

INFORME PLAN PILOTO DE ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL ENFOCADO EN FAUNA SILVESTRE

Restauración Ecológica humedal costero Mantagua

Región de Valparaíso
Enero 2025

Elaborado por:

NGEN
Ambiental®

Para:



Ministerio del Medio Ambiente

Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro-sur de Chile”.

Autor:

Gonzalo Ibáñez Villaseca - Biólogo, Lic. en Biología / Diplomado en "Manejo y gestión sustentable de la biodiversidad".

Cita de este documento:

MMA - ONU Medio Ambiente. 2025. Informe Final “Plan Piloto de Enriquecimiento Ambiental enfocado en Fauna Silvestre: Restauración Ecológica humedal costero Mantagua”. Elaborado por equipo Consultora Ngen Ambiental. Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro-sur de Chile”. Ministerio del Medio Ambiente. Viña del Mar, Chile. 29 pp.

ÍNDICE GENERAL

1	Introducción	5
2	Objetivos.....	5
2.1	Objetivo general	5
2.2	Objetivos específicos	5
3	Metodología	6
3.1	Área de ejecución	6
3.2	Marco conceptual.....	7
3.3	Etapas de desarrollo	8
3.3.1	Etapa 1: Análisis del diseño (Soluciones basadas en la Naturaleza)	9
3.3.2	Etapa 2: Definir tipos de estructuras y los lugares de instalación.....	9
3.3.3	Etapa 3: Adquisición de los materiales y equipos	18
3.3.4	Etapa 4: Construcción de las estructuras	19
3.3.5	Etapa 5: Instalación de las estructuras	19
3.3.6	Etapa 6: Monitoreos	19
4	Ejecución del Plan en terreno.....	20
5	Monitoreos	22
6	Objetivos a largo plazo	23
7	Referencias bibliográficas.....	24
8	Anexos	25
8.1	Fotografías	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Área de ejecución del Plan Piloto.....	6
Figura 3-2. Flujograma de las etapas de trabajo.....	8
Figura 3-3. Tocones para aves herbívoras.....	10
Figura 3-4. Perchas para rapaces.....	11
Figura 3-5. Comedero para rapaces.....	12
Figura 3-6. Modelo de casa anidera.....	13
Figura 3-7. Casa refugio de quirópteros.....	14
Figura 3-8. Pircas.....	15
Figura 3-9. Estructuras de fauna consideradas en el plan.....	16
Figura 4-1. Estructuras de fauna instaladas en el área de ejecución.....	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Tipo y número de estructuras para fauna según el ambiente.....	20
---	----

1 Introducción

El presente documento entrega la metodología y las actividades realizadas en el Plan Piloto de Enriquecimiento Ambiental enfocado en Fauna Silvestre, como parte integral de la iniciativa de Restauración Ecológica de la subcuenca humedal Mantagua a cargo del Proyecto GEF Humedales Costeros. Este Plan Piloto fue ejecutado dentro de la propiedad perteneciente a la Corporación Cultural Amereida, situado en el sector Punta de Piedra, en la localidad de Ritoque, comuna de Quintero, Región de Valparaíso. La ejecución del Plan abarca un área definida como sitio prioritario, que incluye la superficie oficialmente reconocida como humedal urbano de Mantagua (Ley 21.200 y R.E N° 81/2023).

En el área de trabajo se reconocen tres formaciones vegetacionales de referencia, matorral y bosque esclerófilo costero, formaciones de pradera compuestas principalmente por herbáceas y plantaciones asilvestradas de eucaliptos y pinos. En estos ambientes se identifica la fauna (nativa e introducida) que será parte de los análisis para definir estructuras de enriquecimiento ambiental.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Implementar un plan piloto para el enriquecimiento de fauna silvestre en el marco de las acciones de Restauración Ecológica, implementadas por el Proyecto GEF Humedales Costeros, abarcando un área designada como sitio prioritario adyacente al humedal urbano de Mantagua.

2.2 Objetivos específicos

- i. Diseñar y ejecutar un plan de enriquecimiento ambiental para la fauna silvestre en el humedal costero de Mantagua, considerando la instalación de estructuras que fomenten la biodiversidad y contribuyan a la restauración ecológica.
- ii. Definir e instalar las estructuras de fauna más adecuadas para los hábitats del área de ejecución, priorizando aquellas que favorezcan el control biológico, la regeneración vegetal y el refugio de especies clave.
- iii. Contribuir a la restauración pasiva de la vegetación nativa mediante la implementación de estructuras que favorezcan la dispersión de semillas, la conectividad del paisaje y la reducción de especies invasoras.
- iv. Fortalecer las acciones de restauración ecológica mediante la instalación de nuevas estructuras de enriquecimiento ambiental que complementen y amplíen las

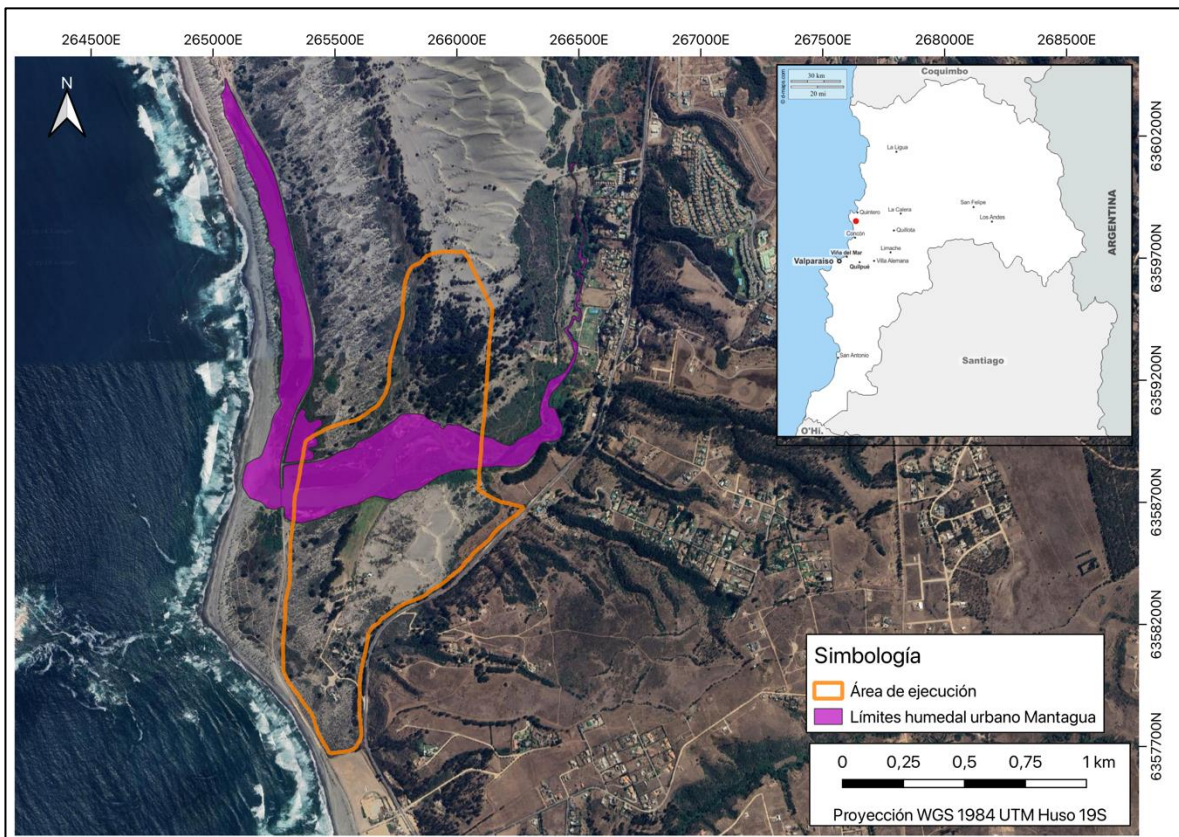
implementadas en el Plan Piloto desarrollado previamente en la subcuenca del humedal Mantagua¹.

