



“ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE PRESERVACION Y/O RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN TERRITORIOS DE ALTO VALOR PARA LA CONSERVACIÓN DE LA REGIÓN METROPOLITANA Y LA SEXTA REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS, PARA UN PILOTO DE BANCO DE PROYECTOS DE COMPENSACIONES EN BIODIVERSIDAD”



Informe Final de la Consultoría

Rev 0

Preparado por
Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Para



**Ministerio del
Medio
Ambiente**

Santiago, 06 de diciembre de 2019

EQUIPO DE TRABAJO

En el desarrollo de la presente consultoría denominada "Elaboración de Proyectos de Preservación y/o Restauración Ecológica en Territorios de Alto Valor para la Conservación de la Región Metropolitana y la Sexta Región del Libertador Bernardo O'Higgins, para un Piloto de Banco de Proyectos de Compensaciones en Biodiversidad", participan los siguientes profesionales de BIOTA:

Nombre	Cargo
Gabriel Lobos Villalobos	Jefe del Proyecto - Especialista Fauna
Gustavo Girón Avalos	Coordinador del Proyecto
Luis Faúndez Yancas	Especialista Flora y Vegetación
Matías Treumun Olivares	Encargado especialidad SIG
Paola Díaz Piga	Profesional especializado SIG y procesamiento de información

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVO DE LA CONSULTORÍA	1
2.1	Objetivo general	1
2.2	Objetivos específicos.....	1
3	METODOLOGÍA	2
3.1	Sitios de estudio	2
3.2	Coordinación con los propietarios.....	3
3.3	Implementación metodología para la ejecución de compensaciones en biodiversidad en el marco del SEIA	4
3.3.1	Metodología para la construcción de la matriz	7
3.3.2	Información recopilada para los sitios de estudio.....	9
3.3.3	Criterios de selección de componentes clave	12
3.3.3.1	S.N. Quebrada de la Plata.....	12
3.3.3.2	S.N. San Francisco de Lagunillas - Quillayal	14
3.3.3.3	S.N. Cerro Poqui	16
3.3.3.4	Reserva Natural Altos de Cantillana	17
3.3.3.5	Sitio Prioritario Las Cardillas – Iniciativa de Conservación Privada (ICP) Bosques de Tinguiririca.....	19
3.3.4	Métrica de cuantificación.....	20
3.4	Planes, proyectos y programas de preservación y/o restauración para los sitios en estudio .	28
4	RESULTADOS	30
4.1	Plan de Restauración S.N. Quebrada de la Plata	30
4.1.1	Matriz de componentes clave de biodiversidad	30
4.1.2	Propuestas de planes de restauración y/o preservación para cada sitio de estudio....	35
4.1.3	Programa de control de amenazas.....	36
4.1.4	Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina.....	38
4.1.4.1	Objetivos.....	38
4.1.4.2	Componentes claves involucrados	38
4.1.4.3	Criterios de selección de sitio y superficie involucrada	38
4.1.4.4	Actividades	39
4.1.4.5	Indicador de éxito	42
4.1.4.6	Carta Gantt.....	43
4.1.4.7	Costo estimado	43
4.1.5	Proyecto de restauración bosques esclerófilos	44
4.1.5.1	Objetivos.....	44
4.1.5.2	Componentes claves involucrados	44
4.1.5.3	Criterios de selección de sitio y superficie involucrada	45
4.1.5.4	Actividades	46
4.1.5.5	Indicador de éxito	47
4.1.5.6	Carta Gantt.....	48

4.1.5.7	Costo estimado	48
4.1.6	Métrica de cuantificación proyectos S.N. Quebrada de La Plata.	49
4.1.6.1	Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina.....	49
4.1.6.2	Proyecto de restauración bosques esclerófilos.....	50
4.2	Plan de Restauración S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal.....	51
4.2.1	Matriz de componentes clave de biodiversidad	51
4.2.2	Propuestas de planes de restauración y/o preservación para cada sitio de estudio....	55
4.2.3	Programa de control de amenazas.....	55
4.2.4	Proyecto de restauración bosques esclerófilos	56
4.2.4.1	Objetivos.....	57
4.2.4.2	Componentes claves involucrados	57
4.2.4.3	Criterios de selección de sitio y superficie involucrada	57
4.2.4.4	Actividades	59
4.2.4.5	Indicador de éxito	60
4.2.4.6	Carta Gantt.....	60
4.2.4.7	Costo estimado	61
4.2.5	Proyecto de potenciamiento vegas de altura	62
4.2.5.1	Objetivos.....	62
4.2.5.2	Componentes claves involucrados	62
4.2.5.3	Criterios de selección de sitio y superficie involucrada	62
4.2.5.4	Actividades	63
4.2.5.5	Indicador de éxito	64
4.2.5.6	Carta Gantt.....	64
4.2.5.7	Costo estimado	64
4.2.6	Métrica de cuantificación proyectos S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal.....	65
4.2.6.1	Proyecto de restauración bosques esclerófilos.....	65
4.2.6.2	Proyecto de potenciamiento vegas de altura	66
4.3	Plan de Restauración S.N. Cerro Poqui	67
4.3.1	Matriz de componentes clave de biodiversidad	67
4.3.2	Propuestas de planes de restauración y/o preservación para cada sitio de estudio....	71
4.3.3	Programa de control de amenazas.....	71
4.3.4	Proyecto de restauración zona amortiguamiento bosque roble-hualo.	73
4.3.4.1	Objetivos.....	73
4.3.4.2	Componentes claves involucrados	73
4.3.4.3	Criterios de selección de sitio y superficie involucrada	73
4.3.4.4	Actividades	74
4.3.4.5	Indicador de éxito	76
4.3.4.6	Carta Gantt.....	77
4.3.4.7	Costo estimado	77
4.3.5	Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.	78
4.3.5.1	Objetivos.....	78
4.3.5.2	Componentes claves involucrados	78
4.3.5.3	Criterios de selección de sitio y superficie involucrada	79

4.3.5.4	Actividades	79
4.3.5.5	Indicador de éxito	81
4.3.5.6	Carta Gantt.....	82
4.3.5.7	Costo estimado	82
4.3.6	Métrica de cuantificación proyectos S.N. Cerro Poqui.	83
4.3.6.1	Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.....	83
4.3.6.2	Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.	84
4.4	Plan de Restauración Reserva Natural Altos de Cantillana	86
4.4.1	Matriz de componentes clave de biodiversidad	86
4.4.2	Propuestas de planes de restauración y/o preservación para cada sitio de estudio....	92
4.4.3	Programa de control de amenazas.....	92
4.4.4	Proyecto de restauración bosque esclerófilo.	94
4.4.4.1	Objetivos	94
4.4.4.2	Componentes claves involucrados	94
4.4.4.3	Criterios de selección de sitio y superficie involucrada	94
4.4.4.4	Actividades	96
4.4.4.5	Indicador de éxito	97
4.4.4.6	Carta Gantt.....	97
4.4.4.7	Costo estimado	98
4.4.5	Proyecto de potenciamiento hábitat carnívoros.....	100
4.4.5.1	Objetivos	100
4.4.5.2	Componentes claves involucrados	100
4.4.5.3	Criterios de selección de sitio y superficie involucrada	100
4.4.5.4	Actividades	101
4.4.5.5	Indicador de éxito	102
4.4.5.6	Carta Gantt.....	103
4.4.5.7	Costo estimado	103
4.4.6	Métrica de cuantificación proyectos Reserva Natural Altos de Cantillana.....	104
4.4.6.1	Proyecto de restauración bosque esclerófilo.	104
4.4.7	Proyecto de potenciamiento hábitat carnívoros.....	105
4.5	Plan de Restauración y Preservación Sitio Prioritario Las Cardillas – Bosques de Tinguiririca	107
4.5.1	Matriz de componentes clave de biodiversidad	107
4.5.2	Propuestas de planes de restauración y/o preservación para cada sitio de estudio..	110
5	COMENTARIOS RESPECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE COMPENSACIÓN DE BIODIVERSIDAD.....	111
6	CONCLUSIONES	115
7	BIBLIOGRAFÍA.....	116

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Minutas de reuniones	120
Anexo 2: Cartas compromiso propietarios	129
Anexo 3: Fichas resumen por sitio.....	133

Anexo 4: Propuestas de proyectos por sitio.....	181
Anexo 5: Memorias de cálculo de los costos por proyecto propuesto.	222
Anexo 6: Memoras de cálculo de las métricas para los proyectos propuestos.	222
Anexo 7: Anexo cartográfico con los respaldos en SHP	222
Anexo 8: Presentaciones realizadas a los propietarios y con la contraparte técnica	222
Anexo 9: Glosario de términos	222

