoco para la abundancia ($p=0,37$). Más información respecto la avifauna durante la temporada de primavera de los humedales revisar ANEXO C.

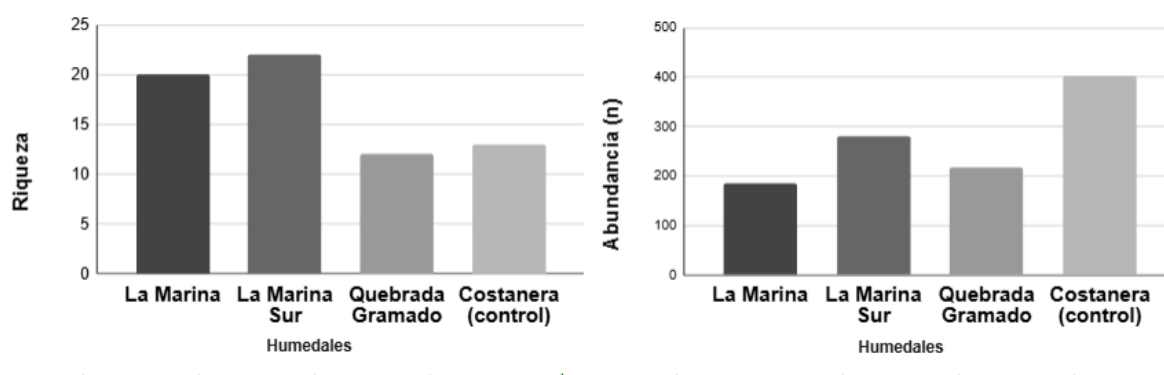


FIGURA 10. Riqueza y abundancia registrada para los humedales durante la temporada de primavera 2025.

Avifauna y microhábitats

Las especies de avifauna registradas en los humedales urbanos de Puerto Varas evidenciaron una clara diferenciación en el uso de microhábitats, asociada principalmente a la estructura de la vegetación, el grado de apertura del entorno y la disponibilidad de cuerpos de agua. Las especies passeriformes, tales como *Spinus barbatus* (jilguero), *Tachycineta leucopyga* (golondrina chilena), *Troglodytes musculus* (cher-cán) y *Passer domesticus* (gorrión), se registraron preferentemente en sectores con mayor cobertura vegetal, presencia de arbustos y arbolado, utilizando estos elementos tanto para alimentación como para refugio y nidificación. De manera similar, especies como *Sephanoides sephaniodes* (picaflor chico) y *Leptasthenura aegithaloides* (tijeral) mostraron afinidad por microhábitats con vegetación estructuralmente compleja. Las especies acuáticas y semiacuáticas, incluyendo *Anas georgica* (pato jergón

grande), *Anas platyrhynchos* (pato de collar), *Fulica armillata* (tagua común) y *Cygnus melancoryphus* (cisne de cuello negro), se asociaron principalmente a sectores de agua permanente, orillas de pendiente baja y vegetación emergente o sumergida, utilizando estos microhábitats para alimentación y descanso. En contraste, las gaviotas, particularmente *Larus dominicanus* (gaviota dominicana) y *Chroicocephalus maculipennis* (gaviota cahuil), mostraron una preferencia por ambientes abiertos, con escasa cobertura vegetal y alta visibilidad, tales como bordes lacustres expuestos y áreas intervenidas, lo que concuerda con su comportamiento oportunista y su tolerancia a la presión antrópica. Por su parte, especies de comportamiento más cauteloso como *Nycticorax nycticorax* (huairavo), *Patagioenas araucana* (torcaza) (Anexo A 12) y *Curaeus curaeus* (tordo) se registraron principalmente en sectores con vegetación densa y estratificada, incluyendo juncales, matorrales y arbolado ribereño, los cuales proporcionan refugio visual y acústico, además de condiciones favorables para la alimentación y el descanso.

Evaluación de presión antrópica

Ruido antrópico invierno 2025

Los niveles promedio de ruido antrópico durante la temporada de invierno fueron más altos en el humedal Costanera, Quebrada Gramado y La Marina, mientras que en La Marina Sur se registraron los niveles más bajos de ruido (TABLA 8).

TABLA 8. Niveles de ruido antrópico en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de invierno 2025.

Estación de muestreo (CF)	Humedal	Ruido (dB)	Nivel de presión
CF01	La Marina Sur	56,4	2
CF02		53,9	1
CF03		55,5	2
CF04		52,1	1
CF05	La Marina	56,35	2
CF06		55,88	2
CF07		75,1	3
CF08		68,65	3
CF09	Quebrada Gramado	62,5	2
CF10		68,45	3
CF11		73,95	3
CF12		58,6	2
CF13	Costanera	69,95	3

Donde: Nulo (0), Bajo (1), Moderado (2) y Alto (3).

Los niveles de ruido mostraron diferencias no significativas entre los humedales urbanos (ANOVA, $p = 0,08$) (FIGURA 11).

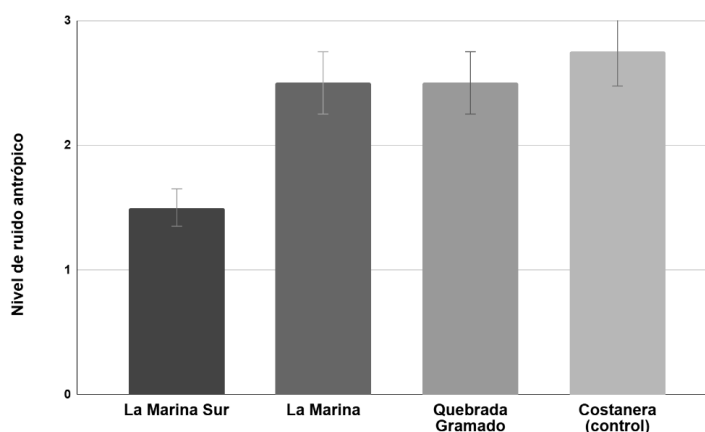


FIGURA 11. Niveles promedio (s) de ruido antrópico en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de invierno 2025.

Ruido antrópico primavera 2025

Durante la primavera de 2025, los niveles de ruido antrópico mostraron variaciones entre los humedales urbanos de Puerto Varas (TABLA 9). En el humedal La Marina Sur, se registraron valores bajos, considerados como bajos (nivel 1), mientras que La Marina y Quebrada Gramado presentaron mayores intensidades.

TABLA 9. Niveles de ruido antrópico en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de primavera 2025.

Estación de muestreo (CF)	Humedal urbano	Ruido (dB)	Nivel de presión
CF01	La Marina Sur	51,45	1
CF02		45,85	1
CF03		56,35	2
CF04		49,75	1
CF05	La Marina	47,45	1
CF06		41,22	1
CF07		77,15	3
CF08		52,1	1
CF09	Quebrada Gramado	68,4	3
CF10		68,2	3
CF11		72,6	3
CF12		63,35	2
CF13	Costanera	53,3	1

Donde: Nulo (0), Bajo (1), Moderado (2) y Alto (3).

En particular, Quebrada Gramado alcanzó el nivel más elevado de ruido (2,7), constituyéndose en el sitio con mayor presión acústica, mientras que La Marina Sur evidenció los menores valores (FIGURA 12). El análisis estadístico reveló diferencias no significativas en los niveles de ruido entre los humedales (ANOVA, $p = 0,07$).

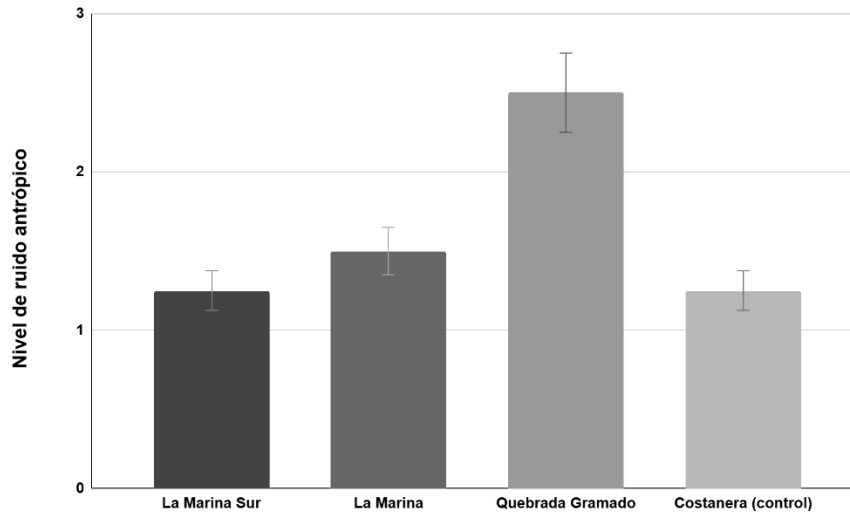


FIGURA 12. Niveles promedio (s) de ruido antrópico en los humedales urbanos de Puerto Varas durante la temporada primavera 2025.

Evaluación de la presencia de basura

Basura invierno 2025

Durante la primavera, los niveles de presencia de basura variaron entre los humedales de Puerto Varas (TABLA 10). Los humedales La Marina y La Marina Sur muestran, en general, los menores niveles de presencia de basura, en comparación con los otros humedales como Quebrada Gramado donde las estaciones CF09, CF11 y CF12 llegan al nivel 3 de presión antrópica y Costanera con un nivel moderado.

TABLA 10. Niveles de presencia de basura presente en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de invierno 2025.

Estación de muestreo (CF)	Humedal urbano	Nivel de presión
CF01	La Marina Sur	1
CF02		2
CF03		2
CF04		2
CF05	La Marina	1
CF06		1
CF07		1
CF08		2
CF09	Quebrada Gramado	3
CF10		2
CF11		3
CF12		3
CF13	Costanera	2

Donde: Nulo (0), Bajo (1), Moderado (2) y Alto (3).

Los niveles de presencia de basura no difirieron significativamente entre los humedales, donde los humedales La Marina y Quebrada Gramado presentaron niveles moderados y La Marina Sur junto a Costanera niveles bajos (Kruskal Wallis, $p=0,326$) (FIGURA 13).

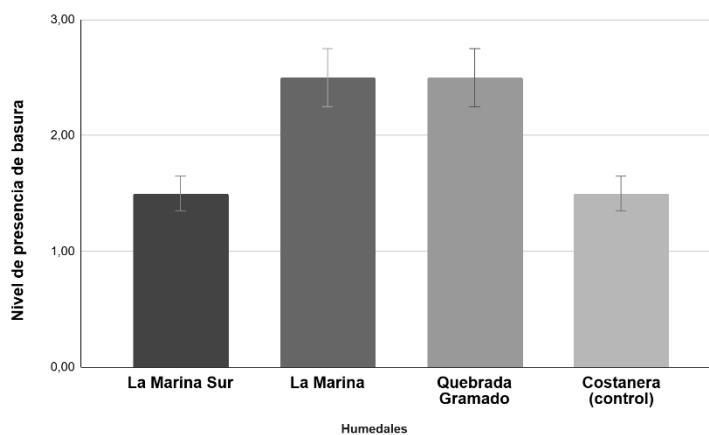


FIGURA 13. Niveles de presencia de basura en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de invierno 2025.

Basura primavera 2025

Durante la primavera, los niveles de presencia de basura variaron entre los humedales de Puerto Varas (TABLA 11). El humedal La Marina muestra, en general, que presenta los menores niveles de presencia de basura, en comparación con los otros sitios, con solo CF08 alcanzando un nivel moderado. Caso totalmente contrario para el humedal Quebrada Gramado, presentando los niveles más altos de presencia de basura en conjunto del humedal Costanera.

TABLA 11. Niveles de presencia de Basura presente en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de primavera 2025.

Estación de muestreo (CF)	Humedal urbano	Nivel de presión
CF01		1
CF02	La Marina Sur	2
CF03		2
CF04		2
CF05		1
CF06	La Marina	1
CF07		1
CF08		2
CF09		3
CF10	Quebrada Gramado	2
CF11		3
CF12		2
CF13	Costanera	2

Donde: Nulo (0), Bajo (1), Moderado (2) y Alto (3).

Los niveles de presencia de basura en los humedales urbanos durante la temporada de primavera (FIGURA 14) no mostraron diferencias significativas (Kruskal Wallis, $p = 0,25$).

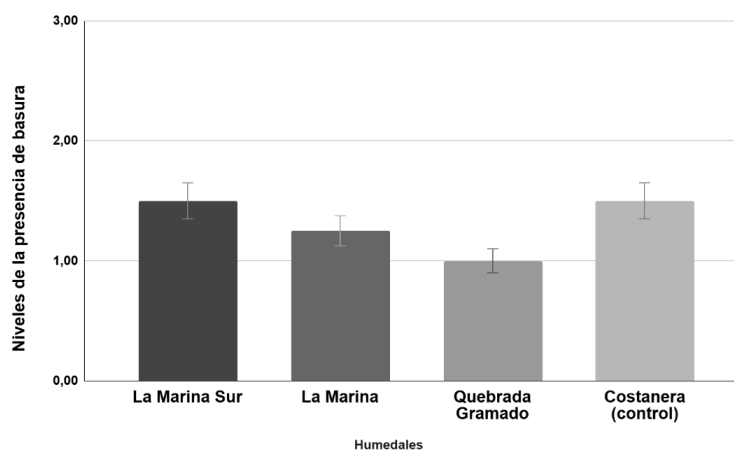


FIGURA 14. Niveles de presencia de basura en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de primavera 2025.

Evaluación de la presencia de animales domésticos

Animales domésticos invierno 2025

La presencia de animales domésticos fue baja (incluso nula) en todos los sitios, siendo Quebrada Gramado el humedal con el mayor valor promedio, mientras que Costanera no presentó registros de animales domésticos, correspondiendo al nivel más bajo de presión (nulo) (TABLA 12).