3 Metodología

3.1 Área de ejecución

El área de ejecución del plan se ubica en el sector de Amereida, en dirección Oeste respecto a la ruta F-30-E, específicamente en la zona rural de la comuna de Quintero, región de Valparaíso. Esta área cuenta con una superficie aproximada de 97,5 hectáreas, y se encuentra adyacente a la superficie definida como humedal urbano (Figura 3-1).

Figura 3-1. Área de ejecución del Plan Piloto.



Fuente: Elaboración propia.

¹ informe disponible en: https://gefhumedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2024/07/Informe-Estructuras-Fauna_Ngen-Ambiental.pdf

3.2 Marco conceptual

Las relaciones que existen entre la fauna y la vegetación son muy importantes. Los animales se comportan como verdaderos promotores de la vegetación, y esta les entrega refugio y/o alimento.

La fauna desempeña un rol fundamental en la restauración ecológica de hábitats degradados, facilitando el retorno de los ecosistemas a su estado original o a una condición funcionalmente similar. Sus contribuciones abarcan múltiples procesos clave, entre ellos:

- Polinización: Muchas especies animales son esenciales para el transporte de polen, asegurando la reproducción de diversas plantas.
- Dispersión de semillas: A través de su alimentación y desplazamiento, los animales distribuyen semillas, favoreciendo la regeneración de la vegetación.
- Herbivoría controlada: Al consumir ciertas plantas, los herbívoros regulan la vegetación y contribuyen a reducir la biomasa inflamable, disminuyendo el riesgo de incendios.
- Descomposición: La actividad de la fauna acelera la descomposición de materia orgánica, enriqueciendo el suelo con nutrientes esenciales.
- Indicador de éxito: La presencia y actividad de la fauna sirven como un indicador de progreso en los procesos de restauración, reflejando la recuperación del ecosistema.

Existen varias técnicas para promover la riqueza de fauna en un sitio, como favorecer el desarrollo de un sotobosque denso, minimizar la tala de vegetación circundante, controlar las especies exóticas y la creación de refugios artificiales. Estos refugios, que pueden incluir troncos, rocas, estructuras de madera o arenales, representan una medida estructural orientada a mejorar y enriquecer los hábitats. Su principal objetivo es replicar las madrigueras, nidos o refugios naturales de las especies (Lobos *et al.*, 2021).

Las construcciones animales naturales, como nidos, represas, colonias, galerías subterráneas, etc., cumplen una multitud de funciones (Pallasmaa, 2022):

- Protección frente al entorno físico: control de la temperatura, gestión del agua, impermeabilización y control de la humedad, ventilación y renovación del aire, gestión de los residuos.
- Protección frente a los depredadores: evitar ser detectados o reconocidos, protección mecánica (viviendas fuertes o equipadas con elementos protectores), protección de los nidos por asociación con nidos de otras especies.
- Obtención de alimentos: agricultura, ganadería, enrollado de hojas (realizado por insectos para colocar sus huevos), captura de presas, almacenamiento.
- Comunicación: estructuras que ayudan a la transmisión de mensajes, selección de pareja y reproducción.

De este modo, el enriquecimiento ambiental enfocado en fauna aumenta el bienestar de los animales colonizadores, debido a que existe una disminución del gasto energético en la búsqueda de lugares adecuados para su refugio, alimentación y/o de reproducción. Al tener un menor gasto, los animales se encuentran más saludables, aumentando las probabilidades de apareamiento y adaptación social, promoviendo el establecimiento de nuevas poblaciones en el área de compensación.

No considerar a los animales en la restauración ambiental, sería como construir una casa que nadie va a habitar.

3.3 Etapas de desarrollo

Para lograr los objetivos planteados, las actividades enmarcadas en el enriquecimiento ambiental para fauna se organizaron en seis etapas (Figura 3-2).

Etapa 1: Análisis del diseño (Soluciones basadas en la Naturaleza)