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación espacial de los sitios de estudio	3
Figura 2: Esquema de implementación de la metodología de compensación en biodiversidad en el SEIA	6
Figura 3: Matriz de componentes clave de biodiversidad	8
Figura 4: Sitios del proyecto de restauración ambiental y ecológica sector mina.	39
Figura 5: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo SN Quebrada de La Plata.....	45
Figura 6: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo.	58
Figura 7: Sitios del proyecto de restauración ambiental y ecológica sector mina.....	63
Figura 8: Unidades a reforestar proyecto restauración zona de amortiguamiento bosque tipo forestal roble-hualo.	74
Figura 9: Bosques higrófilos en el Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui.....	79
Figura 10: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo.....	95
Figura 11: Registros de carnívoros R.N. Altos de Cantillana.....	101
Figura 12: Sitios del proyecto de restauración ambiental y ecológica sector mina.	136
Figura 13: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo SN Quebrada de La Plata.	141
Figura 14: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo.....	147
Figura 15: Sitios del proyecto de restauración ambiental y ecológica sector mina.	153
Figura 16: Unidades a reforestar proyecto restauración zona de amortiguamiento bosque tipo forestal roble-hualo.	158
Figura 17: Bosques higrófilos en el Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui.....	163
Figura 18: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo.....	171
Figura 19: Registros de carnívoros R.N. Altos de Cantillana.....	177
Figura 20: Sectores a incorporar en el plan de rehabilitación ambiental y ecológica de los sectores mineros.	182
Figura 21: Sectores y situaciones consideradas en el plan de restauración bosques de peumo	185
Figura 22: Situaciones potenciales para la restauración de bosque esclerófilo	187
Figura 23: Sectores potenciales para restauración de formaciones de guayacán.....	190
Figura 24: Situaciones potenciales para restauración de hábitat de fauna en exposición norte	193
Figura 25: Red hídrica y quebradas en el S.N. Quebrada de la Plata	195
Figura 26: Sectores y situaciones consideradas en el plan de restauración bosques de frangel.....	198
Figura 27: Situaciones potenciales para la restauración de bosque esclerófilo	200
Figura 28: Sectores a incorporar en el plan de rehabilitación ambiental y ecológica de los sectores mineros.	202
Figura 29: Sectores por tipo forestal en el S.P. Las Cardillas	207
Figura 30: Sectores con bosques de tipo forestal roble-hualo en el S.N. Cerro Poqui	210

Figura 31: Formaciones vegetacionales en el S.N. Cerro Poqui	212
Figura 32: Formaciones vegetacionales en el S.N. Cerro Poqui	214
Figura 33: Formaciones de matorral esclerófilo en Altos de Cantillana.	217
Figura 34: Lugares para el potenciamiento del hábitat de <i>Alsodes cantillanensis</i> en Altos de Cantillana.	219
Figura 35: Lugares para el potenciamiento del hábitat de carnívoros en Altos de Cantillana.	220

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sitios de estudio de la consultoría	2
Tabla 2: Parámetros a evaluar a nivel de Paisaje.....	21
Tabla 3: Parámetros a evaluar a nivel de Ecosistema Terrestre	21
Tabla 4: Descripción de los parámetros a evaluar según nivel paisaje y ecosistema.....	21
Tabla 5: Descripción de los multiplicadores propuestos.....	24
Tabla 6: Puntuación de los parámetros a nivel de paisaje.	26
Tabla 7: Puntuación de los parámetros a nivel de ecosistema terrestre.....	27
Tabla 8: Puntaje asignado a multiplicador de temporalidad M2.	28
Tabla 9: Matriz componentes clave de la biodiversidad Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata	31
Tabla 10: Proyectos seleccionados para su mayor desarrollo en S.N. Quebrada de La Plata	35
Tabla 11: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina.....	49
Tabla 12: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina.....	49
Tabla 13 Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	50
Tabla 14: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosques esclerófilos	50
Tabla 15: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestre, Proyecto de restauración bosques esclerófilos	50
Tabla 16: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	51
Tabla 17: Matriz de componentes clave de biodiversidad Santuario de la Naturaleza Lagunillas - Quillayal	52
Tabla 18: Proyectos seleccionados para su mayor desarrollo en S.N. San Francisco Lagunillas y Quillayal	55
Tabla 19: Superficie de sitios de plantación proyecto restauración bosques esclerófilos S.N. San Fco. de Lagunillas y Quillayal	58
Tabla 20: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosques esclerófilos	65
Tabla 21: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestre, Proyecto de restauración bosques esclerófilos	66
Tabla 22: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	66
Tabla 23: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de potenciamiento vegas de altura ..	66
Tabla 24: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestres, Proyecto de potenciamiento vegas de altura	67

Tabla 25: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	67
Tabla 26: Matriz de componentes clave de biodiversidad Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui	68
Tabla 27: Proyectos seleccionados para su mayor desarrollo S.N. Cerro Poqui	71
Tabla 28: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.	83
Tabla 29: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.	83
Tabla 30: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	84
Tabla 31: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.	84
Tabla 32: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.	84
Tabla 33: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	85
Tabla 34: Matriz de componentes clave de biodiversidad Reserva Natural Altos de Cantillana	87
Tabla 35: Proyectos seleccionados para su mayor desarrollo Reserva Natural Altos de Cantillana	92
Tabla 36: Superficie de sitios de plantación proyecto restauración bosques esclerófilos Altos de Cantillana	95
Tabla 37: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosque esclerófilo.	104
Tabla 38: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración bosque esclerófilo.	105
Tabla 39: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	105
Tabla 40: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de potenciamiento hábitat carnívoros.	106
Tabla 41: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	106
Tabla 42: Matriz de componentes clave de biodiversidad Sitio Prioritario Las Cardillas	108
Tabla 43: Índices funcionales para análisis de paisaje	113
Tabla 44: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina.....	139
Tabla 45: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina.....	140
Tabla 46 Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	140
Tabla 47: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosques esclerófilos	144
Tabla 48: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestre, Proyecto de restauración bosques esclerófilos	144
Tabla 49: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	144

Tabla 50: Superficie de sitios de plantación proyecto restauración bosques esclerófilos S.N. San Fco. de Lagunillas y Quillayal	147
Tabla 51: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosques esclerófilos	151
Tabla 52: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestre, Proyecto de restauración bosques esclerófilos	151
Tabla 53: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	151
Tabla 54: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de potenciamiento vegas de altura	155
Tabla 55: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestres, Proyecto de potenciamiento vegas de altura	155
Tabla 56: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	155
Tabla 57: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.	161
Tabla 58: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.	161
Tabla 59: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	162
Tabla 60: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.	166
Tabla 61: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.	166
Tabla 62: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	167
Tabla 63: Superficie de sitios de plantación proyecto restauración bosques esclerófilos Altos de Cantillana	171
Tabla 64: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosque esclerófilo.	175
Tabla 65: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración bosque esclerófilo.	175
Tabla 66: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	176
Tabla 67: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de potenciamiento hábitat carnívoros.	179
Tabla 68: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.	180
Tabla 69: Superficies para implementación de rehabilitación sectores mineros	181
Tabla 70: Situaciones y superficie considerada en el plan de restauración de bosques de peumo	184
Tabla 71: Situaciones y superficies potenciales a incluir en la restauración del bosque esclerófilo	187
Tabla 72: Superficie potencial para implementación de medida de restauración formaciones de guayacán.....	189
Tabla 73: Situaciones y superficie considerada en el plan de restauración de bosques de frangel	198
Tabla 74: Situaciones y superficies potenciales a incluir en la restauración del bosque esclerófilo	200
Tabla 75: Superficies para implementación de rehabilitación sectores mineros	202

Tabla 76: Superficies por tipo forestal en el S.P Las Cardillas	206
Tabla 77: Superficie con bosque del tipo forestal roble-hualo, por subtipo, considerada en el plan de restauración de tipo forestal en el S.N. Cerro Poqui.....	209
Tabla 78. Actividades a realizar durante la ejecución del plan de control de amenazas.	221

1 INTRODUCCIÓN

El proyecto "Elaboración de Proyectos de Preservación y/o Restauración Ecológica en Territorios de Alto Valor para la Conservación de la Región Metropolitana y la Sexta Región del Libertador Bernardo O'Higgins, para un Piloto de Banco de Proyectos de Compensaciones en Biodiversidad" licitado por la Subsecretaría de Medio Ambiente (ID 608897-33-LE19), y adjudicado a BIOTA Gestión y Consultorías Ambientales Ltda., tiene como principal objetivo diseñar proyectos de preservación y/o restauración en sitios seleccionados de alto valor en biodiversidad de la Región Metropolitana y la Sexta Región del Libertador Bernardo O'Higgins, para que constituyan parte de la oferta de sitios disponibles para implementar medidas de compensación de biodiversidad para proyectos que deban compensar sus impactos residuales en biodiversidad, en el marco de sus obligaciones con el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

El presente documento corresponde al informe final de la consultoría con los siguientes resultados: recopilación información disponible para cada uno de los sitios de estudio, actividades de coordinación con los propietarios, administradores o asesores, desarrollo de proyectos de restauración para cada sitio y aplicación de la metodología para la ejecución de compensaciones en biodiversidad para el SEIA desarrollada por el Ministerio del Medio Ambiente, además de los respaldos establecidos en las bases de licitación y en los formatos definidos en dichas bases.