TABLA 12. Niveles de presencia de animales domésticos en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de invierno.

Estación de muestreo (CF)	Humedal urbano	Nivel de animales domésticos presentes	Nivel de presión
CF01	La Marina Sur	1	1
CF02		3	
CF03		0	
CF04		0	
CF05	La Marina	0	0,5
CF06		1	
CF07		0	
CF08		1	
CF09	Quebrada Gramado	0	0,75
CF10		0	
CF11		0	
CF12		3	
CF13	Costanera	0	0

Donde: Nulo (0), Bajo (1), Moderado (2) y Alto (3).

Durante el invierno, la presencia de animales domésticos tuvo una distribución homogénea entre los humedales (FIGURA 15). Las diferencias de los niveles de presión antrópica entre los humedales urbanos no mostraron diferencias significativas (Kruskal Wallis, $p = 0,85$).

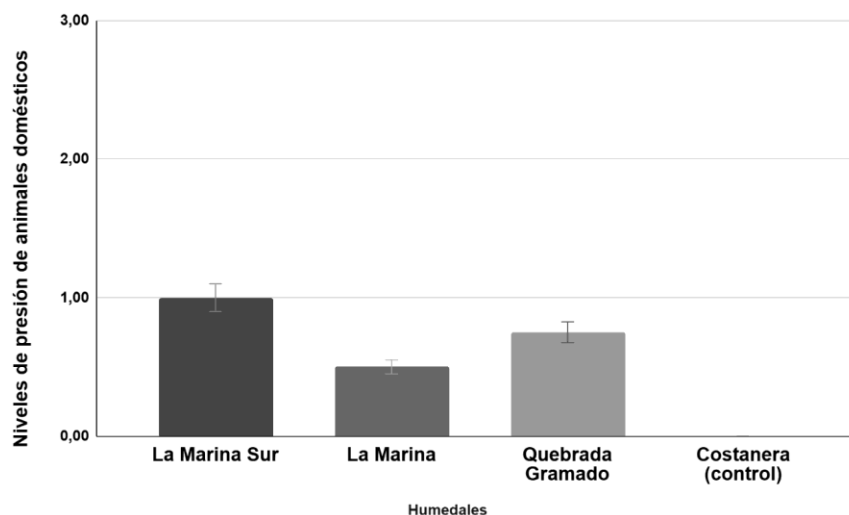


FIGURA 15. Niveles de presencia de animales domésticos en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de invierno 2025.

Animales domésticos primavera 2025

Durante la primavera, la presencia de animales domésticos evidenció variaciones entre los humedales urbanos de Puerto Varas (TABLA 13). Los valores promedio reflejaron una baja presión antrópica en los humedales La Marina Sur y Quebrada Gramado, mientras que el humedal La Marina registró el nivel más alto (promedio = 1,5). En contraste, el humedal Costanera no presentó evidencia de presión por animales domésticos.

TABLA 13. Niveles de presencia de animales domésticos en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de primavera.

Estación de muestreo (CF)	Humedal urbano	Nivel de animales domésticos presentes	Nivel de presión
CF01	La Marina Sur	2	1
CF02		2	
CF03		0	
CF04		0	
CF05	La Marina	2	1,5
CF06		3	
CF07		1	
CF08		0	
CF09	Quebrada Gramado	1	1
CF10		0	
CF11		0	
CF12		3	
CF13	Costanera	0	0

Donde: Nulo (0), Bajo (1), Moderado (2) y Alto (3).

En términos generales, los niveles promedio de presencia de animales domésticos durante la primavera (FIGURA 16) fueron bajos, con excepción del humedal La Marina, que concentró la mayor intensidad de perturbación. Sin embargo, las diferencias entre humedales urbanos no resultaron estadísticamente significativas (Kruskal-Wallis, $p = 0,62$). Cabe destacar que, durante el muestreo en el humedal La Marina (CF05), se documentó un intento de ataque por parte de un perro residente sin dueño aparente hacia un ejemplar de pato jergón grande (*Anas georgica*), evento consignado en el Anexo A 1.

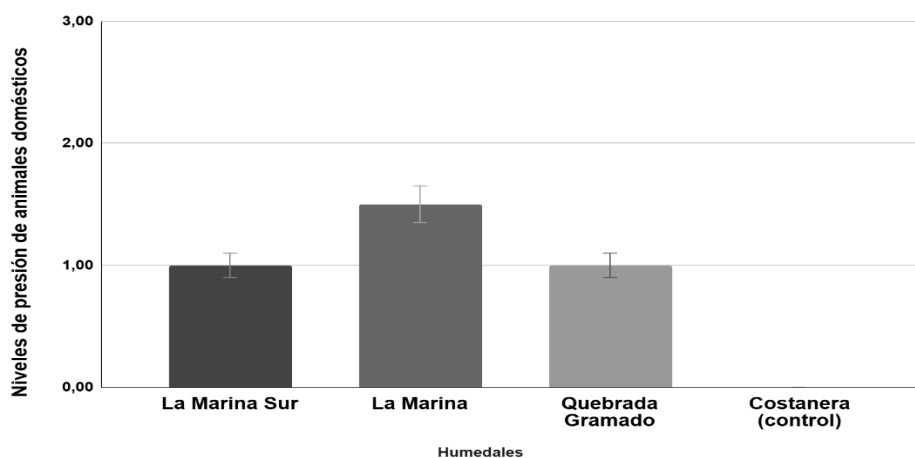


FIGURA 16. Niveles de presencia de animales domésticos en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de invierno 2025.

Evaluación de la presencia de animales exóticos

Animales exóticos invierno 2025

Durante la temporada de invierno 2025, la presencia de especies exóticas fue prácticamente nula, registrándose un único caso aislado en el humedal La Marina con la presencia de *Anas platyrhynchos* en CF05, de las 13 estaciones muestreadas correspondiente a los humedales urbanos de Puerto Varas. Debido a la baja ocurrencia y a la ausencia de variación entre humedales, no se realizaron representaciones gráficas ni análisis estadísticos para este factor en esta temporada.

Animales exóticos primavera 2025

Durante la primavera de 2025, el registro de especies exóticas correspondió a las especies *Anas platyrhynchos* (pato doméstico), *Passer domesticus* (gorrión europeo), *Columba livia* (paloma), donde su presencia mostró variaciones entre los humedales evaluados (TABLA 14). En términos generales, los valores reflejaron una presión baja a moderada en La Marina Sur, La Marina y Quebrada Gramado, mientras que el humedal Costanera registró el mayor valor promedio, evidenciando una mayor incidencia de especies exóticas.

TABLA 14. Niveles de presencia de animales exóticos en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de primavera 2025.

Estación de muestreo (CF)	Humedal urbano	Nivel de animales exóticos presentes	Nivel de presión
CF01		2	
CF02	La Marina Sur	1	1,25
CF03		1	
CF04		1	
CF05		2	
CF06	La Marina	1	1,5
CF07		2	
CF08		1	
CF09		0	
CF10	Quebrada Gramado	0	1
CF11		1	
CF12		2	
CF13	Costanera	3	2,75

Donde: Nulo (0), Bajo (1), Moderado (2) y Alto (3).

Los niveles promedio de presencia de fauna exótica fueron bajos en la mayoría de los sitios (FIGURA 17), lo que sugiere una presión antrópica relativamente reducida asociada a este factor. El humedal La Marina alcanzó el mayor nivel promedio de presión (1,4), seguido por La Marina Sur y Quebrada Gramado, mientras que el sector Costanera presentó valores más elevados. Sin embargo, las diferencias entre humedales urbanos no resultaron estadísticamente significativas (Kruskal-Wallis, $p = 0,56$), lo que indica una distribución relativamente homogénea de la presencia de fauna exótica entre los sitios analizados.

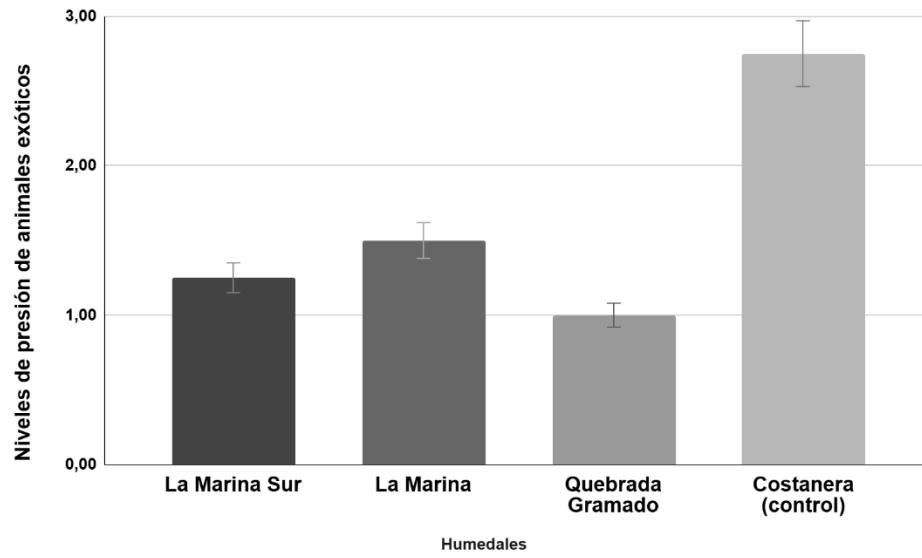


FIGURA 17. Niveles de presencia de animales exóticos en los humedales de Puerto Varas durante la temporada de primavera 2025.

Índice de presión antrópica (IPA)

La TABLA 15 muestra los valores del índice de presión antrópica (IPA) registrados en los humedales urbanos de Puerto Varas durante las temporadas de invierno y primavera de 2025, considerando cada estación de muestreo. Los valores del índice variaron entre 0,75 y 2,00, correspondientes a niveles de presión antrópica bajos a moderados, con variaciones entre humedales y entre estaciones. En general, se observó una tendencia a valores ligeramente mayores durante la primavera en comparación con el invierno

TABLA 15. Índice de presión antrópica de los humedales (y por cada estación de muestreo) de Puerto Varas durante las temporadas de invierno y primavera 2025.

Estación de muestreo (CF)	Humedal urbano	Índice de presión antrópica (IPA) 2025	
		Invierno	Primavera
CF01	La Marina Sur	1,00	1,50
CF02		1,50	1,50
CF03		0,75	1,00
CF04		0,75	1,00
CF05	La Marina	0,75	1,50
CF06		1,00	1,50
CF07		1,00	1,75
CF08		1,50	1,00
CF09	Quebrada Gramado	1,83	1,75
CF10		1,75	1,25
CF11		1,75	2,00
CF12		1,75	1,75
CF13	Costanera	1,75	1,50

Donde: Nulo (0), Bajo (1), Moderado (2) y Alto (3).

El análisis estadístico indicó diferencias significativas en invierno entre los humedales (Kruskal-Wallis, $p = 0,01$); el post hoc de Dunn mostró que Quebrada Gramado difirió significativamente respecto de La Marina Sur, mientras que Costanera, La Marina Sur y La Marina no presentaron diferencias entre sí ($p > 0,05$). En primavera, La Marina Sur alcanzó niveles bajos-moderados y los demás humedales mostraron incrementos mínimos, sin diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p = 0,07$). La comparación estacional entre invierno y primavera tampoco evidenció diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p = 0,93$) (FIGURA 18).

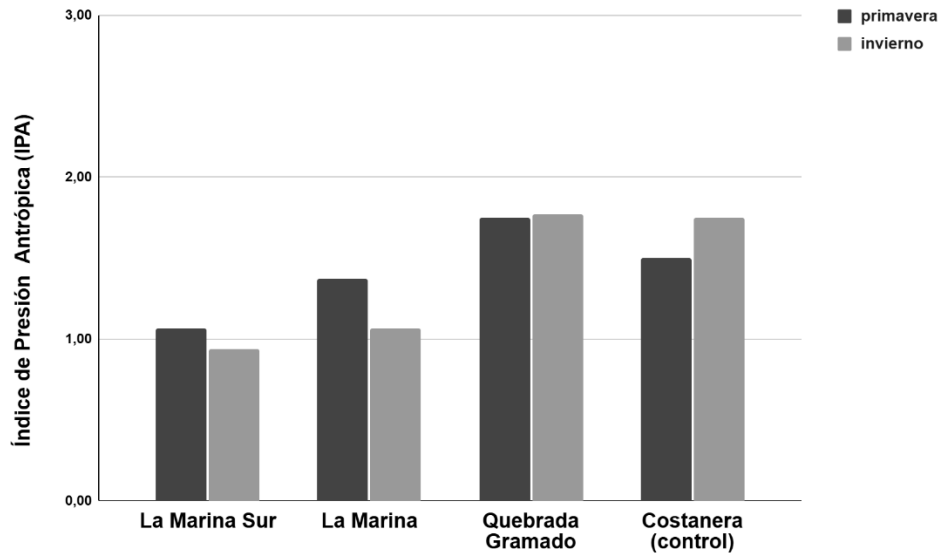


FIGURA 18. Índice de presión antrópica (IPA) de los humedales de Puerto Varas durante las temporadas de invierno y primavera 2025.

Análisis estadísticos

Análisis de diversidad

Durante el invierno, los valores de dominancia fueron bajos en los tres humedales, lo que indica ausencia de especies claramente dominantes. La Marina Sur presentó la dominancia más baja (0,166), seguida por Quebrada Gramado (0,249) y La Marina (0,254). Por otro lado, los valores del índice de Simpson (1-D) mostraron una diversidad moderada, con los valores más altos en La Marina Sur (0,834), seguida por Quebrada Gramado (0,751) y La Marina (0,746). El índice de Shannon reflejó el mismo patrón, registrando mayor diversidad en La Marina Sur (2,154), valores intermedios en La Marina (1,795) y menores en Quebrada Gramado (1,457).