Etapa 2: Definir el tipo de estructuras y los lugares de instalación

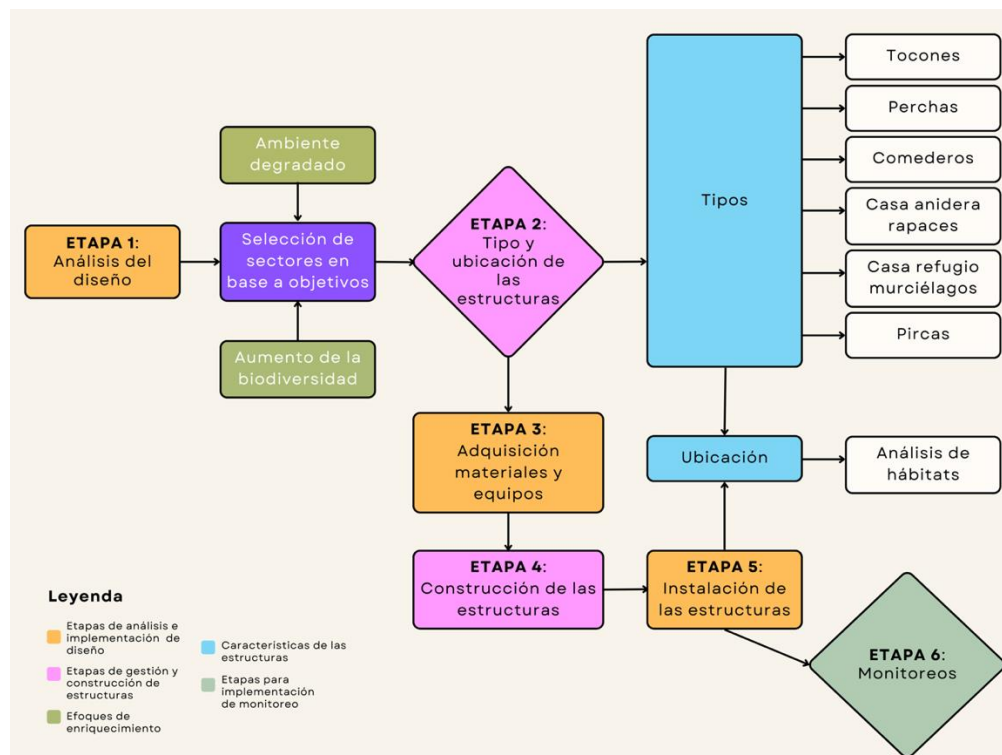
Etapa 3: Adquisición de los materiales y equipos de trabajo

Etapa 4: Construcción de las estructuras

Etapa 5: Instalación de las estructuras

Etapa 6: Monitoreos

Figura 3-2. Flujograma de las etapas de trabajo.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.1 Etapa 1: Análisis del diseño (Soluciones basadas en la Naturaleza)

Durante esta etapa se evalúa y analiza la necesidad o problemática a resolver, basándose en el sistema de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN). En este caso en particular, se determinaron dos situaciones relacionadas entre sí: restaurar zonas degradadas ambientalmente (restauración pasiva) mediante el aumento de la biodiversidad faunística. El enfoque es la restauración pasiva de la vegetación nativa junto con el control de plagas herbívoras (lagomorfos principalmente) en sectores aledaños al humedal urbano.

3.3.2 Etapa 2: Definir tipos de estructuras y los lugares de instalación

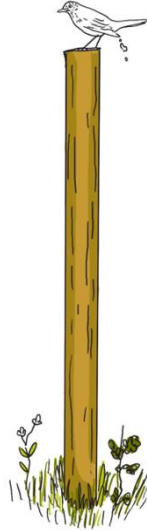
Con base en el enfoque de trabajo señalado anteriormente, se identificaron estructuras diseñadas para atraer fauna clave que contribuye al control biológico y al equilibrio del ecosistema. Por ejemplo, los murciélagos ayudan a regular las poblaciones de insectos, mientras que las aves rapaces controlan los conejos, cuya actividad puede dañar la vegetación nativa. Además, se priorizaron estructuras que promueven la regeneración natural, como los tocones, que conectan áreas fragmentadas y favorecen la expansión de flora nativa, y las pircas, que sirven como refugio para una amplia variedad de especies, desde invertebrados hasta mamíferos. Estas medidas buscan potenciar la presencia de especies esenciales para el funcionamiento ecológico, como insectos, arácnidos, reptiles, murciélagos, micromamíferos, aves rapaces nocturnas y paseriformes, que cumplen roles clave en el control de plagas y la dispersión de semillas, fortaleciendo las redes ecológicas y aumentando la resiliencia del ecosistema humedal.

A continuación, se describen los tipos de estructuras a considerar para el enriquecimiento y en la Figura 3-9 se muestran las estructuras instaladas.

a) Tocones para aves paseriformes

Se basa en la zoocoria o dispersión de semillas por animales. Este proceso tiene lugar cuando un ave se alimenta de semillas del bosque o matorral esclerofilo, y posteriormente la excreta. La semilla pasa por el tracto digestivo mientras se “limpia” por acción de los ácidos gástricos, y luego sale con el mejor fertilizante, las heces. Los tocones permiten al ave reposar (y defecar) en la punta, para luego caer la semilla por gravedad con su fertilizante al suelo, así, esta semilla se convertirá en un futuro arbusto o árbol. El objetivo es permitir la regeneración de la vegetación nativa en los sectores donde se ve fragmentada.

La estructura consta de un poste de madera de 80 a 100 mm de diámetro, considerando una altura de 1,5 metros fuera del nivel del suelo (pero puede ser menos dependiendo de la altura de la vegetación circundante). Se recomienda enterrar a una profundidad de 30 a 40 cm, según la dureza del suelo. Tras la instalación, se debe rellenar el suelo circundante al poste con vegetación seca, proporcionando así protección para las semillas que caigan (Figura 3-3).

Figura 3-3. Tocones para aves herbívoras.

Fuente: GEF Humedales Costeros

b) Perchas para aves rapaces

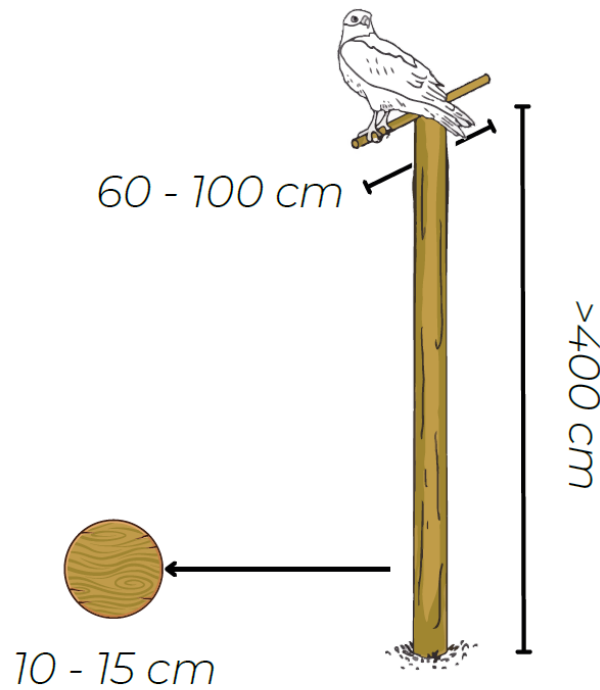
Las perchas son eficaces para especies que suelen cazar roedores y lagomorfos desde posaderos elevados, cerca de campos abiertos o en el límite de los bosques (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019).