2 OBJETIVO DE LA CONSULTORÍA

2.1 Objetivo general

Diseñar Proyectos de Preservación y/o Restauración, en sitios seleccionados de alto valor en biodiversidad de la Región Metropolitana y la Sexta Región del Libertador Bernardo O'Higgins, para que constituyan parte de la oferta de sitios disponibles para realizar medidas de compensación de biodiversidad por proyectos que deban compensar sus impactos, en el marco de sus obligaciones con el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

2.2 Objetivos específicos

- Revisar, recopilar y analizar la información necesaria para caracterizar la condición inicial de biodiversidad de los sitios y la identificación de los componentes clave de biodiversidad.
- Elaborar un Proyecto de Preservación y/o Restauración de los sitios, con un plan de actividades, Carta Gantt y costeo asociado.
- Aplicar la métrica diseñada por el Ministerio del Medio Ambiente, para determinar equivalencias y eventuales ganancias en biodiversidad con la implementación de los Proyectos de Preservación y/o Restauración.
- Difusión de los resultados del estudio.

3 METODOLOGÍA

3.1 Sitios de estudio

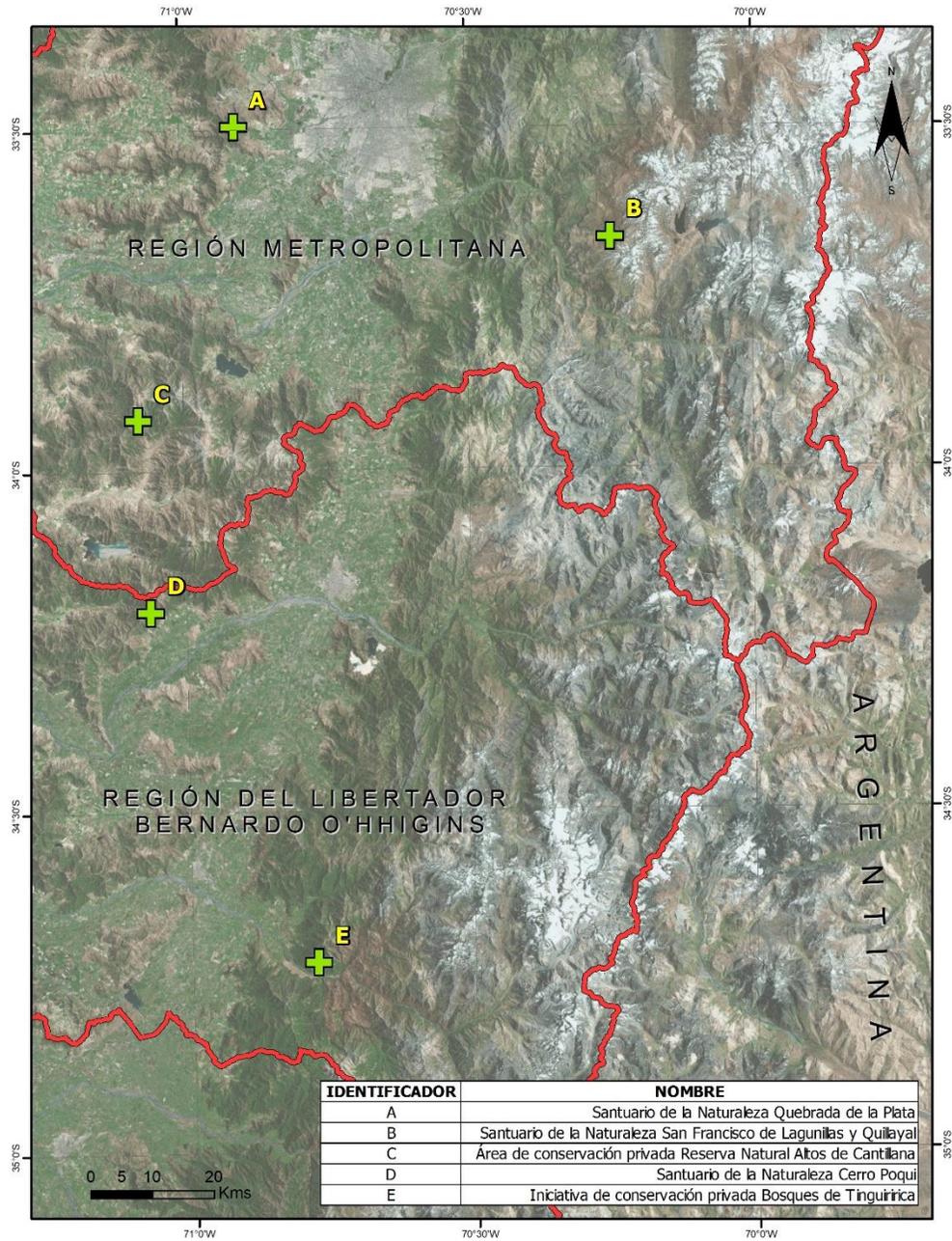
La presente consultoría se desarrolla en cinco (5) sitios, de los cuales cuatro son áreas bajo el estatus de Santuario de la Naturaleza y una corresponde a un Sitio Prioritario para la conservación de la biodiversidad. De acuerdo con lo anterior, tres de los sitios se ubican en la Región Metropolitana y dos en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, los que en total suman una superficie de 29.129 ha, tal como lo muestra la Tabla 1 y lo grafica la Figura 1.

Tabla 1: Sitios de estudio de la consultoría

Nombre sitio	Región	Estatus	Superficie (ha)
Área de conservación privada Reserva Natural Altos de Cantillana.	Región Metropolitana	Abarca dos santuarios: <ul style="list-style-type: none"> Santuario de la Naturaleza Altos de Cantillana, Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisbora (Dto 517/2009 MINEDUC) Santuario de la Naturaleza Horcón de Piedra (Dto. 28/2011 MMA). 	12.000
Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas y Quillayal	Región Metropolitana	El área está bajo los siguientes regímenes de protección: <ul style="list-style-type: none"> Dentro de la zona de interés turístico nacional de la comuna de San José de Maipo (R.E. 1138/2001 SERNATUR). Zona de interés científico para efectos mineros (Dto. 78/2005 MINMINERIA) Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas y Quillayal (Dto. 775/2008 MINEDUC). 	13.426
Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata	Región Metropolitana	Régimen de protección: <ul style="list-style-type: none"> Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata (Dto. 44/2016 MMA). 	1.110
Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui	Región del Libertador Bernardo O'Higgins	Régimen de protección: <ul style="list-style-type: none"> Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui (Dto. 08/2018 MMA). 	1.026
Sitio Prioritario Las Cardillas - Iniciativa de Conservación Privada Bosques de Tinguiririca	Región del Libertador Bernardo O'Higgins	Régimen de protección: <ul style="list-style-type: none"> Sitio Prioritario para la Conservación Las Cardillas (Estrategia Nacional de Biodiversidad CONAMA 2003; Of. Od. D.E. 100143/2010 SEA). 	1.567

Fuente: elaboración propia

Figura 1: Ubicación espacial de los sitios de estudio



Fuente: elaboración propia

3.2 Coordinación con los propietarios

Uno de los aspectos importantes en el desarrollo de la presente consultoría fue la comunicación con los propietarios de los sitios en estudio, principalmente para el intercambio de antecedentes e información de línea de base para la construcción de la matriz de componentes clave de la biodiversidad, para

posteriormente priorizar las propuestas de planes de preservación y/o restauración, y finalmente en la validación de los planes de preservación y/o restauración de cada área en estudio.

En el transcurso de la consultoría se desarrollaron las siguientes actividades con los propietarios:

- 22 de julio 2019 – Reunión de inicio con administración del S.N. Quebrada de La Plata.
- 24 de julio 2019 – Reunión de inicio con propietarios de S.P. Las Cardillas - Bosques de Tinguiririca.
- 25 de julio 2019 – Reunión de inicio con propietarios de S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal.
- 29 de julio 2019 – Reunión de inicio con asesor S.N. Cerro Poqui.
- 14 de agosto 2019 - Reunión de inicio con administración R.N Altos de Cantillana.
- 30 de agosto 2019 – Presentación de metodología de trabajo, matriz de componentes clave a comité de administración S.N. Quebrada de La Plata.
- 25 de septiembre 2019 – Presentación propuestas de planes de preservación y/o restauración comité de administración S.N. Quebrada de La Plata.
- 26 de septiembre 2019 – Presentación matriz de componentes clave y propuestas de planes de preservación y/o restauración propietarios S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal.
- 01 de octubre 2019 – Presentación propuestas de planes de preservación y/o restauración con asesor S.N. Cerro Poqui.
- 07 de octubre 2019 - Presentación propuestas de planes de preservación y/o restauración propietarios de S.P. Las Cardillas - Bosques de Tinguiririca.
- 07 de octubre 2019 - Presentación propuestas de planes de preservación y/o restauración administración R.N Altos de Cantillana.
- 04 de noviembre 2019 - Presentación planes finales de preservación y/o restauración administración R.N Altos de Cantillana.
- 05 de noviembre 2019 - Presentación planes finales de preservación y/o restauración con asesor S.N. Cerro Poqui.
- 14 de noviembre 2019 - Presentación planes finales de preservación y/o restauración comité de administración S.N. Quebrada de La Plata.
- 19 de noviembre 2019 - Presentación planes finales de preservación y/o restauración con propietarios S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal.