Durante la temporada de invierno, el índice de equitatividad de Pielou (TABLA 16) mostró diferencias en la distribución de los individuos entre las especies de avifauna en los humedales evaluados. El humedal Quebrada Gramado presentó el valor más alto de equitatividad ($J = 0,8708$), indicando una distribución homogénea de los individuos y una baja dominancia específica. Valores igualmente elevados se registraron en La Marina Sur ($J = 0,7709$) y La Marina ($J = 0,7738$). En contraste, el humedal Costanera mostró un valor de

equitatividad moderado ($J = 0,4988$), evidenciando una mayor dominancia de ciertas especies en comparación con los demás humedales.

TABLA 16. Índices de diversidad de las comunidades de aves presente en los humedales de Puerto varas durante la temporada de invierno 2025.

Humedal	Dominancia (D)	Simpson (1-D)	Shannon (H')	Pielou (J)
Quebrada Gramado	0,249	0,751	1,457	0,8708
La Marina	0,254	0,746	1,795	0,7738
La Marina Sur	0,166	0,834	2,154	0,7709

Durante la primavera, los valores de dominancia fueron bajos en los tres humedales, indicando ausencia de especies claramente dominantes. La dominancia más baja se registró en La Marina (0,074), seguida por La Marina Sur (0,086) y Quebrada Gramado (0,177). El índice de Simpson (1-D) mostró valores altos en todos los sitios, con mayor diversidad en La Marina (0,925), seguida por La Marina Sur (0,914) y Quebrada Gramado (0,823). De manera consistente, Shannon reflejó diversidad más elevada en La Marina (2,758) y La Marina Sur (2,677), mientras que Quebrada Gramado presentó el menor valor (1,988).

En cuanto al índice de equitatividad de Pielou (TABLA 17) evidenció diferencias en la estructura de la comunidad de avifauna entre los humedales evaluados. El humedal La Marina presentó el valor más alto de equitatividad ($J = 0,9025$), indicando una distribución homogénea de los individuos entre las especies, sin dominancia marcada. De manera similar, La Marina Sur y Quebrada Gramado mostraron una equitatividad elevada ($J = 0,854$ y $0,789$), lo que sugiere una comunidad relativamente balanceada en términos de abundancia específica. Caso contrario para el humedal Costanera el cual demostró una baja equitatividad ($J = 0,223$) reflejando una heterogeneidad en las especies del lugar.

TABLA 17. Índices de diversidad de las comunidades de aves presente en los humedales de Puerto varas durante la temporada de primavera 2025.

Humedal	Dominancia (D)	Simpson (1-D)	Shannon (H')	Pielou (J)
Quebrada Gramado	0,177	0,823	1,988	0,789
La Marina	0,074	0,925	2,758	0,902
La Marina Sur	0,086	0,914	2,677	0,854

Modelo lineal generalizado con distribución de Poisson

El análisis mediante modelos lineales generalizados con distribución de Poisson y función de enlace logarítmica, aplicado a la riqueza de avifauna en relación con el índice de presión antrópica ($p = 0,920$), el pH ($p = 0,788$) y la temperatura del agua ($p = 0,959$), no evidenció relaciones estadísticamente significativas para ninguna de las variables evaluadas (FIGURA 19), lo que se refleja en los altos valores de probabilidad asociados a la pendiente de cada modelo.

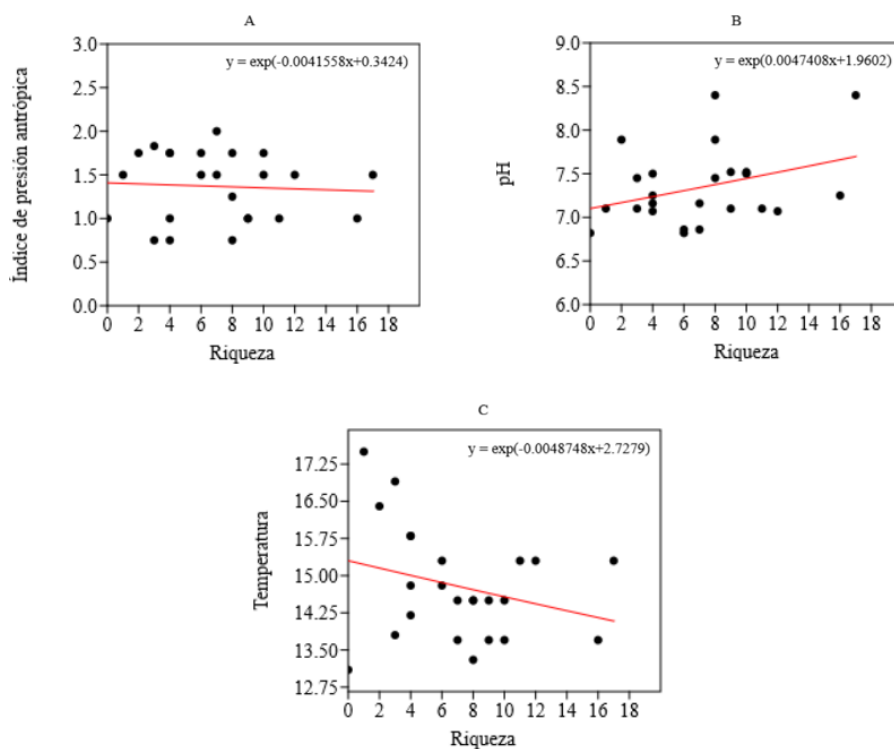


FIGURA 19. Modelos de regresión lineales generalizados (Poisson) de la riqueza de avifauna en relación con el índice de presión antrópica (A), el pH (B) y la temperatura del agua (C).

En cuanto a la abundancia de avifauna en relación con el índice de presión antrópica ($p = 0,912$), el pH ($p = 0,848$) y la temperatura del agua ($p = 0,584$), no evidenciaron relaciones estadísticamente significativas para ninguna de las variables evaluadas (FIGURA 20), lo que se refleja en los altos valores de probabilidad asociados a la pendiente de cada modelo.

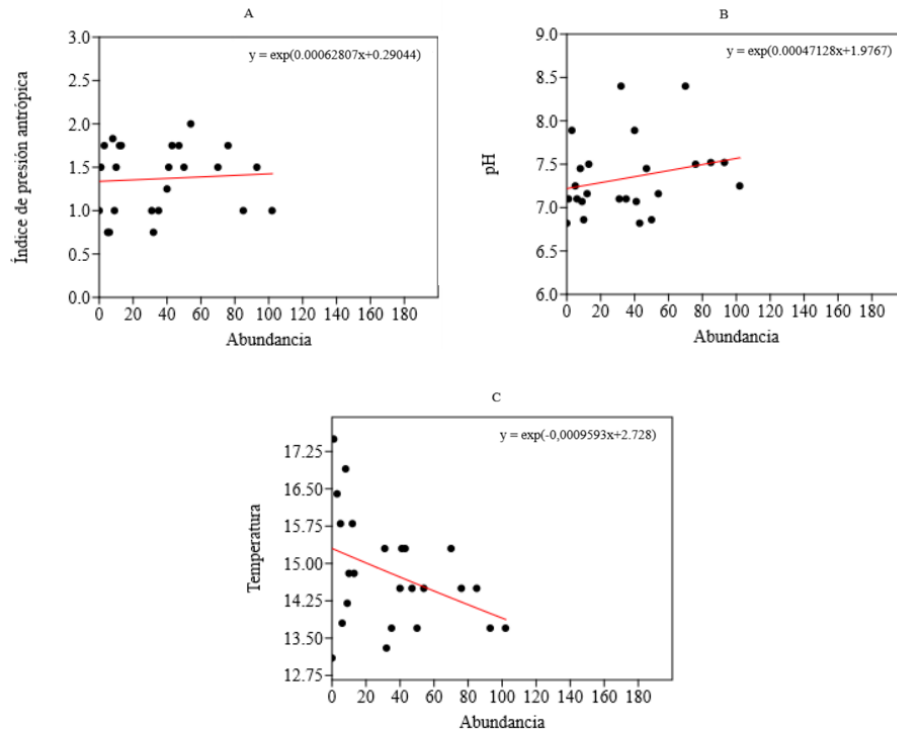


FIGURA 20. Modelos de regresión lineales generalizados (Poisson) de la abundancia de avifauna en relación con el índice de presión antrópica (A), el pH (B) y la temperatura del agua (C).

Comparación temporal (2022 y 2025) de la riqueza y abundancia de avifauna

Durante las temporadas de invierno y primavera correspondientes a los muestreos realizados en los años 2022 y 2025 (FIGURA 21), se observaron diferencias en la riqueza y abundancia de las comunidades de avifauna tanto entre los distintos humedales urbanos evaluados como a nivel temporal entre ambos años. En términos generales, ambas variables presentaron valores significativamente mayores durante el año 2022 en los humedales La Marina, La Marina Sur y Quebrada Gramado, en comparación con los registros obtenidos en 2025. Aun con estas diferencias, el análisis estadístico mediante la prueba de Mann-Whitney demostró diferencias no significativas para los valores de abundancia ($p = 0,19$) y de riqueza ($p = 0,38$).

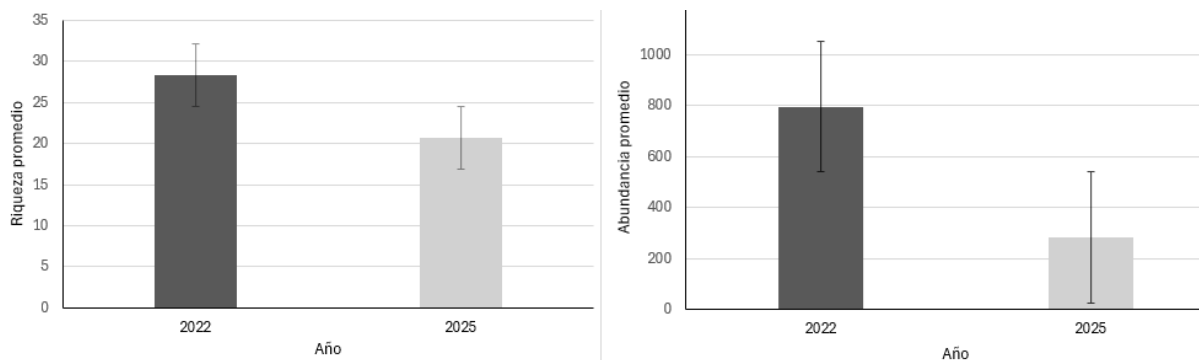


FIGURA 21. Promedio (s) de la abundancia y riqueza de la avifauna muestreada en los humedales de Puerto Varas durante los años 2022 y 2025.

Al comparar la abundancia de especies entre los años 2022 y 2025, se observaron variaciones en la especie más abundante y en los registros más bajos entre humedales. En Quebrada Gramado, durante 2022 la especie más abundante fue *Enicognathus ferrugineus* (n=57), mientras que la menor abundancia correspondió a especies con registros puntuales de un individuo, como *Phrygilus patagonicus*. En 2025, la mayor abundancia en este humedal fue registrada para *Theristicus melanopis* (Anexo A7) (n=65), mientras que la menor abundancia correspondió a especies con un solo individuo, como *Coragyps atratus*. En el humedal La Marina, en 2022 la especie más abundante fue *Spinus barbatus* (n=213), seguida por *Theristicus melanopis*, que registró 114 individuos. La menor abundancia correspondió a *Ardea alba*, con un solo individuo registrado. En 2025, la especie con mayor abundancia fue *Tachycineta leucopyga* (Anexo A 3) (n=28), mientras que la menor abundancia correspondió a *Gallinago magellanica* (Anexo A 5), con un único individuo. En La Marina Sur, durante 2022 la mayor abundancia correspondió a *Tachycineta leucopyga* (n=99), mientras que la menor abundancia fue registrada para *Ardea alba* (n=1). En 2025, la especie más abundante en este humedal fue *Spinus barbatus* (Anexo A 6) (n=64), y la menor abundancia correspondió a especies con registros aislados, como *Cinclodes oustaleti* (Anexo A 4)(n = 1).

Especies potenciales del Lago Llanquihue versus especies muestreadas en los humedales de Puerto Varas 2025.

De acuerdo con la información disponible en la plataforma iNaturalist Chile (iNaturalist 2025), el Lago Llanquihue presenta un registro de 134 especies de aves (durante 2025), lo que refleja una alta diversidad de avifauna. En contraste, los muestreos realizados durante el año 2025 en los humedales urbanos adyacentes al lago registraron un total de 33 especies, equivalentes al 24,6% de la riqueza regional conocida. El humedal La Marina Sur fue el que concentró una mayor cantidad de riqueza (S=27), seguido de La Marina (S=22), Quebrada Gramado (S=13) y por último el humedal con menor riqueza Costanera (S=7). Esta diferencia entre la riqueza a nivel de cuenca y la registrada en cada humedal evidencia la marcada heterogeneidad espacial del lago y sus ambientes asociados, así como la influencia del tipo de hábitat muestreado. No obstante, el número de especies registradas indica que estos sistemas concentran una fracción relevante de la avifauna regional.

DISCUSIÓN

Los valores de pH registrados en los humedales La Marina, Costanera, La Marina Sur y Quebrada Gramado se mantuvieron dentro del rango de 6,5 a 8,5 establecido por la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas del lago Llanquihue (D.S. 122/2009), cuyo objetivo es conservar su condición oligotrófica y prevenir procesos de eutrofización antrópica. La Dirección General de Aguas, a través de su monitoreo oficial (SMA 2025) ha verificado que, aun con la presión de distintos usos en la cuenca, el lago conserva parámetros fisicoquímicos dentro de los límites establecidos por la normativa y presenta una condición oligotrófica. Esto refleja que la calidad de sus aguas sigue siendo adecuada para el ecosistema.