Uno de los principales herbívoros plaga que existe en el humedal y que puede depredar la vegetación nativa, es el conejo, por lo que con esta estructura se fomenta la presencia de aves rapaces diurnas y también nocturnas (como peucos, aguiluchos, lechuzas, etc.) que la utilizan para posarse y mirar el terreno desde altura, mejorando la visibilidad y su eficiencia para cazar.

La estructura consta de un poste de madera de 4 a 6 pulgadas de diámetro, considerando una altura mínima de 4 metros fuera del nivel del suelo (en base a la altura de la vegetación nativa circundante, pero puede ser más). En su extremo superior tiene un travesaño de madera (formando una "T") de las siguientes dimensiones: 60 a 100 cm de largo, de 40 a 60 mm de diámetro. Se recomienda enterrar esta estructura a una profundidad de 60 a 80 cm, según la dureza del suelo (Figura 3-4).

Las perchas son altamente recomendables, tanto para rapaces diurnas como para nocturnas y es conveniente instalarlas en invierno, ya que en verano el suelo en ciertas regiones está particularmente compactado y sería necesario usar una máquina para cavar hoyos (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019).

Figura 3-4. Perchas para rapaces.



Fuente: GEF Humedales Costeros

c) Comederos para aves rapaces

Luego de que la rapaz cace una presa, esta estructura le permite comerla en un lugar en altura y sin otros depredadores tratando de robarle la presa.

La estructura consta de un poste de madera de 4 a 6 pulgadas de diámetro, considerando una altura mínima de 4 metros fuera del nivel del suelo (en base a la altura de la vegetación nativa circundante, pero puede ser más). En su extremo superior tiene una plataforma cuadrada de madera de las siguientes dimensiones: 80 x 80 cm y 18 mm de grosor (Figura 3-5). Se recomienda enterrarlos firmemente para evitar oscilaciones con el viento y a una profundidad de 60 a 80 cm, según la dureza del suelo.

Figura 3-5. Comedero para rapaces.



Fuente: GEF Humedales Costeros

d) Casa anidera para aves rapaces nocturnas

Estructura diseñada para que las aves nocturnas (por ejemplo, la lechuza) puedan poner sus huevos y criar a sus polluelos. De este modo aumenta la riqueza de depredadores tope, principales controladores de plagas que tienen actividad crepuscular-nocturna. Esta estructura busca atraer y dar refugio a las aves objetivo para que puedan reproducirse en forma efectiva, se integren y formen parte del ensamble de especies del ecosistema en restauración.

Es importante señalar que las aves rapaces (diurnas y nocturnas) también pueden ser indirectamente dispersoras de semillas, a través del desplazamiento de sus presas, que son las dispersoras directas (dispersión a una mayor distancia por ejemplo al trasladar a un ratón que tenga semillas en sus pelos). Así, pueden actuar como dispersores de semillas interactuando directa o indirectamente a una escala geográfica más amplia, promoviendo la dispersión. Inclusive en las egagrópilas se encuentran elevados números de semillas (Costán, 2018).

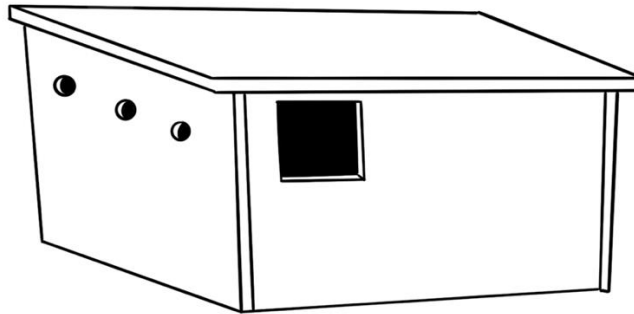
Su diseño, construcción e instalación deben ser adecuados a los requerimientos del ave. Por ejemplo, es conveniente hacer tres o cuatro orificios en la base de la casa para proporcionar ventilación y drenar agua, en caso de que la casa sufra anegamiento en temporales de lluvia.

Esta estructura debe ser armada como una caja de madera, tal como se observa en la Figura 3-6, teniendo cuidado con objetos que puedan dañar a las aves como astillas y clavos sobresalientes, y considerando los siguientes tamaños de tablas (terciado estructural de 18 mm de grosor para asegurar una adecuada aislación térmica):

- Paredes laterales (x2) 39 x 30 cm
- Pared frontal y trasera (x2) 44 x 30 cm

- Techo 52 x 41 cm
- Base 39 x 48 cm
- Tamaño de la entrada 14 cm de alto x 14 cm de ancho, en una esquina superior.

Figura 3-6. Modelo de casa anidera.



Fuente: Modificado de Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019

Pueden existir diferencias entre autores en relación a las dimensiones de la estructura, por ejemplo, algunos señalan que la entrada debe ser de 15 x 12 cm, y otros de 16 x 16 cm (Figuroa *et al.*, 2005; Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019). Por tanto, es crucial obtener resultados de los monitoreos y comparar su efectividad. No obstante, también es fundamental tener en cuenta que, en la naturaleza, estos tamaños ya son irregulares, ya que se corresponden con las oquedades de los árboles.

Para una instalación adecuada de la casa nido, es fundamental tener en cuenta varios factores. En primer lugar, es crucial considerar la época del año, ya que se recomienda instalar la casa no más tarde de un mes antes del inicio de la temporada reproductiva, que para las aves rapaces suele ser en primavera (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019). Para este proyecto se considera la temporada reproductiva, considerando todas sus etapas, desde agosto a marzo, donde puede ocurrir la ocupación de las casas.

Además, se deben tomar en consideración la exposición, orientación y tipo de hábitat. Las aves tienen preferencias en cuanto a la ubicación de sus nidos, buscando lugares y orientaciones que les proporcionen un ambiente óptimo para la cría. Por ejemplo, orientar la abertura de la casa hacia la salida del sol puede ayudar a que los polluelos reciban más calor durante las mañanas, pero es crucial asegurarse de que estén protegidos de los rayos directos del sol, generalmente mediante la cobertura proporcionada por el follaje del árbol donde se instala la casa nido. Asimismo, es importante evitar que la abertura esté expuesta a los vientos predominantes (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019).