Las presentaciones de las reuniones con la contraparte técnica y con los propietarios se adjuntan en el Anexo 8 de este documento.

3.3 Implementación metodología para la ejecución de compensaciones en biodiversidad en el marco del SEIA

El desarrollo de la presente consultoría se enmarca en la implementación de la metodología para la ejecución de compensaciones en biodiversidad en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente (Alonso *et al*, 2019). Esta metodología considera tres niveles de análisis, los cuales son aplicables para identificar los componentes significativos de la biodiversidad presentes, y eventualmente impactados, en un área (llamados componentes clave de

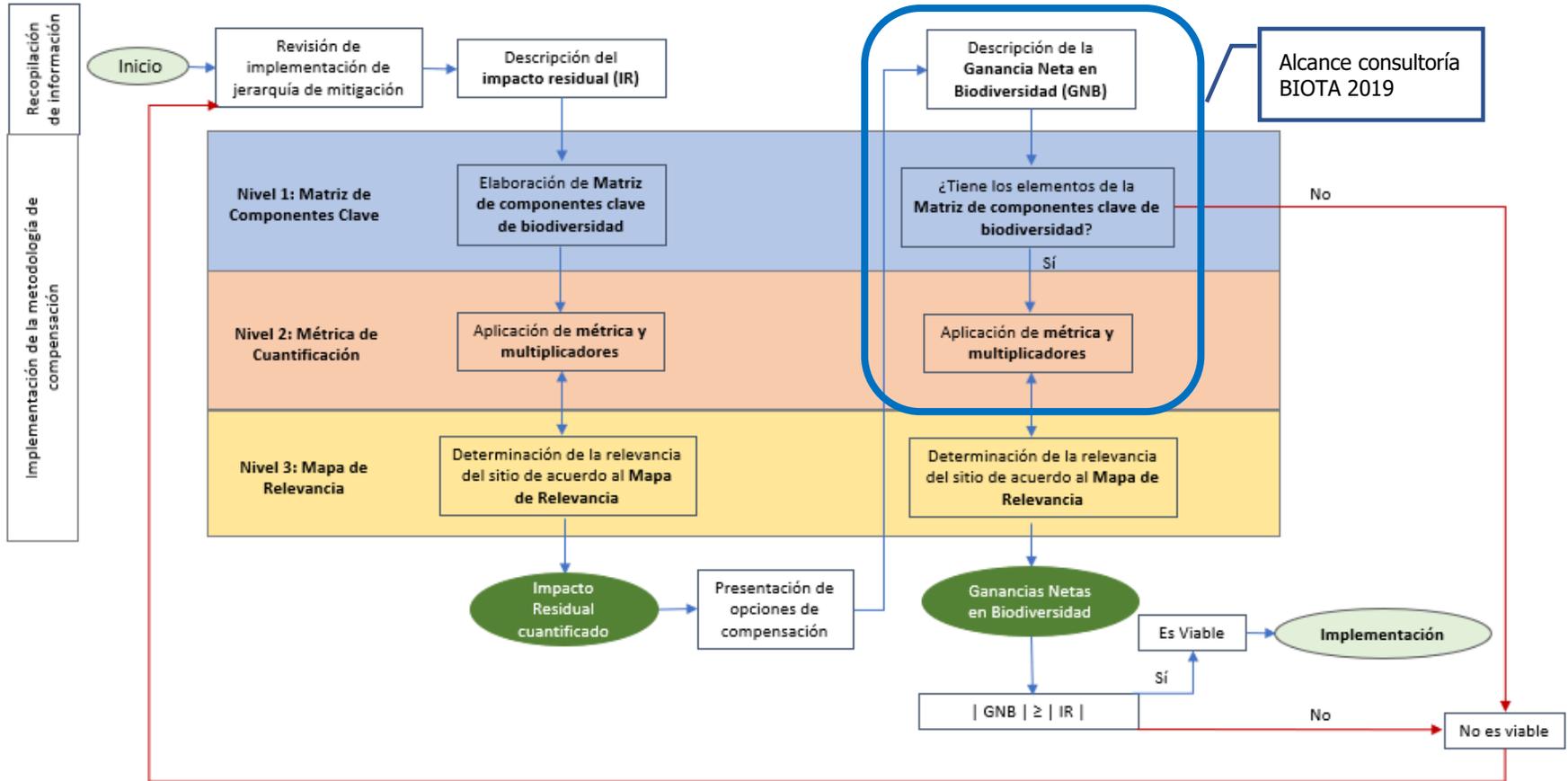
la biodiversidad), y determinar el grado de impacto sobre la biodiversidad en dicha área. Esta metodología se aplica también en el área que recibiría la compensación de biodiversidad, evaluando su equivalencia mediante una métrica aplicable tanto para el área impactada como la receptora de la compensación, y con parámetros particulares para los ambientes terrestres sin y con presencia de cuerpos de agua. Así, la metodología propone cuantificar el requerimiento de una compensación a partir de la implementación de los siguientes niveles:

- Nivel 1: Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad: identificación y descripción de los componentes clave de biodiversidad presentes en el sitio impactado y en el sitio de compensación.
- Nivel 2: Métrica de cuantificación: cuantificación del impacto residual y de las ganancias obtenidas en la compensación.
- Nivel 3: Mapa de Relevancia: interpretación de la localización del impacto residual para definir el multiplicador de Relevancia que se aplicará en la métrica.

Tal como se señaló, la metodología considera la evaluación del área impactada, del área que recibe la compensación y su comparación para la determinación de la equivalencia de dicha compensación. Teniendo en consideración el alcance de la presente consultoría, para los sitios de estudio la metodología se implementará evaluándolas como áreas que eventualmente recibirán compensaciones en biodiversidad, y no se podrá determinar la equivalencia de dicha compensación, dada la inexistencia de áreas impactadas para completar el ejercicio. En la Figura 2 se presenta esquemáticamente la implementación de la metodología de compensación en biodiversidad en el marco del SEIA, destacándose el límite de baterías o alcance de la presente consultoría.

Así, en la presente consultoría se implementarán los dos primeros niveles: matriz de componentes clave de biodiversidad y la métrica de cuantificación para las ganancias obtenidas por la ejecución de los planes propuestos.

Figura 2: Esquema de implementación de la metodología de compensación en biodiversidad en el SEIA



Fuente: Alonso *et al*, 2019

3.3.1 Metodología para la construcción de la matriz

De acuerdo con la metodología desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente (Alonso *et al*, 2019), la Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad corresponde al nivel 1 de aplicación de la metodología y, como su nombre lo indica, busca identificar y describir los “componentes claves de biodiversidad”, a nivel de especies, comunidades ecológicas y asociaciones, y ecosistemas que se destacan como prioridades de conservación por los valores intrínsecos (ecológicos), y beneficios de provisión y culturales, que provean.

El valor intrínseco de los componentes claves, como lo indican las prioridades de conservación de la biodiversidad, está influenciado por los conceptos de irremplazabilidad y vulnerabilidad. Por lo tanto, los factores importantes a considerar son:

- Irremplazabilidad: se relaciona con la existencia de opciones espaciales adicionales disponibles para la conservación, en el caso que la biodiversidad (especies, comunidades y ecosistemas) afectada por el proyecto se perdiera irreversiblemente. Es decir, si la biodiversidad se encuentra en muchos sitios existirían muchas opciones para la conservación (baja irremplazabilidad); mientras que, si la biodiversidad está restringida a uno o pocos sitios, no existirían opciones (u opciones limitadas) para la conservación en otros lugares (alta irremplazabilidad).
- Vulnerabilidad: refleja la probabilidad de que un componente de la biodiversidad desaparezca (es decir, se extinga en el caso de las especies, o colapse para el caso de los ecosistemas y comunidades) en una escala de tiempo definida. El Ministerio del Medio Ambiente ha validado una clasificación del estado de conservación de ecosistemas terrestres y desarrolla actualmente una clasificación oficial del estado de conservación de las especies.

Los principales objetivos de la Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad son:

- Capturar los componentes de biodiversidad considerados de alta prioridad, dado tanto por sus valores intrínsecos como por sus valores de provisión y/o culturales, para obtener resultados beneficiosos a través de la compensación de biodiversidad. La capacidad de los sitios potenciales de compensación y de las actividades para entregar ganancias en conservación, para cada uno de estos componentes, se verifica durante el proceso de selección del sitio. Dado que la Matriz no incluye sólo especies, sino que también comunidades y niveles de ecosistemas, una compensación que entregue beneficios para los componentes priorizados en la Matriz, debería también entregar beneficios para los otros componentes de biodiversidad dentro de las mismas comunidades y ecosistemas, entendiendo que éstos estarían amparados o cubiertos por los componentes priorizados de la Matriz.
- Informar la selección de los componentes de biodiversidad que se usarán para calcular pérdidas y ganancias. A través de los componentes incluidos en la Matriz de Componentes Clave, entre otros, se podrá medir el delta de condición del sitio impactado y del sitio de la compensación, permitiendo aplicar la métrica y realizar la selección adecuada de sitio y actividades de compensación.