En este contexto, los valores de pH observados en los humedales urbanos adyacentes al Lago Llanquihue son coherentes con condiciones de agua dulce no acidificada ni alcalinizada en forma extrema y se sitúan en un rango similar al descrito para otros humedales urbanos de la región. En el humedal urbano Parque Luis Ebel, en Puerto Montt, Terre et al. (2025) reportan que parámetros generales como pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto se encuentran dentro de rangos que permiten clasificar la calidad del agua entre regular y buena, pese a la presencia de presiones antrópicas en su entorno. La ausencia de relaciones significativas (GLM de Poisson) entre pH y la abundancia o riqueza de aves en este estudio sugiere que, en los humedales evaluados, este parámetro no actúa como un factor limitante para la comunidad de avifauna, probablemente porque se mantiene dentro de un rango óptimo para la mayoría de las especies de aves. En conjunto, estos antecedentes respaldan que los humedales urbanos estudiados conservan, al menos desde el punto de vista del pH, condiciones ambientales compatibles con el mantenimiento de comunidades de avifauna relativamente diversas.

La avifauna de los humedales La Marina, La Marina Sur, Costanera y Quebrada Gramado mostró variaciones estacionales en riqueza y abundancia, con un aumento general durante la primavera, lo que es consistente con el patrón descrito para humedales urbanos de Llanquihue, donde la riqueza tiende a ser mayor en primavera y la diversidad se mantiene alta a lo largo del año a pesar del contexto urbano (Gallardo et al. 2018). De manera complementaria, los patrones observados en el humedal de Trumao, donde *Chroicocephalus maculipennis* (gaviota cáhuil)

fue la especie dominante y presentó variaciones importantes junto a *Anas georgica* (pato jergón grande), especies durante las temporadas frías y cálidas siendo esta última donde mayor abundancia tuvo (Tobar et al. 2021), coincidiendo de esta manera con las variaciones de abundancia (las mismas especies) en los humedales de Puerto Varas. Este incremento estacional puede asociarse a la llegada de especies migratorias, al inicio de la temporada reproductiva y a una mayor disponibilidad de recursos tróficos y microhábitats, fenómenos descritos también en otros humedales de zonas templadas donde la estructura de las comunidades de aves se reorganiza entre periodos reproductivos y no reproductivos (Lorenzón et al. 2019).

La presencia de aves marinas en los humedales urbanos estudiados (Anexo A2), particularmente de la gaviota cáhuil (*Chroicocephalus maculipennis*) y la gaviota dominicana (*Larus dominicanus*), ambas pertenecientes a la familia Laridae, refuerza la idea de que estos ambientes funcionan como áreas de descanso y refugio dentro de los hábitats acuáticos del lago Llanquihue. Tal como describen Josens et al. (2009) en la laguna Los Padres, Buenos Aires Argentina, registró la presencia de dos especies de la familia Laridae: la gaviota capucho café (*Chroicocephalus maculipennis*) y la gaviota capucho gris (*Chroicocephalus cirrocephalus*). Ambas conformaron una colonia reproductiva numerosa, con más de un millar de individuos, ocupando un área extensa de juncales y sectores con vegetación flotante. Las actividades observadas estuvieron directamente relacionadas con el ciclo reproductivo, alimentación y descanso, un patrón concordante con su aparición reiterada en los humedales La Marina, La Marina Sur y, especialmente, en Costanera. Además, la colonia de Laridae generó un efecto protector para otras aves acuáticas que compartían el espacio, como cuervillos y garcitas, ya que la conducta defensiva y agresiva de las gaviotas frente a posibles predadores ofrecía seguridad adicional a las especies vecinas. En cuanto a la gaviota dominicana, también ha sido registrada utilizando humedales costeros como sitios de descanso y refugio, como lo documentan Minhuey et al. (2023) para el humedal costero Poza de La Arenilla (Callao, Perú), donde los autores concluyen sobre el importante rol que cumple el humedal como zona de reposo y descanso, rol que se ve incrementado cuando estas aves marinas no se encuentran en el litoral costero alimentándose, sino que descansando en las aguas continentales. En este contexto, la utilización de humedales urbanos continentales por parte de aves marinas y costeras puede interpretarse como parte de una estrategia de uso flexible del hábitat, característica de especies con alta movilidad y plasticidad ecológica. Estudios de alcance global han señalado que las aves

acuáticas y costeras dependen de redes de humedales interconectados, los cuales cumplen funciones complementarias a lo largo de sus ciclos diarios y estacionales, incluyendo alimentación, descanso y refugio (Vest et al. 2023). Desde esta perspectiva, los humedales urbanos del lago Llanquihue no deben considerarse ambientes aislados, sino elementos funcionales dentro de un mosaico de hábitats acuáticos que permiten a las aves optimizar el uso del espacio y la energía. Asimismo, investigaciones específicas sobre gaviotas han demostrado que los sitios de descanso o roosts (sitios de descanso o dormitorios en inglés) en humedales interiores cumplen un rol clave en la organización espacial de las poblaciones, particularmente durante periodos no reproductivos o en momentos de baja actividad trófica (Rao & Babu 2021). Rao & Babu (2021) documentan que especies de *Laridae* seleccionan humedales con aguas someras, alta visibilidad y menor perturbación humana como áreas preferentes de reposo, independientemente de su proximidad al ambiente marino. Este patrón resulta consistente con la utilización recurrente de humedales urbanos someros y de baja profundidad observada en el presente estudio, especialmente en el sector de humedal Costanera. De este modo, la presencia simultánea de aves marinas, acuáticas continentales y especies generalistas en los humedales urbanos evaluados sugiere que estos sistemas cumplen una función ecológica multifuncional, actuando no solo como áreas de descanso para especies de afinidad marina, sino también como hábitats de alimentación, refugio y tránsito para un conjunto diverso de aves (Rao & Babu 2021; Vest et al. 2023). La incorporación de estos humedales dentro de redes de conservación urbana resulta particularmente relevante, considerando que la pérdida o degradación de sitios de descanso puede generar efectos negativos desproporcionados en la eficiencia energética y el uso del hábitat por parte de aves altamente móviles (Rao & Babu 2021; Vest et al. 2023)

Los niveles de presión antrópica registrados en los humedales urbanos (incluyendo al humedal control Costanera) de Puerto Varas evidenciaron la presencia simultánea de basura, ruido, animales domésticos y exóticos en los tres sitios evaluados, aunque los análisis estadísticos no encontraran relaciones significativas entre los factores de presión antrópica versus la riqueza o abundancia de especies. Estos factores son característicos de humedales urbanos y han sido ampliamente descritos como amenazas para la fauna silvestre como para el mismo sistema de humedal (Xu et al. 2020). Si bien los resultados no fueron significativos no significa que no estén presentes. Por ejemplo, en cuanto a la presencia de basura Li et al. (2022) destacan que la acumulación de basura y desechos sólidos en sistemas acuáticos urbanos puede

generar atrapamientos, ingestión de plásticos y pérdida de calidad de hábitat para aves acuáticas y otras especies, siendo un componente importante de la presión antrópica. Siguiendo con la variable de ruido, los resultados variaron desde 41 dB hasta 71 dB dentro de los humedales estudiados, donde, Shannon et al. (2016) detallan de forma exhaustiva los efectos del ruido antropogénico sobre la fauna, destacando en aves que desde los 40 dB de ruido antrópico produce cambios en vocalización, comportamiento, uso de hábitat, éxito reproductivo y reducción de abundancia en áreas ruidosas. Si bien los niveles de ruido antrópico fueron moderados-altos en los humedales estudiados pero estadísticamente no hubo una relación significativa, esto no descarta efectos negativos sobre la avifauna de los humedales urbanos de Puerto Varas.

La presencia de perros (animales domésticos) observada en los cuatro humedales urbanos evaluados constituye una presión relevante sobre la avifauna local, ya que estos animales actúan como depredadores y como una fuente constante de disturbio (Weston & Stankowich 2013). Tal como se describe en Bateman & Gilson (2025), los perros pueden provocar respuestas de huida, abandono de áreas de forrajeo y descanso, e incluso fallas reproductivas, debido a la interrupción de la anidación; además de generar estrés y disminuir el uso del hábitat por parte de aves residentes y migratorias. Sus heces, orina y señales olfativas también funcionan como marcas de depredación que pueden mantener alejadas a las aves aun cuando los animales no se encuentren presentes (Bateman & Gilson 2025). En este estudio, aunque la presencia de perros no mostró relaciones significativas (GLM de Poisson) con la riqueza o abundancia de aves, su registro frecuente en los tres humedales indica una presión constante que podría estar afectando el uso del espacio.

En los humedales La Marina, La Marina Sur, Costanera y Quebrada Gramado la presencia de aves exóticas fue baja, concentrándose un aumento de estas principalmente en primavera. Sin embargo, Álvarez (2022) muestra que varias especies introducidas, como el gorrión europeo (*Passer domesticus*) el cual está presente en los tres humedales urbanos de Puerto Varas, pueden desplazar a aves nativas mediante competencia por sitios de nidificación y recursos, llegando a usurpar nidos de otras especies y ocupar cavidades que antes utilizaban aves locales. Si bien la presencia del gorrión europeo no tuvo una relación significativa con la abundancia y riqueza de los humedales urbanos, el hecho de que ya existan poblaciones, representa una presión constante para la avifauna del lugar, siendo el humedal Quebrada

Gramado con mayor abundancia de esta especie (59 en total), correspondiendo también al humedal con mayor presión antrópica. A su vez, las aves exóticas no son las únicas que desplazan avifauna nativa. Schüttler et al. (2009) demostraron que el visón americano (*Neogale vison*) (presente en Puerto Varas) produce tasas muy altas de depredación sobre nidos de aves acuáticas en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, con supervivencias tan bajas como cinco a veinte por ciento en especies que nidifican en el suelo, lo que evidencia su capacidad para desplazar poblaciones nativas a través de la pérdida sostenida de juveniles y/o reclutas.

Los humedales urbanos de Quebrada Gramado, La Marina Sur, La Marina y Costanera presentan diferencias en su composición y estructura vegetal asociadas a su contexto geomorfológico, grado de intervención y relación con el lago Llanquihue. Sin embargo, todos ellos comparten la influencia directa de la urbanización, la fragmentación del hábitat y la presencia de especies alóctonas, factores que han modificado su estructura ecológica y funcionalidad. El humedal urbano Quebrada Gramado, localizado completamente dentro del límite urbano y fragmentado por infraestructura vial y ferroviaria, se inserta biogeográficamente en la Ecorregión Valdiviana, Subregión de los Bosques siempreverdes, dentro de la formación de Bosques Laurifolios de Chiloé (Pugin 2021). Su vegetación conserva elementos característicos del bosque siempreverde, con especies nativas como nalca (*Gunnera tinctoria*), maqui (*Aristotelia chilensis*) y arrayán (*Luma apiculata*), coherentes con la clasificación de la vegetación natural del sur de Chile (Gajardo 1994). No obstante, la elevada presencia de especies alóctonas como murra (*Rubus ulmifolius*) y espinillo o chacay (*Ulex europaeus*) evidencia procesos de alteración antrópica y reemplazo parcial de la vegetación nativa (Gajardo 1994; Pugin 2021), generando una matriz vegetal heterogénea con sectores de bosque nativo y bosque alóctono.

El humedal urbano La Marina Sur, ubicado parcialmente dentro del límite urbano y contiguo a predios privados, presenta una vegetación fuertemente influenciada por el régimen hídrico del lago Llanquihue y por la persistencia de suelos saturados, lo que favorece el desarrollo de comunidades palustres y ribereñas dominadas por totora (*Schoenoplectus californicus*), junco (*Juncus effusus*), maqui (*Aristotelia chilensis*) y coihue (*Nothofagus dombeyi*). Sin embargo, la alta proporción de especies alóctonas descritas para este humedal sugiere un grado significativo de alteración florística, consistente con procesos de urbanización y uso antrópico del borde lacustre (Medina 2021).

Por su parte, el humedal urbano La Marina, presenta un gradiente vegetal asociado a la topografía y al régimen hídrico, donde en las cotas más bajas predominan comunidades herbazales palustres e hidrófitas directamente influenciadas por el borde del lago, mientras que hacia sectores intermedios y superiores se desarrollan relictos de bosque nativo asociados a antiguos hualves sobre suelos de mal drenaje. Estos parches de vegetación nativa coexisten con sectores dominados por vegetación alóctona, particularmente en el borde lacustre, configurando un mosaico vegetal que cumple un rol estructural relevante para la fauna, pero que también refleja una historia de intervención antrópica sostenida.

Finalmente, el humedal Costanera, pese a no contar con reconocimiento oficial y presentar una menor superficie en comparación con los otros sistemas evaluados, constituye un ambiente relevante dentro del conjunto de humedales urbanos asociados al lago Llanquihue. Este humedal se caracteriza por una orilla rocosa y poco profunda, una pendiente baja y un sustrato arenoso compacto con presencia de material rocoso, condiciones que limitan el desarrollo de vegetación arbórea y favorecen la dominancia de juncos y herbazales palustres. La escasa presencia de bosque mixto, tanto nativo como alóctono, sugiere un sistema estructuralmente más simple, pero funcionalmente importante como zona de transición entre el lago y el entorno urbano, particularmente como área de descanso y uso temporal para la avifauna asociada al borde lacustre.