En cuanto a la densidad de casas anidaderas, para las lechuzas blancas, y pese a que son territoriales, se pueden instalar las casas relativamente juntas, ya que tendrán éxito en la medida que haya alimento disponible para los nuevos residentes. Si la densidad de roedores

es alta se pueden instalar cinco casas anidaderas por hectárea y si la densidad de roedores es baja no más de dos y separadas equidistantemente por 70-100 m (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019).

Cabe resaltar que la madera debe estar tratada para retardar la pudrición y también es útil considerar la cercanía de algún árbol, especialmente para que sirva de refugio a las aves jóvenes cuando comiencen a abandonar el nido, o bien proveer de una percha artificial (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019). La percha artificial no fue considerada en este proyecto, ya que, en base a nuestra experiencia, los polluelos quedan muy expuestos y visibles sin la protección de un follaje u otras ramas, sobre todo al momento de sus primeros “saltos” y “vuelos”.

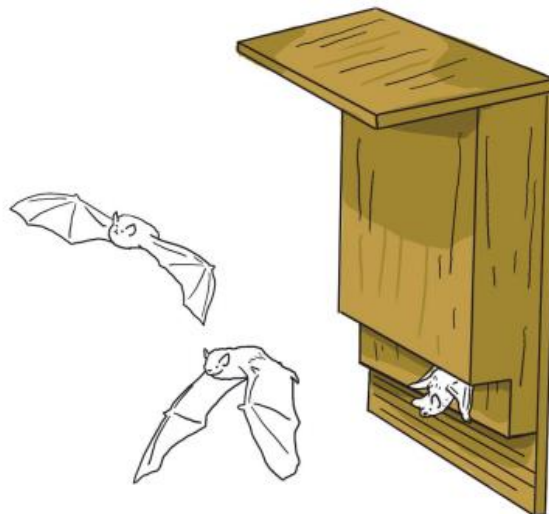
e) Casa refugio para murciélagos

Esta estructura permite el establecimiento de las especies de murciélagos que habitan el humedal (6 especies), los cuales son todos insectívoros, de este modo se mantienen controladas las poblaciones de insectos.

El modelo utilizado es el “Kent Bat Box”². La estructura debe ser armada, considerando los siguientes tamaños de tablas (terciado estructural de 18 mm de grosor) (Figura 3-7):

- Cámaras: 25 x 16 cm / 45 x 20 cm / 33 x 20 cm / 21 x 20 cm
- Laterales (x2): 33 x 2 cm / 21 x 1,5 cm

Figura 3-7. Casa refugio de quirópteros.



Fuente: GEF Humedales Costeros

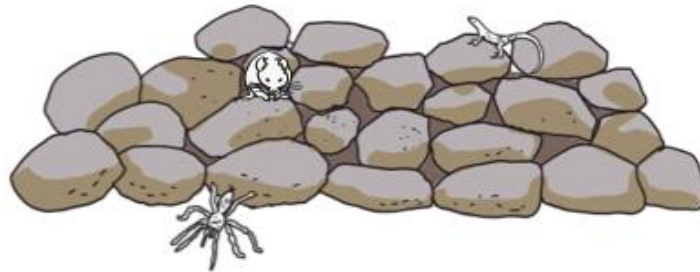
² La construcción puede basarse en el siguiente manual: <https://www.tetrixecology.com/single-post/how-to-make-a-kent-bat-box-step-by-step-instructions>

f) Pircas para artrópodos, reptiles y micromamíferos

Las pircas (o acumulaciones de piedras) permiten el establecimiento de otras especies de fauna. En primera instancia son ocupadas por insectos y arácnidos, los cuales atraen a sus depredadores (las lagartijas), y estas, además de alimento, encuentran entre las piedras sectores para refugio y sobre ellas un espacio especial para tomar sol. Además, estas estructuras pueden ser utilizadas por micromamíferos (como roedores o marsupiales, dispersores de semillas) y también atraen aves paseriformes que defecan sobre las piedras, potenciando nuevamente el fenómeno de la zoocoria.

Para la construcción se recomiendan bolones de 20 cm mínimo, formando un rectángulo de 2 a 4 metros de largo, 50 a 100 cm de ancho y 40 a 60 cm de alto. Se debe facilitar la presentación de espacios entre las piedras para fomentar el uso de la estructura como refugio, se pueden colocar restos de madera o pequeños troncos entre medio. Esta estructura se construye por capas, desde la base, cubriendo toda la extensión. El ancho y el alto serán alcanzados a medida que se van aborstando las diferentes capas, lo anterior es para promover la estabilidad de la estructura (Figura 3-8). Para más información sobre su construcción se puede revisar el trabajo de Lobos *et al.*, 2021.

Figura 3-8. Pircas.



Fuente: GEF Humedales Costeros

Figura 3-9. Estructuras de fauna consideradas en el plan.



Tocones para aves paseriformes



Perchas para aves rapaces



Comederos para aves rapaces



Casa anidera para aves rapaces nocturnas



Casa refugio para murciélagos



Pircas para artrópodos, reptiles y micromamíferos

Fuente: Registro en terreno.

Para definir los lugares de instalación de las estructuras, la metodología se define en base al enfoque de trabajo (restauración pasiva y aumento de biodiversidad). Preliminarmente fue necesario realizar recorridos para observar las características de paisaje (suelo, vegetación, fauna, estructuras humanas, etc.) y una línea de base de la fauna objetivo presente. Esta última información se complementó con las líneas de base realizadas anteriormente por Ngen Ambiental en el humedal (durante 3 años) y lo señalado en el libro “Humedal costero de Mantagua: un lugar para la conservación de la biodiversidad” (Flores *et al.*, 2022), donde se describen otros elementos del ecosistema, como el clima, la geografía, la fauna vertebrada terrestre, la flora y vegetación y los objetos de conservación.

Una vez definido “qué hay” y “como está ordenado”, se evalúa la ubicación y tipo de cada estructura.

Caso de estudio: Restauración pasiva y aumento de la biodiversidad.