La forma de la Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad se presenta en la Figura 3.

Figura 3: Matriz de componentes clave de biodiversidad

Componentes de la biodiversidad	Valores intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		
	Vulnerabilidad ¹		Irreemplazabilidad (<i>marcar sólo uno</i>)			Valores de provisión (<i>Sí o No, justificando si es Sí</i>)	Valores culturales (<i>Sí o No, justificando si es Sí</i>)	Justificación
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución			
Especies								
Flora	<i>Especie 1</i>							
	<i>Especie 2</i>							
	<i>Especie n</i>							
Fauna	<i>Especie 1</i>							
	<i>Especie 2</i>							
	<i>Especie n</i>							
Comunidades/Hábitats**								
	<i>Comunidad 1</i>							
	<i>Comunidad 2</i>							
	<i>Comunidad n</i>							
Paisaje total/Ecosistema**								
	<i>Paisaje 1</i>							
	<i>Paisaje 2</i>							
	<i>Paisaje n</i>							

Fuente: Alonso *et al*, 2019

**En las filas Comunidades/hábitats y Paisaje total/Ecosistema, se deben registrar:

- Comunidades/hábitats y Paisajes/ecosistemas que podrían verse afectados por el proyecto, calificando su vulnerabilidad e irreemplazabilidad.
- En el caso de las comunidades vegetales azonales, estas serán siempre consideradas de distribución restringida.
- Características clave del paisaje/ecosistema como la conectividad.
- Servicios ecosistémicos que son particularmente importantes para mantener los componentes claves de biodiversidad capturados en otras partes de esta tabla.

Cabe señalar que los elementos que se incluirán en las columnas de valores de provisión y valores culturales están en discusión por parte del Ministerio del Medio Ambiente y el Servicio de Evaluación Ambiental, y se definió como parte de la Hoja de Ruta resultante de la consultoría que desarrolló la metodología (Alonso *et al*, 2019). Por un lado, se reconoce la importancia de que la Matriz pueda hacer más evidente la conexión entre los elementos de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, pero por

¹ Se refiere a escalas oficialmente reconocidas. El BBOP sugiere que, en caso de que éstas no existan, se utilicen las que haya disponibles de manera de utilizar el principio precautorio.

otro lado se reconoce que su cuantificación es compleja, por lo que explicitarlo en la Matriz puede generar expectativas difíciles de cumplir. En el marco de la presente consultoría sólo se consignará, si se reconoce o no, que existe una comunidad de personas que considera la obtención de beneficios de provisión o culturales, por la existencia de especies, comunidades o ecosistemas involucrados, y esta propuesta metodológica recomienda incluir esta evaluación. Se espera que durante el proceso de ajuste de esta metodología (Hoja de Ruta) se defina más específicamente cuáles elementos se considerarán para completar la Matriz.

3.3.2 Información recopilada para los sitios de estudio

En la construcción de la Matriz de Componentes Claves de Biodiversidad para el S.N. Quebrada de la Plata se utilizó la siguiente información:

- Límites geográficos de la unidad en WGS84 H19S, disponible en <http://areasprotegidas.mma.gob.cl/>
- Facultad de Ciencias Agronómicas. 2018. Plan de Manejo del Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata. Universidad de Chile. 157 pp.
- Centro de Gestión Ambiental y Biodiversidad & Ecodiversidad Consultores. 2017. Línea base de vertebrados terrestres Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, Maipú, Santiago. 40 p y anexos.
- DTO-44 del 17 de mayo 2017.
- Avances proyecto FPA "Restauración socio-ecológica del Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata".
- CONAF & CIREN. 2013. Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de bosque nativo en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Libertador Bernardo O'Higgins. Disponible en: <http://www.ide.cl/download/capas/item/catastros-de-uso-de-suelo-y-vegetacion.html>.
- Luebert F. & P Pliscoff. 2018. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. 2da edición. Editorial Universitaria.

En la construcción de la Matriz de Componentes Claves de Biodiversidad para el S.N. San Francisco de Lagunillas se utilizó la siguiente información:

- Archivos KMZ con "Bosquetes regeneración frangel" y límites Santuarios San Francisco de Lagunilla y Quillayal. Archivo enviado por propietario.
- Capas SHP con Cuerpos de Agua, Drenajes, Microcuencas, Ríos Principales y Vegas GEP. Archivo enviado por propietario.
- CONAF & CIREN. 2013. Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de bosque nativo en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Libertador Bernardo O'Higgins. Disponible en: <http://www.ide.cl/download/capas/item/catastros-de-uso-de-suelo-y-vegetacion.html>.
- Decreto 78/2005 MINMINERIA. Zona de interés científico para efectos mineros predios: Monumento Natural El Morado, Fundo Hoya Laguna Negra y E. San Nicolás, Lote Nº 3, Hoya Embalse El Yeso, Fundo El Volcán y parte del Lote B3, Fundo Río Colorado (Parque Río Olivares), Hacienda El Colorado, Fundo Instituto Nacional del Deporte, Sector Refugios Instituto Nacional

- del Deporte, Fundo El Almendro, Fundo Quillayal, Fundo San Francisco de Lagunillas y Fundo Cascada de las Animas
- Decreto exento 775/2008 MINEDUC, Declara Santuario de la Naturaleza los predios denominados San Francisco de Lagunillas y Quillayal, ubicados en la comuna de San José de Maipo, provincia Cordillera, Región Metropolitana.
 - Límites geográficos de la unidad en WGS84 H19S, disponible en <http://areasprotegidas.mma.gob.cl/>
 - Facultad de Ciencias Agronómicas. 2011. Plan de Manejo Santuarios de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas y El Quillayal. Universidad de Chile. 233 p y anexos.
 - Facultad de Ciencias Agronómicas. 2011. Sistemas de producción sustentable para ecosistemas de montaña. Implementación Plan Santiago Andino Sitios prioritarios N° 4, 5 y 10. Código 07CN13IYM-16. Informe Final. Innova Chile – CORFO.
 - Facultad de Ciencias Agronómicas. 2019. Propuesta de manejo para el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas. Cajón del Maipo, Chile. Edición enero 2019. Universidad de Chile, Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Curso Manejo de Recursos Naturales 2017. 33 p y Apéndices
 - Fletcher S. & Sarmiento C. 2006. Vertebrados Terrestres del Predio San Francisco de Lagunillas. San José de Maipo, Región Metropolitana. 27 p y anexos.
 - Luebert F. & P Pliscoff. 2018. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. 2da edición. Editorial Universitaria.
 - Planes de Acción y Monitoreo Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas y Quillayal. Archivo XLS enviado por propietario.
 - Resolución exenta 1138/2001 SERNATUR. Declara zona de interés turístico nacional a comuna de San José de Maipo.
 - WCS. 2019. Actualización de planes de manejo de los Santuarios de la Naturaleza de San Francisco de Lagunillas - Quillayal y Cascada de las Ánimas, utilizando Estándares Abiertos" Resolución Exenta N°374 / 14 mayo 2018. Informe de Avance 3. 134 p.

En la construcción de la Matriz de Componentes Claves de Biodiversidad para el S.N. Cerro Poqui se utilizó la siguiente información:

- Límites geográficos de la unidad en WGS84 H19S, disponible en <http://areasprotegidas.mma.gob.cl/>
- Fotosíntesis Consultores. 2017. Expediente de solicitud para la Declaración de Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui, Región del Libertador General Bernardo O´Higgins. 105 p y anexos.
- Fotosíntesis Consultores. 2019. Avance "Plan de Manejo del Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui".
- Decreto Supremo 08/2018 MMA, Crea el Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui.
- Publicación en el Diario oficial de la República de Chile del Decreto Supremo 08/2018, Santiago, Chile, 29 de enero de 2018.
- Plano Propuesta de polígono de protección, Monumento Nacional en la categoría de Santuario de la Naturaleza, Cerro Poqui. Centro de Monumentos Nacionales. Proyección UTM, Huso 19 Sur, Datum WGS84. Coltauco, Provincia Cachapoal, Chile: CMN, 2017. 1 plano.

- Plano Oficial de los límites del Santuario de la Naturaleza Cerro. División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente. Proyección UTM, Huso 19 Sur, Datum WGS84. Coltauco, Provincia Cachapoal, Chile: MMA, 2018. 1 plano.
- CONAF & CIREN. 2013. Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de bosque nativo en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Libertador Bernardo O'Higgins. Disponible en: <http://www.ide.cl/descarga/capas/item/catastros-de-uso-de-suelo-y-vegetacion.html>
- Luebert F. & P Pliscoff. 2018. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. 2da edición. Editorial Universitaria.