CONCLUSIONES

1. Los humedales urbanos La Marina, La Marina Sur y Quebrada Gramado mantuvieron condiciones fisicoquímicas estables, particularmente en términos de pH, cuyos valores se situaron dentro del rango característico del Lago Llanquihue (6,5–8,5). Este resultado indica que, pese a la presión antrópica presente, estos humedales continúan desempeñando una función amortiguadora sobre la calidad del agua, actuando como filtros naturales del sistema lacustre (cumpliendo el Objetivo 1).
2. La avifauna presentó una marcada variación estacional, con mayores valores de riqueza y abundancia durante la primavera, patrón asociado a un aumento en la actividad biológica y la detectabilidad de las especies. No obstante, los modelos lineales generalizados con distribución de Poisson no evidenciaron relaciones estadísticamente significativas entre la abundancia o riqueza y los parámetros fisicoquímicos ni con los factores de presión antrópica evaluados, lo que sugiere que estas variables no constituyen actualmente un factor limitante directo para las comunidades de aves en los humedales estudiados (cumpliendo los Objetivos 2 y 3).
3. La comparación interanual entre 2022 y 2025 mostró una disminución descriptiva en la riqueza y abundancia de avifauna, aunque sin diferencias estadísticamente significativas, lo que podría atribuirse a la variabilidad natural del sistema y a limitaciones del diseño muestral. En conjunto, los resultados destacan la relevancia ecológica de los humedales urbanos del Lago Llanquihue como sistemas funcionales que aportan a la regulación ambiental y al soporte de biodiversidad, constituyendo una base técnica útil para su gestión y conservación a escala local (cumpliendo el Objetivo 4).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca Mesa J (2018) Modelación hidrodinámica del lago Llanquihue. Tesis para obtener el grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico. Universidad de Chile, Chile. 103 pp. URL: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/152298>.
- Acreman M, Holden J (2013) How wetlands affect floods. *Wetlands* 33(5): 773-786. DOI: 10.1007/s13157-013-0473-2.
- Alikhani S, Nummi P, Ojala A (2021) Urban wetlands: A review on ecological and cultural values. *Water* 13(22): 3301. DOI: 10.3390/w13223301.
- Alvarez Alvarez EA (2022) Gorriónes domésticos (*Passer domesticus*) usurpan nidos de golondrinas risqueras (*Petrochelidon pyrrhonota*) en el estado de Guerrero, México. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología* 23(2): 641. DOI: 10.28947/hrmo.2022.23.2.676.
- Amat JA, Green AJ (2010) Waterbirds as bioindicators of environmental conditions. En: Hurford C, Schneider M, Cowx I (Eds.) *Biological Monitoring in Freshwater Habitats* (pp. 45-52). Springer Netherlands, Dordrecht. DOI: 10.1007/978-1-4020-9278-7_5.
- Arévalo JD (2019) Variación morfológica y del canto en poblaciones de *Zonotrichia capensis* (Aves: Emberizidae) de ambientes urbanos y silvestres en Chile central. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias Biológicas. Universidad de Chile, Chile. 74 pp. URL: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/174258>.
- Azevedo-Santos VM, Brito MFG, Manoel PS, Perroca JF, Rodrigues-Filho JL, Paschoal LRP, Gonçalves GRL, Wolf MR, Blettler MCM, Andrade MC, Nobile AB, Lima FP, Ruocco AMC, Silva CV, Perbiche-Neves G, Portinho JL, Giarrizzo T, Arcifa MS, Pelicice FM (2021) Plastic pollution: A focus on freshwater biodiversity. *Ambio* 50(7): 1313-1324. DOI: 10.1007/s13280-020-01496-5.
- Banks PB, Bryant JV (2007) Four-legged friend or foe? Dog walking displaces native birds from natural areas. *Biology Letters* 3(6): 611-613. DOI: 10.1098/rsbl.2007.0374.
- Bateman PW, Gilson LN (2025) Bad dog? The environmental effects of owned dogs. *Pacific Conservation Biology* 31(3): PC24071. DOI: 10.1071/PC24071.
- Blackburn TM, Lockwood JL, Cassey P (2009) *Avian invasions: the ecology and evolution of exotic birds* Vol. 1. Oxford University Press, Oxford. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199232543.001.0001.
- Blanco D (1999) Los humedales como habitat de aves acuáticas. En: Malvárez A (Ed.) *Tópicos sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica* (pp. 208-217). ORCYT-UNESCO, Montevideo, Uruguay.

- Bullock A, Acreman M (2003) The role of wetlands in the hydrological cycle. *Hydrology and Earth System Sciences* 7(3): 358-389. DOI: 10.5194/hess-7-358-2003.
- Cesarini G, Scalici M (2022) Riparian vegetation as a trap for plastic litter. *Environmental Pollution* 292: 118410. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.118410.
- Clausen JC, Ortega IM, Glaude CM, Relyea RA, Garay G, Guineo O (2006) Classification of wetlands in a Patagonian National Park, Chile. *Wetlands* 26(1): 217-229. DOI: 10.1672/0277-5212(2006)26%5B217:COWIAP%5D2.0.CO;2.
- Droppelmann A (2022) Caracterización de fauna vertebrada terrestre en humedales urbanos de la ciudad de Puerto Varas, región de Los Lagos, Chile. Memoria para optar al título profesional de médico veterinario. Universidad Santo Tomás, Puerto Montt, Chile. 154 pp.
- Francis CD, Ortega CP, Cruz A (2009) Noise pollution changes avian communities and species interactions. *Current Biology* 19(16): 1415-1419. DOI: 10.1016/j.cub.2009.06.052.
- Gajardo R (1994) La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 165 pp. URL: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/5018>.
- Gall SC, Thompson RC (2015) The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin* 92(1-2): 170-179. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.12.041.
- Gallardo J, Rau J, De la Fuente A, Marinkovic F, Teutsch C (2018) Variación estacional de la riqueza, frecuencia relativa y diversidad de aves en humedales urbanos de Llanquihue, sur de Chile. *Revista chilena de ornitología* 24(1): 27-36.
- Golden HE, Rajib A, Lane CR, Christensen JR, Wu Q, Mengistu S (2019) Non-floodplain wetlands affect watershed nutrient dynamics: A critical review. *Environmental Science & Technology* 53(13): 7203-7214. DOI: 10.1021/acs.est.8b07270.
- Green AJ, Elmberg J (2014) Ecosystem services provided by waterbirds. *Biological Reviews* 89(1): 105-122. DOI: 10.1111/brv.12045.
- Gregory RD, Strien AV (2010) Wild bird indicators: using composite population trends of birds as measures of environmental health. *Ornithological Science* 9(1): 3-22. DOI: 10.2326/osj.9.3.
- Harrington B, Streever B (1999) Foraging habitat for bird species or bird diversity in wetland design. Report. U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS. URL: www.wes.army.mil/el/wrp. Accedido: 6 enero 2026.
- Hassall C (2014) The ecology and biodiversity of urban ponds. *WIREs Water* 1(2): 187-206. DOI: 10.1002/wat2.1014.

- iNaturalist (2025) Registros de aves del Lago Llanquihue. Chile. URL: https://inaturalist.mma.gob.cl/observations?d1=2024-12-31&d2=2025-12-15&place_id=27726&view=species&iconic_taxa=Aves. Accedido: 11 enero 2026.
- Josens ML, Pretelli MG, Escalante AH (2009) Censos de aves acuáticas en sus colonias reproductivas en lagunas del sudeste de la provincia de Buenos Aires. *El Hornero* 24(1): 7-12. DOI: 10.56178/eh.v24i1.723.
- Kusch A, Cárcamo J, Gómez H (2008) Aves acuáticas en el humedal urbano de Tres Puentes, Punta Arenas (53° S), Chile Austral. *Anales del Instituto de la Patagonia* 36(2): 45-51. DOI: 10.4067/S0718-686X2008000200005.
- Ley 21.202 (2020) Ley 21.202 de Protección de Humedales Urbanos. URL: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1141461&idVersion=2020-01-23>.
- Li Z, Ma L, Gou D, Hong Q, Fai L, Xiong B (2022) The impact of urban development on wetland conservation. *Sustainability* 14(21): 13747. DOI: 10.3390/su142113747.
- Lorenzón RE, Beltzer AH, Olguín P, León E, Sovrano L, Antoniazzi C, Ronchi-Virgolini A (2019) Temporal variation of regional bird assemblages in highly dynamic fluvial wetlands: seasonality and influence of water level and habitat availability. *Revista de Biología Tropical* 67(6): 1131-1145. DOI: 10.15517/rbt.v67i6.36734.
- Mariyappan M, Rajendran M, Velu S, Johnson AD, Dinesh GK, Solaimuthu K, Kaliyappan M, Sankar M (2023) Ecological role and ecosystem services of birds: a review. *International Journal of Environment and Climate Change* 13(6): 76-87. DOI: 10.9734/ijec/2023/v13i61800.
- Martínez-Piña D (2023) *Aves de Chile*. Museo Ediciones. 466 pp.
- Mcleod E, Chmura GL, Bouillon S, Salm R, Björk M, Duarte CM, Lovelock CE, Schlesinger WH, Silliman BR (2011) A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9(10): 552-560. DOI: 10.1890/110004.
- Medina (2021) Línea de base componente vegetación y flora vascular: "Levantamiento de antecedentes para la conservación del humedal urbano La Marina sección Sur, lago Llanquihue, comuna Puerto Varas". Pugbett Consultores Ambientales, Puerto Varas, Chile.
- Medina FM, Bonnaud E, Vidal E, Tershy BR, Zavaleta ES, Josh Donlan C, Keitt BS, Corre M, Horwath SV, Nogales M (2011) A global review of the impacts of invasive cats on island endangered vertebrates. *Global Change Biology* 17(11): 3503-3510. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2011.02464.x.
- Minhuey Espinoza YYA, Podestá Hernández JL, Barona Narváez FD (2023) Distribución espacio-temporal de aves acuáticas de la familia Laridae en un humedal costero

sudamericano. *Revista de Biología Tropical* 71(1): e52432. DOI: 10.15517/rev.biol.trop..v71i1.52432.

Ministerio del Medio Ambiente (2017) Humedales y turberas en Chile. Comisión de Medio Ambiente, Senado de la República de Chile, Santiago, Chile. URL: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjprqH5g4SSAxXkrpUCHVXjFAUQFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fobtienearchivo.bcn.cl%2Fobtienearchivo%3Fid%3Drepositorio%2F10221%2F24257%2F2%2FHumedales_y_turberas_en_Chile_CMA_2017_FINAL.pdf&usg=AOvVaw3wzSE_xOMaZEQmx1MWHtbz&opi=89978449. Accedido: 11 enero 2026.

MMA - ROC - Manoment (2023) Plan de acción para la conservación de aves playeras en Chile. Plan de acción. Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile. URL: <https://www.redobservadores.cl/proyectos/plan-de-accion-para-la-conservacion-de-aves-playeras-en-chile/>. Accedido: .

Oertli B, Parris KM (2019) Review: Toward management of urban ponds for freshwater biodiversity. *Ecosphere* 10(7): e02810. DOI: 10.1002/ecs2.2810.

Palta MM, Grimm NB, Groffman PM (2017) “Accidental” urban wetlands: ecosystem functions in unexpected places. *Frontiers in Ecology and the Environment* 15(5): 248-256. DOI: 10.1002/fee.1494.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2017) Catálogo de las especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB), Universidad de Concepción, Santiago de Chile. 61 pp.

Pugin C (2021) Caracterización de flora y vegetación lote “Polígono 3”. Línea de Base. Pugbett Consultores Ambientales, Puerto Montt, Chile. URL: <https://sistemahumedales.mma.gob.cl/HumedalesUrbanos/DetailsPublico/30>. Accedido: 6 enero 2026.

Quiñonez AS, Hernández F (2017) Uso de hábitat y estado de conservación de las aves en el humedal El Paraíso, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología* 24(2): 175-186. DOI: 10.15381/rpb.v24i2.13494.

Rao GB, Babu S (2021) Roost-site selection and population assessment of gulls wintering along India’s west coast reveals the importance of conserving coastal habitats. *Ornithological Science* 20(2): 161-174. DOI: 10.2326/osj.20.161.

Rodríguez R, Fica B (2020) Guía de Campo Plantas Vasculares Acuáticas en Chile. CORMA, Santiago, Chile. 111 pp.

Rojas C, Sepúlveda-Zúñiga E, Barbosa O, Rojas O, Martínez C (2015) Patrones de urbanización en la biodiversidad de humedales urbanos en Concepción metropolitano. *Revista de Geografía Norte Grande* (61): 181-204. DOI: 10.4067/S0718-34022015000200010.

- Saavedra B, Villaroel G (2019) Chile, País de Humedales 40 Mil Reservas de Vida. *midia.cl*, Teresa Vial. Wildlife Conservation Society, Textos humedales. 183 pp.
- Saunders DL, Kalff J (2001) Nitrogen retention in wetlands, lakes and rivers. *Hydrobiologia* 443(1-3): 205-212. DOI: 10.1023/A:1017506914063.
- Schüttler E, Klenke R, McGehee S, Rozzi R, Jax K (2009) Vulnerability of ground-nesting waterbirds to predation by invasive American mink in the Cape Horn Biosphere Reserve, Chile. *Biological Conservation* 142(7): 1450-1460. DOI: 10.1016/j.biocon.2009.02.013.
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2016) Introducción a La Convención sobre los Humedales. 5.ª Ed. Secretaría de la Convención de Ramsar. 109 pp.
- SEIA (2019) Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA. Servicio de Evaluación Ambiental. URL: <https://ruido.mma.gob.cl/evaluacion-de-impactos-por-ruido-y-vibraciones-en-el-seia/>. Accedido: 11 enero 2026.
- Sekercioglu C (2006) Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology & Evolution* 21(8): 464-471. DOI: 10.1016/j.tree.2006.05.007.
- SERNATUR (s.f.) Ficha de Plan de Acción. Declaración Zona de Interés Turístico ZOIT Lago Llanquihue. SERNATUR, Chile. URL: <https://es.scribd.com/document/636375482/Untitled>. Accedido: 15 noviembre 2025.
- Shannon G, McKenna MF, Angeloni LM, Crooks KR, Fristrup KM, Brown E, Warner KA, Nelson MD, White C, Briggs J, McFarland S, Wittemyer G (2016) A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Biological Reviews* 91(4): 982-1005. DOI: 10.1111/brv.12207.
- Sidemo-Holm W, Ekroos J, Reina García S, Söderström B, Hedblom M (2022) Urbanization causes biotic homogenization of woodland bird communities at multiple spatial scales. *Global Change Biology* 28(21): 6152-6164. DOI: 10.1111/gcb.16350.
- Slabbekoorn H, Peet M (2003) Birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature* 424(6946): 267-267. DOI: 10.1038/424267a.
- SMA (2025) Informe de cumplimiento de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas del Lago Llanquihue. Superintendencia del Medio Ambiente, Santiago, Chile. URL: https://buscadorsinia.mma.gob.cl/category/i_estudios?page=62. Accedido: 11 enero 2026.
- Terre F, León C, Leiva-González J (2025) Evaluation of water quality in the Luis Ebel urban wetland through physicochemical parameter monitoring. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis* 61(2): 2-13. DOI: 10.23854/07199562.2025612.terre.
- Tobar CN, Meier D, Rau JR, Ríos-Henríquez C, Pavés H, Santibáñez A (2021) Variación estacional de aves en el humedal de Trumao, centro-sur de Chile. *Iheringia. Série Zoologia* 111: e2021002. DOI: 10.1590/1678-4766e2021002.