El enfoque de las estructuras integra componentes ecosistémicos y sociales. En términos bióticos, se considera la cercanía al humedal urbano, incluyendo el cuerpo de agua y la vegetación ribereña, complementando las estructuras instaladas previamente en el sector alto de Amereida (Plan piloto de la subcuenca del humedal). Desde una perspectiva social, ampliar la intervención en los terrenos de la Corporación Cultural Amereida favorece la ejecución de acciones de conservación más efectivas y de mayor impacto, gracias al valioso patrimonio natural que estos abarcan y las actividades profesionales y culturales que se llevan a cabo en este sector.

Como los objetivos principales son disminuir la presencia de lagomorfos, restaurar pasivamente las zonas fragmentadas del matorral esclerofilo y aumentar la abundancia de especies clave, las estructuras fueron instaladas considerando los siguientes hábitats: las zonas fragmentadas del bosque esclerofilo, zonas dunares con matorrales, sectores abiertos rodeados de eucaliptos y la plantación de pinos asilvestrada.

En las zonas abiertas con alta densidad de conejos se instalaron perchas y comederos para rapaces, como medida de control biológico. En las áreas de plantaciones asilvestradas, caracterizadas por una elevada densidad de insectos, se ubicaron casas refugio para murciélagos, también con fines de control biológico. En los bordes de franjas de bosque y matorral esclerofilo se instalaron tocones para aves paseriformes, promoviendo la expansión de la vegetación nativa a través de la zoocoria. Además, en dos hábitats de plantaciones asilvestradas (eucaliptos y pinos), se colocaron casas anideras para rapaces nocturnas con el objetivo de potenciar la presencia de estos depredadores tope, fundamentales para el equilibrio del ecosistema. Por último, las pircas fueron instaladas en los bordes de eucaliptos, dunas y matorrales, con el propósito de incrementar la biodiversidad en estas áreas.

3.3.3 Etapa 3: Adquisición de los materiales y equipos

Esta etapa corresponde a la gestión para la compra de equipos, materiales y muy importante, el dimensionado de las maderas. Se recomienda realizar esto último en una ferretería local especializada, ya que utilizan máquinas de corte más precisas.

Los materiales y equipos consideraron:

- Taladros inalámbricos y con toma de corriente
- Variedad de brocas
- Equipos de protección personal (guantes, antiparras, overol, zapatos de seguridad, bloqueador solar, gorro)
- Equipos de protección para subir árboles (trepaderas, cuerdas de vida, grilletes de izaje, casco de escalada)
- Brochas
- Carbolíneo (para tratar la zona de la madera que queda enterrada en los tocones, perchas y comederos)
- Barniz marino
- Aguarrás
- Zunchos de acero inoxidable (para amarre seguro de las casas nido en los árboles). Especificación técnica: zuncho 5/8" x 0.7 mm, grado 304 - hebilla acero inoxidable 5/8", grado 304 - tensador zuncho acero sup. curva
- Planchas de madera: terciado estructural de 18 mm (1.22 x 2.44 metros)
- Escuadras
- Serrucho o sierra eléctrica
- Escalera (sobre 4 metros de alcance)

- Cuerdas de 10 metros o más
- Tornillos
- Bisagras
- Motosierra

3.3.4 Etapa 4: Construcción de las estructuras

La construcción debe ser organizada y realizada en base al espacio para guardar los materiales y equipos, disponibilidad de vehículos de transporte y disponibilidad de personal. Es importante contar con personas que tengan experiencia en manejo de herramientas y construcción con madera. Nuestro equipo cuenta con una persona que ha realizado cursos de carpintería, complementado con la experiencia y el apoyo de los arquitectos y trabajadores de Amereida. En conjunto con lo anterior, esta instancia puede aprovecharse para realizar actividades de voluntariado, facilitando la transferencia de conocimientos y fomentando la capacitación práctica en terreno para su aplicación en futuros proyectos.

Los artificios no se deben pintar y en caso de no disponer de madera de recambio para las estructuras que lo requieran, se puede aplicar barniz marino en varias manos e instalar la estructura después de varios días de ventilación. En las casas anidaderas este barniz solo se debe aplicar en las caras exteriores (Muñoz-Pedrerros *et al.*, 2019).

3.3.5 Etapa 5: Instalación de las estructuras

En base al análisis realizado en la Etapa 2, continúa la instalación de cada tipo de estructura en los lugares y ambientes definidos. Esta debe ser organizada y realizada en base a la disponibilidad de vehículos de transporte y disponibilidad de personal.

La instancia también puede ser utilizada para realizar actividades de voluntariado, así se transmite el conocimiento para otros proyectos (capacitación práctica en terreno).

3.3.6 Etapa 6: Monitoreos

Una vez finalizada la instalación de todas las estructuras previstas, se procede a capacitar a los habitantes de Amereida para realizar los monitoreos posteriores. En el plan de enriquecimiento anterior, esta actividad incluyó una charla sobre las bases y la justificación del proyecto, además de un monitoreo inicial liderado por un Especialista de Fauna Senior.

Sin embargo, en esta ocasión, no fue necesario repetir dicha actividad debido a que ya se había realizado previamente.

4 Ejecución del plan en terreno

En base a la metodología expuesta, se instalaron en total 23 estructuras, cuyo número y ubicación se indican en la Tabla 4-1.