En la construcción de la Matriz de Componentes Claves de Biodiversidad para el Área de conservación privada Reserva Natural Altos de Cantillana se utilizó la siguiente información:

- Límites geográficos de la unidad en WGS84 H19S, disponible en <http://areasprotegidas.mma.gob.cl/>
- U. DE CHILE. 2007. Profundización de la línea de base ambiental y ecológica del sector de mayor valor ecológico del cordón de Cantillana. Elaborado para CONAMA-GEF-PNUD. Proyecto "Conservación de la Biodiversidad en los Altos de Cantillana, Chile"
- Oltremari J, A Baldini, M Miranda, C Bonacic, G Montenegro, F Guajardo & A Alvarado. 2009. Elaboración de Planes de Manejo Predial para la Conservación de la Biodiversidad en los Altos De Cantillana. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Departamento de Ciencias Forestales. 122 p y Anexo.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2018. Informe Estación de Monitoreo, Reserva Natural Altos de Cantillana. Desarrollado y financiado por: Proyecto GEFSEC ID 5135 MMA-ONU Medio Ambiente, Santiago, Chile. 33p.
- Cáceres N. C Concha, F Romero & D Silva. 2019. Plan de Manejo de la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana. Corporación Altos de Cantillana. Borrador en elaboración.
- Decreto Supremo 517/2009 MINEDUC, Crea el Santuario de la Naturaleza Altos de Cantillana, Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisboa.
- Decreto Supremo 28/2011 MMA, Crea el Santuario de la Naturaleza Horcón de Piedra.
- Capas SHP: Curvas de nivel, límites Santuarios de la Naturaleza, límites Reserva Privada Altos de Cantillana, zona de amortiguamiento, amenazas, vegas de altura, bosque esclerófilo, carta de usos y vegetación, capas matorral, matorral espinoso, matorral subandino, bosque robles, bosque mixto.
- Capas SHP Objetos de conservación: Belloto del norte (*Beilschmedia miersii*), Gato Colo-colo (*Leopardus colocolo*) y Güiña (*Leopardus guigna*), Lagarto Gruñidor de Valeria (*Pristidactylus valeriae*), Quique (*Galictis cuja*), Bosque Patagual, Bosque Robles, Bosque esclerófilo, Comunidades Andinas.
- CONAF & CIREN. 2013. Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de bosque nativo en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Libertador Bernardo O'Higgins. Disponible en: <http://www.ide.cl/descarga/capas/item/catastros-de-uso-de-suelo-y-vegetacion.html>
- Luebert F. & P Pliscoff. 2018. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. 2da edición. Editorial Universitaria.

En la construcción de la Matriz de Componentes Claves de Biodiversidad para el Sitio Prioritario Las Cardillas se utilizó la siguiente información:

- Límite oficial de los bosques del Cerro Tinguiririca
- Romero, C. & A. Tamayo. 2008. Plan de Ordenación Predial Sitio Prioritario Las Cardillas, Informe Final. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 68 pp.
- CONAF & CIREN. 2013. Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de bosque nativo en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Libertador Bernardo O'Higgins. Disponible en: <http://www.ide.cl/descarga/capas/item/catastros-de-uso-de-suelo-y-vegetacion.html>
- Luebert F. & P Pliscoff. 2018. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. 2da edición. Editorial Universitaria.

A partir de los antecedentes antes señalados, se construyeron los siguientes insumos:

- Listados de la flora vascular y la fauna vertebrada para cada área.
- Capas cartográficas con los Usos o Subusos del Suelo, de acuerdo con el proyecto CONAF & CIREN (2013).
- Pisos vegetacionales presentes (Luebert & Pliscoff 2017).

Cada uno de estos insumos generados corresponde a los niveles definidos por la Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad para el área, los que a su vez fueron atributados de la siguiente forma:

- Especies: según el estado de conservación de las especies, definida en los decretos supremos de los procesos finalizados de evaluación de categorías de conservación según el D.S 75/2005 mod. D.S. 29/2012, Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), estos son: D.S. 151/2007, D.S. 50/2008, D.S. 51/2008 y D.S. 23/2009 del MINSEGPRES; D.S. 33/2012, D.S. 41/2012, D.S. 42/2012, D.S. 19/2013, D.S. 13/2013, D.S. 52/2014, D.S. 38/2015, D.S. 16/2016, D.S. 6/2017 y D.S. 79/2018 del MMA, y el D.S. 5/1998 de MINAGRI, Reglamento de la Ley de Caza. La distribución de las taxa fue establecida a partir de bibliografía y consultas a expertos (L. Faundez & G. Lobos). De modo análogo se identificaron los servicios ecosistémicos en base antecedentes documentados del uso de las especies.
- Comunidad/hábitats: se utilizó la información del Catastro de Vegetación Nativa (CONAF/ CIREN, 2013) identificando formaciones vegetacionales y especies dominantes en cada caso, y agrupándolas si fuera el caso. Se identificaron los servicios ecosistémicos en base antecedentes documentados de uso que de las formaciones vegetacionales o comunidades.
- Ecosistemas: fueron establecidos a partir de los pisos vegetacionales de Luebert & Pliscoff (2018), cuyo estado de conservación se estableció a partir de la propuesta de Pliscoff (2015).

3.3.3 Criterios de selección de componentes clave

3.3.3.1 S.N. Quebrada de la Plata

Se establecieron los siguientes criterios para definir los componentes clave para el área, sin perjuicio que hay aspectos específicos que son transversales en su aplicación a todos los sectores en estudio:

- ✓ **Objetos de conservación:** dado que existen especies y formaciones vegetacionales definidas como objetos de conservación, éstas fueron directamente establecidas como componentes clave de la biodiversidad. Así, del total de 8 objetos de conservación definidos para el S.N. Quebrada de la Plata, se identificaron 5 objetos como elementos clave relacionados con su biodiversidad, los cuales son:
 - Bosque de Peumo
 - Guayacán
 - Ecosistemas ladera exposición Norte
 - Ecosistemas ladera exposición Sur
 - Fauna con movilidad reducida

Los otros tres objetos de conservación definidos en el plan de manejo, Red Hídrica, Suelo y Subsuelo y Patrimonio Cultural no fueron considerados como componentes claves en la matriz, debido al alcance de la metodología de elaboración de ésta, en la cual sólo se hace referencia a los componentes bióticos del sitio a compensar. Sin embargo, estos aspectos se incorporan en la información sobre provisión de servicios ecosistémicos de la matriz para los niveles de especies y de comunidades/hábitats, o se incorporarán como un componente de sustento en los planes que restaurarán los componentes clave.

El Bosque de Peumo se consideró como objeto de conservación en el Plan de Manejo del Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, dada la importancia de la especie en los ecosistemas mediterráneos, al ser refugio de diversas especies de fauna, proveer protección del suelo y de la red hídrica, además de su valor ecológico y cultural, por lo cual representa un hito característico del Santuario (Facultad Cs. Agronómicas 2018).

Por otra parte, el Guayacán fue considerado como objeto de conservación en el Plan de Manejo del Santuario, debido al rol ecosistémico que cumple en ambientes áridos y semi-áridos, al aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y, por lo tanto, promover la incorporación de otras especies (Facultad Cs. Agronómicas 2018).

El Ecosistema ladera de exposición norte se definió como objeto de conservación en el Plan de Manejo del Santuario debido a que, contiene la mayor extensión de área degradada debido a la actividad minera desarrollada en el pasado, razón por la cuál es urgente conservar y restaurar los ecosistemas relacionados a esta ladera. Mientras que el ecosistema ladera exposición sur se definió como objeto de conservación ya que contiene la mayoría de los hitos característicos del Santuario, entre los cuales se destacan el bosque de peumo, hornos caleros, cascada y polvorines. Por lo que es importante velar por su conservación para mantener las condiciones esenciales de diversas formas de vida (Facultad Cs. Agronómicas 2018).

Finalmente, la fauna de movilidad reducida se definió como objeto de conservación en el Plan de Manejo del Santuario debido a que fue la que mayormente se vio afectada con el incendio del 2016, además de presentar actualmente una serie de amenazas que la afectan de forma directa. Dentro de esta categoría se presentan especies de reptiles, anfibios y micromamíferos. En cuanto a las especies de reptiles, se definen ocho como registradas: las especies endémicas iguana (*Callopistes maculatus*), culebra cola larga

(*Phyllodryas chamissonis*), lagartija de los montes (*Liolaemus monticola*), lagarto nítido (*Liolaemus nítidus*) y lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*), y las especies nativas lagartija oscura (*Liolaemus fuscus*), lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) y lagarto chileno (*Liolaemus chiliensis*). Para los anfibios la única especie identificada tras el incendio de noviembre 2016 es el sapo de rulo (*Rhinella arunco*), especie endémica de Chile y clasificada como Vulnerable, la cual ha sido localizada en sólo una estación de muestreo, dependiendo exclusivamente de una pequeña acumulación de agua. Finalmente, dentro de los micromamíferos se consideran las especies endémicas yaca (*Thylamys elegans*), degú (*Octodon degus*), cururo (*Spalacopus cyanus*) y lauchón orejudo de Darwin (*Phyllotis darwini*), además de las especies nativas ratón lanudo común (*Abrothrix longipilis*), ratón de cola larga (*Oligoryzomys longicaudatus*) y ratoncito oliváceo (*Abrothrix olivaceus*).