- Universidad de Chile (2025) Estudio UChile alerta sobre altos niveles de contaminación en el Lago Llanquihue. Universidad de Chile Noticias. URL: <https://uchile.cl/noticias/226223/estudio-detecto-preocupante-contaminacion-en-lago-llanquihue>.
- Van Emmerik T, De Lange S, Frings R, Schreyers L, Aalderink H, Leusink J, Begemann F, Hamers E, Hauk R, Janssens N, Jansson P, Joosse N, Kelder D, Van Der Kuijl T, Lotcheris R, Löhr A, Mellink Y, Pinto R, Tasseron P, Vos V, Vriend P (2022) Hydrology as a driver of floating river plastic transport. *Earth's Future* 10(8): e2022EF002811. DOI: 10.1029/2022EF002811.
- Vest JL, Haukos DA, Niemuth ND, Setash CM, Gammonley JH, Devries JH, Dahlgren DK (2023) Waterfowl and wetland birds. En: McNew LB, Dahlgren DK, Beck JL (Eds.) *Rangeland Wildlife Ecology and Conservation* (pp. 417-469). Springer International Publishing, Cham. DOI: 10.1007/978-3-031-34037-6_13.
- Wenneker B, Oosterbaan L (2010) *Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area*. Edition 1.0. OSPAR Commission. DOI: 10.25607/OBP-968.
- Weston MA, Stankowich T (2013) Dogs as agents of disturbance. En: Gompper ME (Ed.) *Free-Ranging Dogs and Wildlife Conservation* (pp. 94-116). Oxford University Press. DOI: 10.1093/acprof:osobl/9780199663217.003.0004.
- Whelan CJ, Wenny DG, Marquis RJ (2008) Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134(1): 25-60. DOI: 10.1196/annals.1439.003.
- Xu X, Chen M, Yang G, Jiang B, Zhang J (2020) Wetland ecosystem services research: A critical review. *Global Ecology and Conservation* 22: e01027. DOI: 10.1016/j.gecco.2020.e01027.
- Zedler JB, Kercher S (2005) Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability. *Annual Review of Environment and Resources* 30(1): 39-74. DOI: 10.1146/annurev.energy.30.050504.144248.
- Zhang C, Wen L, Wang Y, Liu C, Zhou Y, Lei G (2020) Can constructed wetlands be wildlife refuges? a review of their potential biodiversity conservation value. *Sustainability* 12(4): 1442. DOI: 10.3390/su12041442.

CAPÍTULO 2: EXPERIENCIA PROFESIONAL EN CONSULTORÍA AMBIENTAL

Descripción de la práctica profesional

La práctica profesional se desarrolló como una actividad académica obligatoria y requisito de titulación de la carrera de Biología Marina, orientada a la finalización del proceso formativo y a la obtención del título profesional de Biólogo Marino en la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC). Su objetivo principal fue la aplicación práctica de los conocimientos teóricos y metodológicos adquiridos durante la formación universitaria, en un contexto profesional en ejercicio. La práctica tuvo una duración total de 540 horas, ejecutadas bajo una jornada de trabajo de lunes a viernes, con excepción de los miércoles, establecidos como día libre enfocado al desarrollo del escrito y asistencia a horas de cátedra del curso habilitación profesional. Las actividades se llevaron a cabo en la empresa CicloFauna SpA, bajo la supervisión directa del profesional Mauricio Herrera Alarcón, quien orientó y coordinó las labores desarrolladas. Paralelamente, el proceso contó con la supervisión académica de la profesora guía Garen Guzmán, responsable del seguimiento y evaluación del cumplimiento de los objetivos formativos. Esta instancia permitió fortalecer competencias técnicas y profesionales relevantes para el ejercicio de la Biología Marina, así como adquirir experiencia en un entorno laboral vinculado al ámbito ambiental, contribuyendo de manera significativa a la consolidación del perfil profesional del estudiante.

Descripción de la empresa y organigrama

CicloFauna SpA es una empresa B chilena de asesoría y consultoría ambiental (RUT 76.923.274-5) orientada al estudio, monitoreo, manejo y conservación de la fauna vertebrada terrestre, que desarrolla asesorías técnicas, estudios de línea base para proyectos sometidos a evaluación ambiental (DIA y EIA), monitoreos biológicos, educación ambiental, investigación científica aplicada, arriendo de equipos de monitoreo de fauna, capacitación especializada con trabajo principalmente asociado a proyectos del sector energía, minería, infraestructura y conservación. La empresa se encuentra en Bellavista 191 B205, Puerto Varas, en la Región de Los Lagos, aunque esta realiza trabajos a lo largo de todo Chile.

CicloFauna está conformado por un equipo interdisciplinario de profesionales especializados en consultoría ambiental y gestión de fauna, encabezado por Mauricio Herrera Alarcón, cofundador y director general de la empresa, Médico Veterinario, Magíster en Manejo

de Recursos Naturales y Diplomado en Etología y Bienestar Animal, con especialización en vertebrados terrestres y experiencia como docente en la Universidad Santo Tomás (Puerto Montt), Universidad Mayor (Santiago) y Universidad de la Frontera (Temuco), cuenta con una trayectoria consolidada en identificación, manejo y captura de fauna silvestre, trabajo de gabinete, educación ambiental y en la comprensión y tramitación de proyectos sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). También es quien actúa en actividades de terreno, lidera la planificación estratégica y supervisión técnica de los proyectos; en el área de gestión de proyectos participa Chiharu Iha Valenzuela, cofundadora y jefa de proyectos, junto a Marc Diestre Polo, jefe de proyectos, ambos responsables de la coordinación, ejecución y seguimiento de estudios ambientales; el equipo técnico incluye a Javiera Álvarez Méndez como especialista de fauna, Paula Canales Olgún como especialista de flora y vegetación, y Tomás Valle Codina como especialista en sistemas de información geográfica y programación.

Actividades realizadas durante práctica profesional

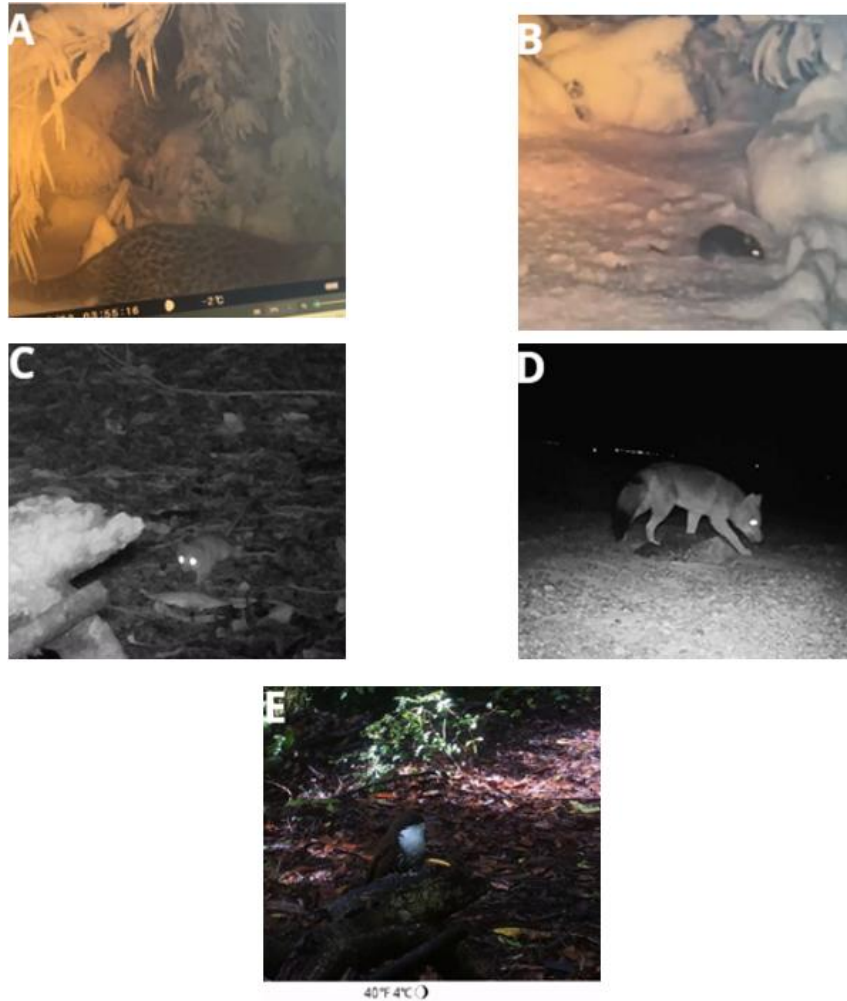
Durante la experiencia profesional en la consultora ambiental CicloFauna SpA, el estudiante realizó diversas actividades técnicas y profesionales relacionadas con el monitoreo de fauna silvestre, el análisis de información ecológica, apoyo en procesos administrativos vinculados a permisos ambientales y el desarrollo de materias en gabinete.

Debido a temas contractuales y de seguridad por las empresas contratistas, no fue posible la asistencia y colaboración en campañas de terreno, relegando las funciones del estudiante a trabajos de gabinete y logística principalmente.

Análisis de trampas cámara

Dentro de las actividades desarrolladas por el estudiante y al recibir la información levantada de campañas de terreno de diferentes proyectos (agroindustria, transmisión de energía, minería y otros), el estudiante trabajó en la revisión y clasificación de registros obtenidos mediante cámaras trampa, procesando videos e imágenes de fauna silvestre para su identificación taxonómica y su posterior incorporación en la base de datos propia de cada proyecto. Esta labor incluyó el reconocimiento de especies nativas como: *Lycalopex culpaeus*

(zorro culpeo), *Dromiciops gliroides* (monito del monte), *Leopardus guigna* (guiña), *Oligoryzomys longicaudatus* (ratón colilarga), *Pygarrhichas albogularis* (comesebo grande) y *Scelorchilus rubecula* (chucaco) (registros práctica profesional 1) anotando en paralelo el comportamiento que presentaron al momento de ser grabados por la cámara trampa, la ubicación del registro y cualquier observación identificada en relación con el proyecto o campaña de terreno.

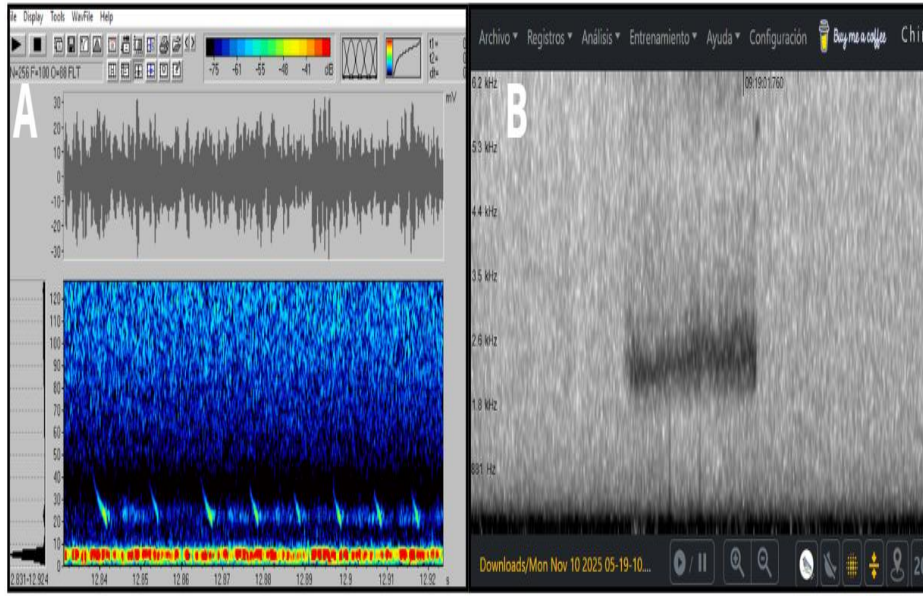


REGISTROS PRÁCTICA PROFESIONAL 1. Registro de fauna silvestre obtenido de las grabaciones de cámaras de trampas. las especies corresponden a: *leopardus guigna* (a), *oligoryzomys longicaudatus* (b), *dromiciops gliroides* (c), *lycalopex culpaeus* (d) y *pygarrhichas albogularis* (e). Fuente: Ciclofauna, 2025.