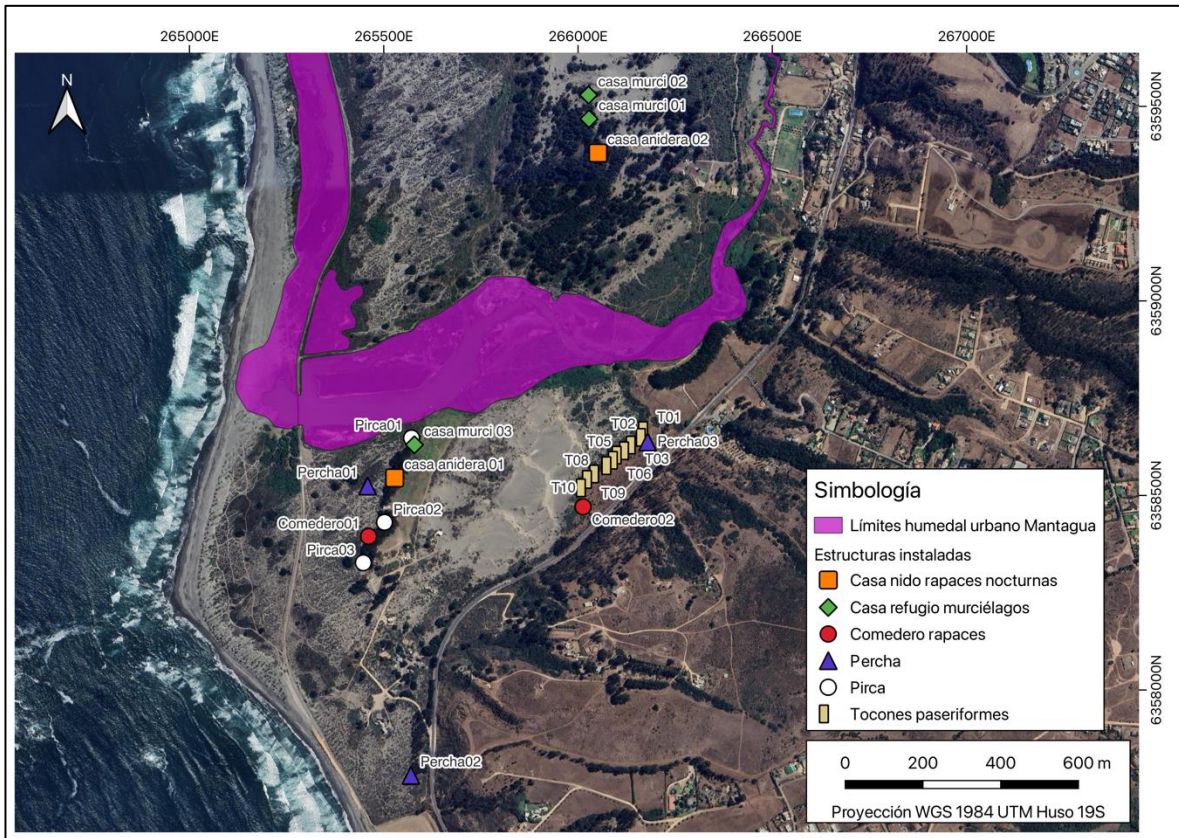
Tabla 4-1. Tipo y número de estructuras para fauna según el ambiente.

Tipo	Número	Ambiente	Total por estructura
Tocones para aves paseriformes	10	Franja de bosque esclerofilo	10
Perchas para aves rapaces	2	Área abierta con formación de duna-matorral	3
	1	Área abierta tipo pradera	
Comederos para aves rapaces	1	Área abierta con formación de duna-matorral	2
	1	Área abierta tipo pradera (borde bosque esclerofilo)	
Casa anidera para aves rapaces nocturnas	1	Plantación de eucaliptos	2
	1	Plantación de pinos	
Casa refugio para murciélagos	1	Plantación de eucaliptos	3
	2	Plantación de pinos	
Pircas	3	Borde entre eucaliptos y zona duna-matorral	3
TOTAL			23

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Figura 4-1 se muestra cartográficamente la ubicación de las estructuras, junto con su código para los futuros monitoreos.

Figura 4-1. Estructuras de fauna instaladas en el área de ejecución.



Fuente: Elaboración propia.

La justificación de la ubicación de cada estructura se basa en los siguientes análisis:

- Se instalaron 10 tocones para aves passeriformes, espaciados entre 20 y 40 metros, con el propósito de favorecer la expansión de la vegetación nativa en los bordes de la franja de bosque y matorral esclerófilo. A lo largo del tiempo, la regeneración vegetal bajo cada estructura, impulsada por la dispersión de semillas a través de la zocoria, contribuirá a la ampliación de esta franja, mitigando los efectos de la fragmentación del hábitat.
- Se instalaron 3 casas refugio para murciélagos en las formaciones vegetacionales asilvestradas, una en la plantación de eucaliptos y dos en la plantación de pinos. Esto en relación a los hábitats descritos en la literatura que pueden ocupar las especies de murciélagos presentes en el humedal, muchos de ellos observados en el ecotono entre las plantaciones, el matorral esclerófilo y el cuerpo de agua, probablemente por la alta abundancia de insectos en estos ambientes (por ejemplo, casa murci03 fue instalada muy cercana al agua).
- Se instalaron 3 perchas para aves rapaces, una ubicada en un área abierta con pradera (Percha03) y dos entre la vegetación nativa (esclerófila) asociada al sistema dunar. Las tres estructuras están en sectores donde se observó alta abundancia de lagomorfos (presencia directa y fecas).

- Se instalaron 2 comederos para aves rapaces, también en base a la concentración de lagomorfos. Incluyeron ambientes abiertos y otros con presencia de matorral nativo y eucaliptos. Estas estructuras se complementan con las perchas para la acción sobre el control de plagas (lagomorfos y otras como lauchas y ratas).
- Se instalaron 3 pircas en sectores donde se registró la presencia de reptiles, seleccionados por sus distintas características de suelo y vegetación. Estas áreas incluyen matorrales densos con acceso a luz solar directa, condiciones favorables para la termorregulación y refugio de diversas especies.
- Se instalaron 2 casas nido para aves rapaces nocturnas, cuya ubicación fue determinada considerando la territorialidad de estas especies y la disponibilidad de presas en el área. Aunque generalmente se recomienda una separación mínima de 70 a 100 metros entre estructuras, en este proyecto fueron ubicadas a 980 metros de distancia, abarcando dos ambientes distintos: una plantación asilvestrada de pinos (casa anidera 02) y una plantación de eucaliptos (casa anidera 01). La selección de estos sitios se basó en la presencia de árboles con una altura superior a los 6 metros, adecuados para su instalación y uso por parte de las aves.

5 Monitoreos

Es importante documentar la ocupación de las estructuras a lo largo del tiempo para recopilar información valiosa sobre las diversas especies que las utilizan, así como su frecuencia y estacionalidad. Además, es relevante observar los cambios en la vegetación para confirmar la efectividad de estas medidas en la restauración pasiva.

Para la revisión de las casas anidaderas se debe observar que estas estén correctamente instaladas y tener precauciones como evitar entrar en contacto visual excesivo con las crías si ya existen polluelos, para evitar molestar y estresar a los animales (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019). La inspección debe ser rápida y en silencio, ya que en ocasiones las madres se asustan y no regresan al nido. Durante la revisión es posible que se encuentre algún juvenil fuera del nido. Esto puede deberse a que el alimento se ha tornado escaso y ha sido expulsado del nido, o a que el juvenil ya está en edad de valerse por sí mismo. Se recomienda observar el polluelo por unos días, y si se aprecia en buen estado, es porque la madre aún lo alimenta o está cazando solo (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019).