- ✓ **Especies (flora y fauna) en categoría de amenaza (En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, se incluye por principio precautorio la categoría Datos Insuficientes):** todas aquellas taxa en categoría de amenaza fueron establecidas como componentes clave, hayan sido o no definidas como objeto de conservación.
- ✓ **Especies (flora y fauna), de alto valor o escasa distribución:** corresponde a especies singulares o de escasa distribución espacial, lo cual se relaciona directamente con el elemento de irremplazabilidad de la matriz.
- ✓ **Formaciones o hábitat que contengan objetos de conservación:** este criterio, para el caso del S.N. Quebrada de la Plata, queda cubierto con la definición de formaciones vegetacionales como objetos de conservación (bosques de peumo, ecosistemas en laderas de exposición norte y sur) las cuales están claramente establecidos como objetos de conservación en el Plan de Manejo del área (Facultad Cs. Agronómicas 2018), y las que constituyan hábitat para alguna especie que sea objeto de conservación (guayacán o fauna de baja movilidad).
- ✓ **Formaciones o hábitat singulares, de alto valor o escasa distribución:** corresponde a hábitat o formaciones vegetacionales singulares o de escasa distribución espacial (p. ej. Bosque de Peumo). Se incluyó como parte de este criterio, la valoración de los servicios ecológicos de tipo cultural que ha realizado la comunidad usuaria del santuario.
- ✓ **Ecosistemas en categorías de amenaza:** en base a la clasificación propuesta por Pliscoff (2015), se definieron como componentes claves aquellos ecosistemas en categoría de amenaza, es decir, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable. Dicha clasificación incorpora el criterio de irremplazabilidad de los ecosistemas en función del Criterio B (Metodología UICN) referente a la distribución geográfica restringida.

3.3.3.2 S.N. San Francisco de Lagunillas - Quillayal

Se establecieron los siguientes criterios para definir los componentes clave para el área, sin perjuicio que hay aspectos específicos que son transversales en su aplicación a todos los sectores en estudio:

- ✓ **Objetos de conservación:** dado que existen especies y formaciones vegetacionales definidas como objetos de conservación, éstas fueron directamente establecidas como componentes clave de la biodiversidad. Así, del total de 10 objetos de conservación definidos para el S.N. San Francisco de Lagunillas – Quillayal (WCS 2019), se identificaron 6 objetos como elementos clave relacionados con su biodiversidad, los cuales son:
 - Vegas
 - Frangel
 - Vegetación altoandina
 - Vegetación esclerófila
 - Pato cortacorrientes
 - Depredadores Puma y Cóndor

Los otros cuatro objetos de conservación definidos en el plan de manejo del área, Red Hídrica, Sitios Arqueológicos, Sitios de Ocupación Histórica y Cultura Arriera de Montaña no fueron considerados como objetos claves en la matriz de componentes claves, debido al alcance de la metodología de elaboración de ésta, en la cual sólo se hace referencia a los componentes bióticos del sitio a compensar. Sin embargo, algunos de estos aspectos se incorporaron en la información sobre provisión de servicios ecosistémicos de la matriz para los niveles de especies y de comunidades/hábitats. Por otra parte, se contempla la participación de la comunidad arriera en las actividades de las medidas para la conservación de humedales.

- ✓ **Especies (flora y fauna) en categoría de amenaza (En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, se incluye por principio precautorio la categoría Datos Insuficientes):** todas aquellas taxa en categoría de amenaza fueron establecidas como componentes clave, hayan sido o no definidas como objeto de conservación.
- ✓ **Formaciones o hábitat que contengan objetos de conservación:** este criterio, para el caso del S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal, queda cubierto con la definición de formaciones vegetacionales como objetos de conservación (vegas, formaciones con frangel, vegetación altoandina, vegetación esclerófila) las cuales están claramente establecidos como objetos de conservación en el documento de actualización del Plan de Manejo del área (WCS 2019).
- ✓ **Formaciones o hábitat singulares, de alto valor o escasa distribución:** corresponde a hábitat o formaciones vegetacionales singulares o de escasa distribución espacial (p. ej. Humedales).
- ✓ **Ecosistemas en categorías de amenaza:** en base a la clasificación propuesta por Pliscoff (2015), se definieron como componentes claves aquellos ecosistemas en categoría de amenaza, es decir, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable. Dicha clasificación incorpora el criterio de irremplazabilidad de los ecosistemas en función del Criterio B (Metodología UICN) referente a la distribución geográfica restringida.

3.3.3.3 S.N. Cerro Poqui

Se establecieron los siguientes criterios para definir los componentes clave para el área, sin perjuicio que hay aspectos específicos que son transversales en su aplicación a todos los sectores en estudio:

- ✓ **Objetos de conservación:** dado que existen especies y formaciones vegetacionales definidas como objetos de conservación, éstas fueron directamente establecidas como componentes clave de la biodiversidad. Así, de un total de ocho objetos de conservación definidos en el expediente para solicitar la declaratoria del S.N. Cerro Poqui (Photosíntesis Consultores 2019) cuatro fueron establecidos como elementos clave relacionados con su biodiversidad, los cuales son:
 - Tipo forestal Roble-Hualo
 - Bosque Higrófilo
 - *Alsodes cantillanensis*
 - Carnívoros

El bosque tipo forestal Roble-Hualo representa la comunidad del paisaje característica de la zona central del país, el cual presenta problemas de conservación debido a su disminución por extracción de leña y carbón desde la década de 1970. La superficie del Santuario es representada por este tipo forestal en un 26,98%, un 80% menos que la superficie original. Por lo tanto, con el fin de cuidar este paisaje, es definido en el plan de manejo como objeto de conservación, lo que permitiría conservar a su vez, la flora, fauna y el conjunto de elementos que abarcan este ecosistema (Photosíntesis Consultores 2019).

Por otra parte, se considera también como objeto de conservación la comunidad vegetal de bosque higrófilo desarrollada al borde de las quebradas, zonas con napas freáticas superficiales y esteros, donde se encuentran la mayoría de las especies del sitio, por lo cual su conservación tendría gran importancia para mantener los ecosistemas del Santuario. Además, es relevante como objeto de conservación, por la presencia de especies con estados de conservación como el canelo (*Drimys winteri*) y belloto del sur (*Beilschmiedia berteriana*) En peligro y lingue (*Persea lingue*) que se encuentra en estado Vulnerable. En cuanto a la fauna amenazada, que habita en los bosques higrófilos se encuentra la rana de pecho espinoso de Cantillana, *Alsodes cantillanensis*, la cual se encuentra clasificada como En peligro de extinción (Photosíntesis Consultores 2019).

Alsodes cantillanensis, se estableció como principal indicador y monitoreo del bosque higrófilo en el plan de manejo, dado que estos bosques son su principal hábitat en el Santuario. Puesto que, se asocian en general a calidad y disponibilidad de agua durante su ciclo de vida, condición que determina la vulnerabilidad de la especie debido a las amenazas de incendios forestales y el cambio de uso de suelo. Razones por las cuales se identificó como objeto de conservación en el plan de manejo (Photosíntesis Consultores 2019).

El grupo de los carnívoros del Santuario también fue identificado como objeto de conservación por considerarse clave en la mantención del equilibrio de las comunidades, debido a que caracterizan las especies topes de las cadenas tróficas (Photosíntesis Consultores 2019).

- ✓ **Especies (flora y fauna) en categoría de amenaza (En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable,** se incluye por principio precautorio la categoría **Datos Insuficientes**): todas aquellas taxa en categoría de amenaza fueron establecidas como componentes clave, hayan sido o no definidas como objeto de conservación.
- ✓ **Especies (flora y fauna), de alto valor o escasa distribución:** corresponde a especies singulares o de escasa distribución espacial.
- ✓ **Formaciones o hábitat que contengan objetos de conservación:** este criterio, para el caso del S.N. Cerro Poqui, queda cubierto con la definición de formaciones vegetacionales como objetos de conservación (bosques del tipo forestal roble-hualo, y sus subtipos descritos para el área, bosques higrófilos) las cuales están claramente establecidos como objetos de conservación en el documento con los antecedentes para solicitar la declaratoria del S.N. Cerro Poqui (Photosíntesis Consultores. 2017).
- ✓ **Formaciones o hábitat singulares, de alto valor o escasa distribución:** corresponde a hábitat o formaciones vegetacionales singulares o de escasa distribución espacial (p. ej. Bosques de hualo).
- ✓ **Ecosistemas en categorías de amenaza:** en base a la clasificación propuesta por Pliscoff (2015), se definieron como componentes claves aquellos ecosistemas en categoría de amenaza, es decir, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable. Dicha clasificación incorpora el criterio de irremplazabilidad de los ecosistemas en función del Criterio B (Metodología UICN) referente a la distribución geográfica restringida.