Análisis acústico de fauna vertebrada

De manera complementaria, colaboró en el análisis acústico de murciélagos mediante la revisión e interpretación de sonogramas y archivos de ultrasonido procesados con el software Avisoft SAS Lab Lite, actividad que incluyó la evaluación sistemática de parámetros acústicos relevantes para la identificación específica, tales como la frecuencia mínima, máxima y de mayor energía, la duración de los pulsos, los intervalos entre pulsos, la estructura de las llamadas en términos de modulación de frecuencia (FM) y frecuencia cuasi constante (QCF), así como la intensidad relativa y la forma de la señal en el dominio tiempo frecuencia; este análisis permitió reconocer patrones diagnósticos de ecolocalización y contrastarlos con la distribución conocida de las especies de murciélagos presentes en el área de estudio, fortaleciendo la correcta asignación taxonómica. Algunas de las especies identificadas fueron: *Histiotus magellanicus* (murciélago orejudo austral), *Tadarida brasiliensis* (murciélago de cola libre brasileño) *Lasiurus varius* (murciélago rojo austral), *Lasiurus cinereus* (murciélago escarchado) y *Myotis chiloensis* (murciélago de orejas cortas de Chiloé).

Del mismo modo, se revisaron sonogramas de aves a través de los programas Avisoft SASlab 5.3.2 y Chirpity 5.7.2, este último propuesto por el estudiante para mejorar el rendimiento y tiempo que demora la identificación de aves. La labor incluyó la identificación de especies mediante la interpretación de los sonogramas, algunas de las especies identificadas fueron: *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Tyto alba* (lechuza), *Calidris bairdii* (playero de bairdii) y *Geositta cunicularia* (minero común). De esta manera se brindó apoyo en la revisión y organización de datos obtenidos en terreno (Registros práctica profesional 2), consolidando la información en la base datos.

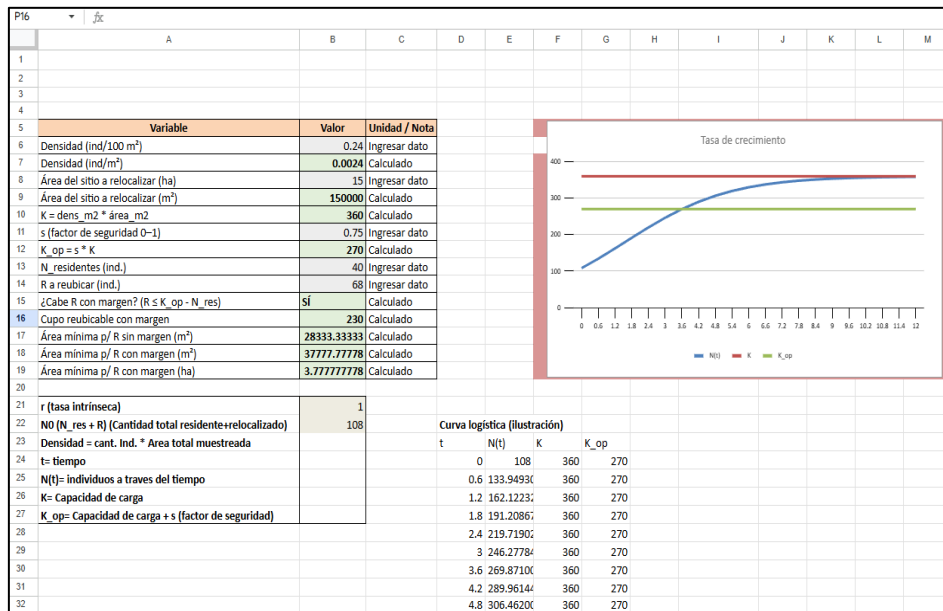


REGISTROS PRÁCTICA PROFESIONAL 2. Softwares utilizados para analizar la comunicación acústica de animales, Avisoft SASlab (a) y Chirpity (b).

Fuente: Ciclofauna, 2025.

Máquinas de cálculo

En el ámbito de herramientas digitales, el estudiante desarrolló una máquina de cálculo (en Excel, Microsoft 365) (REGISTROS PRÁCTICA PROFESIONAL 3) para estimar la capacidad de carga (K) (acompañada de una guía) diseñada para evaluar escenarios de relocalización de individuos. Esta herramienta funciona en base a la disponibilidad del hábitat, densidad poblacional, número de individuos a relocalizar y número de individuos en el área de relocalización, área del sitio a relocalizar, área mínima a ocupar y la integración de un factor de confianza (95%).



REGISTROS PRÁCTICA PROFESIONAL 3. Máquina de cálculo desarrollada en Excel para estimar la capacidad de carga (k).

Fuente: Ciclofauna, 2025.

Sistematización de información de medio biótico

Durante el semestre el estudiante trabajó en bases de datos ecológicas para fauna (vertebrada e invertebrada), vegetación y flora, integrando información sobre: origen, taxonomía, estado de conservación, distribución a nivel nacional, singularidades, entre otras.

De esta manera se consolidó información (Registros práctica profesional 4) relevante utilizada al momento de realizar muestreos en futuros proyectos y tener un conocimiento previo de las especies del lugar. La información levantada contribuye a la elaboración de capítulos asociados a marco biogeográfico, cambio climático, especies potenciales, singularidades ambientales, entre otros.

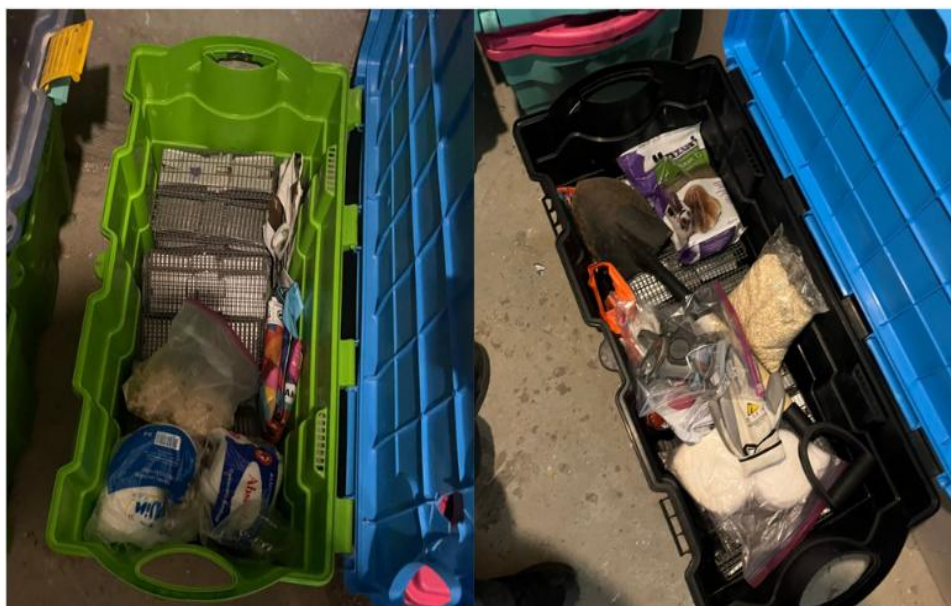
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	Nombre común(1)	Nombre científico(2)	Clase	Orden(4)	Familia(5)	Origen (6)	UCN(7)	RCE(8)	RCE DS Nº(9)	Numero decreto RCE(10)	Ley de Caza XV a III(11)	Ley de Caza VI a IV(12)	Ley de Caza VII a XI(13)	Ley de Caza XII y XIII(14)	En categoría IV a III(15)
253	Comestivo grande	<i>Pygarrhynchus atropurpureus</i>	Aves	Passeriformes	Funariidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
253	Comestivo patagónico	<i>Phrygilus patagonicus</i>	Aves	Passeriformes	Thraupidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
254	Cancón	<i>Sitta villosa</i>	Aves	Strigiformes	Strigidae	N	LC	NT	DS 16/2016 MMA	12	-	I	I	I	SI
255	Cóndor andino	<i>Vultur gryphus</i>	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	N	NT	NT	DS 23/2019 MMA	15	V	V	R	F	SI
278	Colón argentino	<i>Melospiza cinerea</i>	Aves	Passeriformes	Passeridae	I	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
281	Cuervo de parícuta común	<i>Pyrrhuloxia sinuata</i>	Aves	Pelecaniformes	Threskionthidae	N	LC	NT	DS 16/2016 MMA	16	-	P	P	-	SI
294	Duca	<i>Ducula ducula</i>	Aves	Passeriformes	Thraupidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
296	Ducón	<i>Pyrrhuloxia sinuata</i>	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
297	Dormilón chico	<i>Muscivora maculirostris</i>	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
298	Dormilón de raja blanca	<i>Muscivora albifrons</i>	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Dormilón de frente negra	<i>Muscivora frontalis</i>	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Dormilón harto	<i>Muscivora frontalis</i>	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Dormilón rojo	<i>Muscivora ruficeps</i>	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Dormilón torcido	<i>Muscivora trochiloides</i>	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Fardela aliblanca	<i>Puffinus puffinus</i>	Aves	Procellariiformes	Procellariidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Fardela blanca	<i>Adelpha castrovi</i>	Aves	Procellariiformes	Procellariidae	N	EN	EN	DS 29/2023 MMA	18	V	V	V	V	SI
299	Fardela blanca de Juan Fernández	<i>Phaethon aethereus</i>	Aves	Procellariiformes	Procellariidae	N	VU	EN	23/2009 MINSEROPR	4	-	V	-	-	SI
299	Fardela capotada	<i>Adelpha castrovi</i>	Aves	Procellariiformes	Procellariidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Fardela de domo gris	<i>Adelpha castrovi</i>	Aves	Procellariiformes	Procellariidae	N	VU	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Fardela de Kerguelen	<i>Aptenodytes brevirostris</i>	Aves	Procellariiformes	Procellariidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Fardela negra	<i>Adelpha castrovi</i>	Aves	Procellariiformes	Procellariidae	N	NT	NT	DS 23/2019 MMA	15	-	-	-	-	SI
299	Fio fio	<i>Elanus albiceps</i>	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Fiammeo chileno	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Aves	Phoenicupiformes	Phoenicupidae	N	NT	NT	DS 23/2019 MMA	15	V	R	R	V	SI
299	Galina ciega	<i>Syrrhaptes tataricus</i>	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Garca boyera	<i>Ardea herodias</i>	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Garca chica	<i>Egretta thula</i>	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Garca cuca	<i>Ardea herodias</i>	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	N	LC	LC	DS 16/2016 MMA	12	R	R	R	R	SI
299	Garca grande	<i>Ardea herodias</i>	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Garca andina	<i>Chroicocephalus serranus</i>	Aves	Charadriiformes	Laridae	N	LC	LC	DS 23/2019 MMA	15	V	R	R	R	SI
299	Garca azul	<i>Chroicocephalus maculirostris</i>	Aves	Charadriiformes	Laridae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Garca de Franklin	<i>Leucophaea phaeopus</i>	Aves	Charadriiformes	Laridae	N	LC	LC	DS 16/2020 MMA	16	-	-	-	-	SI
299	Garca de Sabine	<i>Actitis hypoleucos</i>	Aves	Charadriiformes	Laridae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Garca dominicana	<i>Larus dominicanus</i>	Aves	Charadriiformes	Laridae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO
299	Garca gusano	<i>Leucophaea modestus</i>	Aves	Charadriiformes	Laridae	N	LC	VU	DS 16/2020 MMA	16	V	R	R	R	SI
299	Garca ártico	<i>Sterna sandvicensis</i>	Aves	Charadriiformes	Laridae	N	LC	-	-	-	-	-	-	-	NO

REGISTROS PRÁCTICA PROFESIONAL 4. Base de datos para medio biótico.

Fuente: CicloFauna, 2025.

Logística y coordinación en campañas de terreno

Otra de las funciones realizadas del estudiante fue la preparación de equipos para terreno, actividad en la cual revisó, organizó y comprobó el funcionamiento de los instrumentos necesarios para las salidas a terreno. Entre los materiales se encontraban elementos de protección personales y bioseguridad; así como también, elementos de trabajo y manipulación de especies animales. Algunos de los materiales (Registros práctica profesional 5) correspondieron a: botiquines de primeros auxilios, teléfonos satelitales, binoculares térmicos, videos copio, cámaras trampa, trampas Sherman, mascarillas y entre otros elementos relevantes.



REGISTROS PRÁCTICA PROFESIONAL 5. Materiales para campañas de terreno.

Fuente: Ciclofauna, 2025.

Participación en campaña de divulgación científica

También asistió como oyente y colaborador en charlas (Registros práctica profesional 6), capacitaciones y convocatorias organizadas por CicloFauna (o en las que fue invitada la empresa), fortaleciendo y comprendiendo de mejor manera la ecología de la fauna terrestre, conservación de biodiversidad y gestión ambiental.



Registros práctica profesional 6. Ciclo de charlas: descubriendo la biodiversidad de los olvidados. organizado por Ciclofauna.

Fuente: Ciclofauna, 2025.

Durante el desarrollo de la práctica profesional se participó en diversas instancias de capacitación y perfeccionamiento continuo, que incluyeron la asistencia a talleres y capacitaciones del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental orientadas a la incorporación del cambio climático en la evaluación de proyectos, la formación en el uso y manejo de cámaras trampa para el monitoreo de fauna, y la capacitación en el registro y análisis de ultrasonidos para la identificación de murciélagos. Asimismo, se participó en una charla técnica dirigida a la empresa NGEN, se recibió instrucción en el uso de herramientas y métodos de captura de insectos, y se adquirieron competencias prácticas para la realización de conteos de aves mediante metodologías estandarizadas de monitoreo.

Trabajos en gabinete y sistematización de información

El estudiante organizó los currículums vitae de los integrantes del equipo de CicloFauna, estandarizando formatos, incluyendo nuevas actividades y actualizando la información. Además participó en la tramitación de permisos ambientales sectoriales (Permisos de captura de fauna silvestre) para el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), colaborando en el llenado de formularios, avisos de inicio de actividades e informe de resultados de capturas; documentos.