Finalmente, es importante considerar que, en caso de requerirse reparaciones en las estructuras, deben evaluarse aspectos como su estabilidad, las uniones, el estado general y la firmeza de su sujeción.

Se sugiere llevar a cabo monitoreos quincenales y mensuales a cargo de personas locales, ya que estas están familiarizadas con los sitios, lo que facilita el acceso en términos de tiempo y costos, y promueve el empoderamiento del territorio por parte de la comunidad. En base a esto, los residentes de Amereida fueron capacitados durante la ejecución del plan de enriquecimiento anterior, en un taller para llevar a cabo estos monitoreos de manera

efectiva. El taller se realizó el día 24 de abril de 2024, y contó con una presentación teórica sobre la justificación de las estructuras y una parte práctica en terreno para aprender a monitorear cada estructura.

Los temas tratados en el taller fueron:

- Objetivo del proyecto “Plan Piloto de Enriquecimiento Ambiental enfocado en Fauna Silvestre”
- Área de ejecución
- Hábitat para fauna: Formaciones vegetacionales presentes en el área de ejecución
- Plan de acción de restauración ecológica activa y pasiva
- Relaciones ecológicas entre la vegetación y la fauna
- Importancia del enriquecimiento ambiental para la fauna
- Funciones de las construcciones animales naturales
- Etapas de desarrollo del plan de acción
- Diseño e instalación de refugios artificiales (estructuras)
- Análisis para definir los sectores donde instalar las estructuras
- Mantenimiento y monitoreo de las estructuras
- Actividades y objetivos a largo plazo

6 Objetivos a largo plazo

Dado el potencial de este proyecto y considerando la continuidad de este, además de los monitoreos, la instalación de estas estructuras tiene varios objetivos a largo plazo que pueden ser potenciados por Amereida y su relación con centros de estudio de la región.

Entre estos se incluyen (modificado de Muñoz-Pedrerros *et al.*, 2019):

- **Conservación:** Sirve para mitigar la falta de espacios para la nidificación de ciertas especies y ofrecer refugio efectivo durante condiciones ambientales o climatológicas desfavorables. La finalidad es mejorar las condiciones de hábitat de las especies objetivo para recuperar o reintroducir sus poblaciones en ambientes perturbados.
- **Investigación:** Permiten estudios etológicos, tróficos, reproductivos y de dinámica poblacional de las especies.
- **Control de plagas:** Las estructuras asociadas a especies carnívoras pueden ser empleadas como técnicas de control de plagas de roedores, lagomorfos e incluso insectos.
- **Educación Ambiental:** Son instrumentos valiosos en programas de educación y comunicación ambiental, al contactar a los ciudadanos, muchas veces por primera vez, con fauna que de otro modo no conocerían o no tendrían interés en promover su conservación.

7 Referencias bibliográficas

Costán A. 2018. Dispersión secundaria de semillas por aves rapaces. *El Hornero* 34 (2): 56-57.

Figueroa RA., Murúa R., Schlatter R., Briones M., Figueroa R., Ruiz J., Corales ES., Centrón A. & Devia L. 2005. Manual de construcción de cajas anideras para aves rapaces – promoviendo el biocontrol de hantavirus. Proyecto FONDEF – UACH – SAG. Valdivia, Chile.

Flores L., Contreras-López M, Figueroa R. & Arenas A (Eds.). 2022. Humedal costero de Mantagua: Un lugar para la conservación de la biodiversidad en Chile Central. Ediciones Universitarias de Valparaíso. 350 pp.

Ley 21.202. Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos. Ministerio del Medio Ambiente. Fecha de promulgación 16 de enero de 2020.

Lobos G., Tapia G., Alzamora A., Rebolledo N., Salinas H., Trujillo J.C., Garín C. & Camousseigt B. 2021. Manual para la construcción de refugios para reptiles presentes en las Regiones de Antofagasta y Atacama. Enel y Ecodiversidad Consultores. 54 pp.

Muñoz-Pedrerros A., Rau J. & Yáñez J. 2019. Aves Rapaces de Chile. Segunda Edición Ampliada. CEA Ediciones. 561 pp.

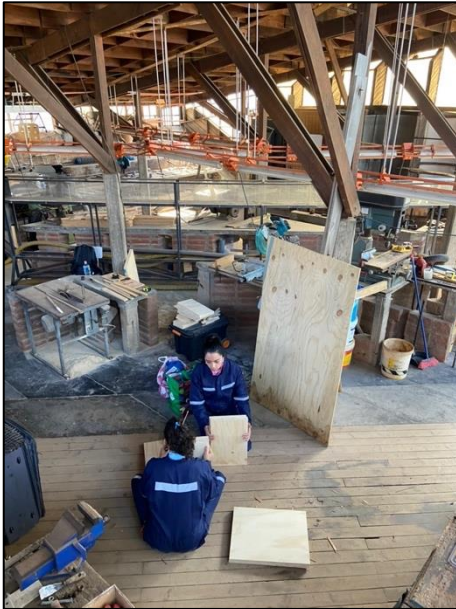
Pallasmaa J. 2022. Animales Arquitectos. Primera Edición, Cuarta Tirada. Editorial GG, SL. 141 pp.

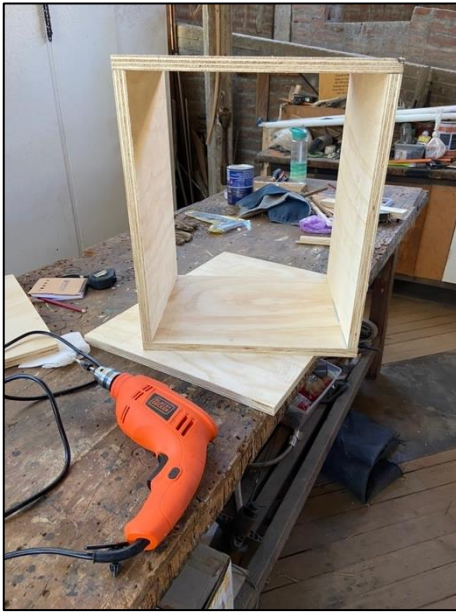
Resolución Exenta N° 81. Reconoce, por solicitud Municipal, Humedal Urbano Mantagua. Fecha de promulgación 24 de enero de 2023. 5 pp.

8 Anexos

8.1 Fotografías

Trabajos de construcción





Trabajos de instalación