Para finalizar este capítulo, la experiencia de trabajo en CicloFauna Consultora Medioambiental representó un proceso formativo clave en el desarrollo profesional del estudiante como futuro biólogo marino, al permitirle vincular la formación académica con el ejercicio profesional en el ámbito de la consultoría ambiental. La participación en diversas actividades, el análisis de datos, la elaboración de informes técnicos y la aplicación de metodologías estandarizadas fortalecieron competencias fundamentales, tales como el trabajo riguroso, la interpretación crítica de resultados y la comunicación técnica de información ambiental. Asimismo, el trabajo desarrollado en la consultora permitió adquirir una visión aplicada del rol del biólogo marino en contextos reales de evaluación ambiental, en los cuales resulta necesario integrar criterios científicos, normativos y territoriales. Este proceso contribuyó significativamente al fortalecimiento de habilidades profesionales, incluyendo la planificación de muestreos, el manejo de información ambiental y la responsabilidad asociada a la generación de antecedentes técnicos que respaldan procesos de gestión y conservación. En conjunto, esta experiencia consolidó el interés por el área de la biología y la ecología aplicada, así como por la consultoría ambiental, reforzando el compromiso con el estudio y la protección de los ecosistemas acuáticos y terrestres, junto con sus comunidades biológicas.



REGISTROS PRÁCTICA PROFESIONAL 7. Equipo de Ciclofauna.

**ANEXO A: REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA FAUNA PRESENTE EN LOS
HUMEDALES DE PUERTO VARAS**



Anexo A 1. Canino atacando a patos correspondiente a la especie *Anas georgica*



Anexo A 2. Comunidad de *Larus dominicanus* en el humedal costanera Puerto Varas.



Anexo A 3. Ejemplar de la especie *Tachycineta leucopyga* en el humedal La Marina.



Anexo A 4. Ejemplar de la especie *Cinclodes oustaleti* en el humedal La Marina Sur.



Anexo A 5. Ejemplar de la especie *Gallinago magellanica* en el humedal La Marina.



Anexo A 6. Ejemplares de la especie *Spnius barbatus* en el humedal La Marina Sur.



Anexo A 7. Ejemplar de la especie *Theristticus melanopis* en el humedal La Marina Sur.



Anexo A 8. Ejemplar de la especie *Anas georgica* en el humedal urbano La Marina.



Anexo A 9. Ejemplar de la especie *Fulica armillata* en el humedal urbano La Marina Sur.



Anexo A 10. Ejemplar de la especie *Vanellus chilensis* en el humedal urbano La Marina Sur.



Anexo A 11. Ejemplar de la especie *Phrygilus gayi* en el humedal urbano La Marina.



Anexo A 12. Ejemplar de la especie *Patagioenas araucana* en el humedal urbano La Marina.

**ANEXO B: REGISTROS FOTOGRAFICOS DE LOS HUMEDALES DE PUERTO
VARAS**



Anexo B 1. Humedal urbano La Marina



Anexo B 2. Humedal urbano Quebrada Gramado.



Anexo B 3. Humedal la Costanera.



Anexo B 4. Humedal urbano La Marina Sur.

ANEXO C: CARACTERIZACION DE AVIFAUNA DE LOS HUMEDALES DE PUERTO VARAS

Anexo C 1. Tabla caracterización de avifauna del humedal urbano La Marina durante la temporada de invierno 2025.

Especies	Abundancia	Origen	Estado de conservación	Estatus migratorio
<i>Anas platyrhynchos</i>	2	I	-	RES
<i>Fulica armillata</i>	4	N	LC	RES
<i>Patagioenas araucana</i>	1	N	LC	MDP
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	3	N	LC	MDP
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	3	N	LC	MDP
<i>Spinus barbatus</i>	20	N	LC	RES
<i>Sylvioorthorhynchus desmursii</i>	1	N	LC	RES
<i>Tachycineta leucopyga</i>	6	N	LC	MDP
<i>Vanellus chilensis chilensis</i>	2	N	LC	RES

Nota: El origen y estado de conservación se clasificó según PNUD (N: nativa; I: introducida). El estado de conservación corresponde al Reglamento de Clasificación de Especies del MMA. Los estatus migratorios corresponden a Residente (RES), Migra Dentro del País (MDP), Migra Fuera del País (MFP) y Accidental (ACC).

Anexo C 2. Caracterización de avifauna del humedal urbano La Marina Sur durante la temporada de invierno 2025.

Especies	Abundancia	Origen	Estado de conservación	Estatus migratorio
<i>Milvago (Daptrius) chimango</i>	2	N	LC	RES
<i>Anairetes parulus</i>	1	N	LC	RES
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	18	N	LC	MDP
<i>Cinclodes oustaleti</i>	1	N	LC	MDP
<i>Cinclodes patagonicus</i>	9	N	LC	MDP
<i>Coragyps atratus</i>	18	N	LC	RES
<i>Fulica armillata</i>	4	N	LC	RES
<i>Larus dominicanus</i>	7	N	LC	RES
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	2	N	LC	RES
<i>Patagioenas araucana</i>	2	N	LC	MDP
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	1	N	LC	MDP
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	2	N	LC	MDP
<i>Spinus barbatus</i>	33	N	LC	RES

Nota: El origen y estado de conservación se clasificó según PNUD (N: nativa; I: introducida). El estado de conservación corresponde al Reglamento de Clasificación de Especies del MMA. Los estatus migratorios corresponden a Residente (RES), Migra Dentro del País (MDP), Migra Fuera del País (MFP) y Accidental (ACC).

Anexo C 3. Tabla caracterización de avifauna del humedal urbano Quebrada Gramado durante la temporada de invierno 2025.

Especies	Abundancia	Origen	Estado de conservación	Estatus migratorio
<i>Milvago (Daptrius) chimango</i>	11	N	LC	RES
<i>Curaeus curaeus</i>	2	N	LC	RES
<i>Mimus thenca</i>	2	N	LC	RES
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	11	N	LC	MDP
<i>Theristicus melanopis</i>	10	N	LC	MFP

Nota: El origen y estado de conservación se clasificó según PNUD (N: nativa; I: introducida). El estado de conservación corresponde al Reglamento de Clasificación de Especies del MMA. Los estatus migratorios corresponden a Residente (RES), Migra Dentro del País (MDP), Migra Fuera del País (MFP) y Accidental (ACC).

Anexo C 4. Tabla caracterización de avifauna del humedal Costanera durante la temporada de invierno 2025.

Especies	Abundancia	Origen	Estado de conservación	Estatus migratorio
<i>Milvago (Daptrius) chimango</i>	2	N	LC	RES
<i>Anas platyrhynchos</i>	10	N	LC	RES
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	4	N	LC	MDP
<i>Cinclodes patagonicus</i>	8	N	LC	MDP
<i>Larus dominicanus</i>	118	N	LC	RES
<i>Tachycineta leucopyga</i>	11	N	LC	MDP
<i>Vanellus chilensis chilensis</i>	4	N	LC	RES

Nota: El origen y estado de conservación se clasificó según PNUD (N: nativa; I: introducida). El estado de conservación corresponde al Reglamento de Clasificación de Especies del MMA. Los estatus migratorios corresponden a Residente (RES), Migra Dentro del País (MDP), Migra Fuera del País (MFP) y Accidental (ACC).

Anexo C 5. Tabla caracterización de avifauna del humedal urbano La Marina durante la temporada de primavera 2025.

Especies	Abundancia	Origen	Estado de conservación	Estatus migratorio
<i>Milvago (Daptrius) chimango</i>	10	N	LC	RES
<i>Anairetes parulus</i>	11	N	LC	RES
<i>Anas georgica</i>	25	N	LC	MDP
<i>Anas platyrhynchos</i>	7	I	-	RES
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	2	N	LC	MDP
<i>Cinclodes patagonicus</i>	4	N	LC	MDP
<i>Curaeus curaeus</i>	5	I	-	RES
<i>Elaenia albiceps</i>	18	N	LC	MFP
<i>Gallinago magellanica</i>	1	N	LC	MDP
<i>Nycticorax nycticorax</i>	10	N	LC	RES
<i>Passer domesticus</i>	16	I	-	RES
<i>Patagioenas araucana</i>	4	N	LC	MDP
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	2	I	-	MDP
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	2	N	LC	MDP
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	12	N	LC	MDP
<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>	5	N	LC	RES

<i>Tachycineta leucopyga</i>	22	N	LC	MDP
<i>Theristicus melanopis</i>	15	N	LC	MFP
<i>Troglodytes musculus</i>	5	N	LC	RES
<i>Vanellus chilensis chilensis</i>	15	N	LC	RES

Nota: El origen y estado de conservación se clasificó según PNUD (N: nativa; I: introducida). El estado de conservación corresponde al Reglamento de Clasificación de Especies del MMA. Los estatus migratorios corresponden a Residente (RES), Migra Dentro del País (MDP), Migra Fuera del País (MFP) y Accidental (ACC).

Anexo C 6. Tabla caracterización de avifauna del humedal urbano La Marina Sur durante la temporada de primavera 2025.

Especies	Abundancia	Origen	Estado de conservación	Estatus migratorio
<i>Milvago (Daptrius) chimango</i>	12	N	LC	RES
<i>Anairetes parulus</i>	2	N	LC	RES
<i>Anas platyrhynchos</i>	12	I	-	RES
<i>Aphrastura spinicauda</i>	2	N	LC	RES
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	41	N	LC	MDP
<i>Cinclodes patagonicus</i>	28	N	LC	MDP
<i>Columba livia</i>	4	I	-	RES
<i>Elaenia albiceps</i>	26	N	LC	MFP
<i>Larus dominicanus</i>	11	N	LC	RES
<i>Numenius phaeopus</i>	2	N	LC	MFP
<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	N	LC	RES
<i>Passer domesticus</i>	21	I	-	RES
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	3	N	LC	MDP
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	2	N	LC	MDP
<i>Pyrope pyrope</i>	1	N	LC	MDP
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	11	N	LC	MDP
<i>Spinus barbatus</i>	31	N	LC	RES
<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>	4	N	LC	RES
<i>Tachycineta leucopyga</i>	43	N	LC	MDP
<i>Theristicus melanopis</i>	12	N	LC	MFP
<i>Troglodytes musculus</i>	20	N	LC	RES
<i>Turdus falcklandii</i>	4	N	LC	RES
<i>Vanellus chilensis chilensis</i>	13	N	LC	RES

Nota: El origen y estado de conservación se clasificó según PNUD (N: nativa; I: introducida). El estado de conservación corresponde al Reglamento de Clasificación de Especies del MMA. Los estatus migratorios corresponden a Residente (RES), Migra Dentro del País (MDP), Migra Fuera del País (MFP) y Accidental (ACC).

Anexo C 7. Tabla caracterización de avifauna del humedal urbano Quebrada Gramado durante la temporada de primavera 2025.

Especies	Abundancia	Origen	Estado de conservación	Estatus migratorio
<i>Milvago (Daptrius) chimango</i>	20	N	LC	RES
<i>Aphrastura spinicauda</i>	3	N	LC	RES
<i>Coragyps atratus</i>	1	N	LC	RES
<i>Curaeus curaeus</i>	6	N	LC	RES
<i>Elaenia albiceps</i>	1	N	LC	MFP
<i>Passer domesticus</i>	59	I	LC	RES
<i>Sephanoides sephanioides</i>	20	N	LC	MDP
<i>Sylvioorthorhynchus desmursii</i>	4	N	LC	RES
<i>Tachycineta leucopyga</i>	32	N	LC	MDP
<i>Theristicus melanopis</i>	55	N	LC	MFP
<i>Troglodytes musculus</i>	4	N	LC	RES
<i>Turdus falcklandii</i>	5	N	LC	RES
<i>Vanellus chilensis chilensis</i>	8	N	LC	RES

Nota: El origen y estado de conservación se clasificó según PNUD (N: nativa; I: introducida). El estado de conservación corresponde al Reglamento de Clasificación de Especies del MMA. Los estatus migratorios corresponden a Residente (RES), Migra Dentro del País (MDP), Migra Fuera del País (MFP) y Accidental (ACC).

Anexo C 8. Tabla caracterización de avifauna del humedal Costanera durante la temporada de primavera 2025.

Especies	Abundancia	Origen	Estado de conservación	Estatus migratorio
<i>Milvago (Daptrius) chimango</i>	3	N	LC	RES
<i>Anas platyrhynchos</i>	2	I	-	RES
<i>Aphrastura spinicauda</i>	1	N	LC	RES
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	7	N	LC	MDP
<i>Cinclodes patagonicus</i>	2	N	LC	MDP
<i>Cygnus melancoryphus</i>	4	NT	LC	MDP
<i>Larus dominicanus</i>	360	N	LC	RES
<i>Mimus thenca</i>	2	N	LC	RES
<i>Numenius phaeopus</i>	1	N	LC	MFP
<i>Passer domesticus</i>	6	I	-	RES
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	5	N	LC	MDP
<i>Phrygilus gayi</i>	1	N	LC	MDP
<i>Tachycineta leucopyga</i>	11	N	LC	MDP
<i>Vanellus chilensis chilensis</i>	2	N	LC	RES

Nota: El origen y estado de conservación se clasificó según PNUD (N: nativa; I: introducida). El estado de conservación corresponde al Reglamento de Clasificación de Especies del MMA. Los estatus migratorios corresponden a Residente (RES), Migra Dentro del País (MDP), Migra Fuera del País (MFP) y Accidental (ACC).

ANEXO D: REGISTROS FOTOGRAFICOS METODOLOGIAS TERRENO



Anexo D 1. Metodología conteo de aves en un punto fijo durante 30 minutos.



Anexo D 2. Toma de muestras de calidad agua para los parámetros de pH y temperatura.