3.3.3.4 Reserva Natural Altos de Cantillana

Se establecieron los siguientes criterios para definir los componentes clave para el área, sin perjuicio que hay aspectos específicos que son transversales en su aplicación a todos los sectores en estudio:

- ✓ **Objetos de conservación:** dado que existen especies y formaciones vegetacionales definidas como objetos de conservación, éstas fueron directamente establecidas como componentes clave de la biodiversidad. Así, de la totalidad de los ocho objetos de conservación definidos en la actualización del Plan de Manejo para la Reserva Natural Privada Alto de Cantillana (Cáceres *et al* 2019), siete de ellos fueron establecidos como componentes clave relacionados con su biodiversidad, excluyéndose la "red hídrica" que, si bien se concuerda en su importancia como servicio de soporte, la estructura de la matriz limita su inclusión. Sin embargo, ésta fue incorporada en la información sobre provisión de servicios ecosistémicos de la matriz para el nivel de comunidades/hábitats. Los objetos de conservación establecidos como componentes clave son:
 - Bosque Esclerófilo (hábitat *Avellanita bustillosii* Phil)
 - Bosque Caducifolio de Santiago
 - Comunidades Andinas
 - Bosque Patagual
 - *Beilschmiedia miersii* (Belloto del Norte)

- Carnívoros nativos
- *Pristidactylus valeriae* (Gruñidor de Valeria)

El plan de manejo para la Reserva Natural Privada Alto de Cantillana consideró importante definir al bosque esclerófilo como objeto conservación debido a que, el ecosistema esclerófilo a pesar de sufrir múltiples presiones antrópicas, no está suficientemente protegido dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, SNASPE, (sólo el 2%) e incluso aun dentro de la Reserva el bosque esclerófilo es amenazado por actividades antrópicas como la extracción de tierra de hoja, ganadería, turismo informal no planificado, incendios, minería, entre otros. Además, dicho ecosistema se caracteriza por la presencia de árboles y arbustos con hojas duras y coráceas, con una composición florística heterogénea.

Entre las especies que alberga, es posible encontrar en la Reserva *Avellanita bustillosi*, catalogada En peligro de extinción y Rara. Esta especie es monotípica y endémica de las regiones VI y Metropolitana con pocas poblaciones de pequeño tamaño y separadas entre sí y es muy palatable para el ganado, mientras que en el bosque esclerófilo costero con altos requerimientos hídricos es posible encontrar *Beilschmiedia miersii* (belloto del norte) especie declarada Vulnerable según el Reglamento para la Clasificación de Especies (RCE) y Monumento Natural, de acuerdo con la definición de la convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América, motivos para que el plan de manejo considere a la especie como objeto de conservación a parte de la formación de Bosque Esclerófilo (Cáceres *et al* 2019).

A su vez, el bosque caducifolio de Santiago de reducida extensión en la zona central también es afectado por la presión de actividades antrópicas, en desmedro de su conservación y de la conservación de las especies que alberga. La especie representativa del bosque caducifolio es el roble, *Nothofagus macrocarpa*. En cuanto a la fauna, *Pristidactylus valeriae* reptil endémico y En Peligro, se encuentra estrechamente asociado a los bosques de roble de Santiago lo que le otorga mayor importancia al bosque caducifolio de la quebrada. Por otra parte, dada la singularidad de la especie *Pristidactylus valeriae* y la recurrente presión antrópica a la que está sometida, también es considerada objeto de conservación en el Plan de Manejo para la Reserva (Cáceres *et al* 2019).

Las comunidades andinas y subandinas se encuentran en muy pocas montañas de la Cordillera de la Costa, estas otorgan múltiples servicios ecosistémicos entre ellos la provisión de agua, dado a que se ubican en la cabecera de las cuencas. Al igual que los bosques esclerófilos y caducifolios de la Reserva, las comunidades andinas están sometidas a diversas amenazas. Por estos motivos el plan de manejo las identificó como objeto de conservación (Cáceres *et al* 2019).

De igual modo que las formaciones vegetacionales ya mencionadas, el Bosque Patagual está sometido a presiones antrópicas tales como, la extracción de agua, ganadería, regeneración excesiva de *Muehlenbeckia thamnifolia*, entre otros. El Bosque Patagual se caracteriza por tener más humedad que otros bosques esclerófilos, lo cual permite que albergue gran diversidad biológica. Por estos motivos el bosque fue escogido como objeto de conservación en el plan de manejo de la Reserva (Cáceres *et al* 2019).

Por último, el Plan de Manejo para la Reserva también incluyó como objeto de conservación al grupo de los carnívoros nativos dado el rol que cumplen en los ecosistemas como depredadores tope al controlar poblaciones de otras especies (incluyendo plagas como ratas y conejos). Así como también, por la capacidad de dispersar semillas de herbáceas que se pegan en su pelaje por grandes distancias (Cáceres *et al* 2019).

- ✓ **Especies (flora y fauna) en categoría de amenaza (En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable,** se incluye por principio precautorio la categoría **Datos Insuficientes**): todas aquellas taxa en categoría de amenaza fueron establecidas como componentes clave, hayan sido o no definidas como objeto de conservación.
- ✓ **Especies (flora y fauna), de alto valor o escasa distribución:** corresponde a especies singulares o de escasa distribución espacial.
- ✓ **Formaciones o hábitat que contengan objeto de conservación:** este criterio, para el caso de la Reserva Natural Altos de Cantillana, queda cubierto con la definición de formaciones vegetacionales como objetos de conservación (bosque esclerófilo, bosque caducifolio de Santiago, comunidades andinas, bosque patagual), incorporando además aquellas cuyas especies dominante sea *Beilschmedia miersii*. Cabe señalar que para este caso se utilizaron las formaciones vegetacionales definidas por el Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos para la Región Metropolitana (CONAF & CIREN 2013), ya que la información cartográfica proporcionada por el propietario correspondía a una carta temática sin descripción vegetal.
- ✓ **Formaciones o hábitat singulares, de alto valor o escasa distribución:** corresponde a hábitat o formaciones vegetacionales singulares o de escasa distribución espacial (p. ej. Bosques de caducifolio).
- ✓ **Ecosistemas en categorías de amenaza:** en base a la clasificación propuesta por Pliscoff (2015), se definieron como componentes claves aquellos ecosistemas en categoría de amenaza, es decir, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable. Dicha clasificación incorpora el criterio de irremplazabilidad de los ecosistemas en función del Criterio B (Metodología UICN) referente a la distribución geográfica restringida.

3.3.3.5 Sitio Prioritario Las Cardillas – Iniciativa de Conservación Privada (ICP) Bosques de Tinguiririca

Se establecieron los siguientes criterios para definir los componentes clave para el área, sin perjuicio que hay aspectos específicos que son transversales en su aplicación a todos los sectores en estudio:

- ✓ **Objetos de conservación:** este criterio se utilizó en el resto de las áreas en estudio ya que cada una de ellas cuentan con un plan de manejo donde se definen objetos de conservación. En el caso del Sitio Prioritario Las Cardillas - ICP Bosques de Tinguiririca se utilizó su plan de ordenación (Romero & Tamayo 2008) donde se establece como propósito del predio: "*El manejo sustentable de la*

biodiversidad local característica de los ecosistemas andinos, con énfasis en la conservación del bosque nativo emplazado en el Sitio Prioritario de Las Cardillas, Región de O'Higgins". Así, para efectos de identificar elementos relevantes en la gestión del Sitio Prioritario, se homologaron los criterios bióticos definidos en el plan de ordenación dada su relación con la biodiversidad. Los elementos por relevar como componentes claves son:

- Especies en categoría de amenaza (En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerable) de flora y fauna descritas para el sitio.
 - Formaciones boscosas (Tipos forestales Ciprés de la Cordillera, Esclerófilo y Roble-Hualo)
- ✓ **Formaciones o hábitat que contengan especies en categoría de amenaza:** este criterio, para el caso del S.P. Las Cardillas se implementó para las formaciones vegetacionales que contengan dentro de sus especies dominantes alguna especie de flora en categoría de amenaza o que constituyan hábitat para especies de fauna en categoría de amenaza.
 - ✓ **Formaciones o hábitat singulares, de alto valor o escasa distribución:** corresponde a hábitat o formaciones vegetacionales singulares o de escasa distribución espacial (p. ej. Bosque de Roble de Santiago – *Nothofagus macrocarpa*).
 - ✓ **Ecosistemas en categorías de amenaza:** en base a la clasificación propuesta por Pliscoff (2015), se definieron como componentes claves aquellos ecosistemas en categoría de amenaza, es decir, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable. Dicha clasificación incorpora el criterio de irremplazabilidad de los ecosistemas en función del Criterio B (Metodología UICN) referente a la distribución geográfica restringida.

3.3.4 Métrica de cuantificación

Una vez reunidos los elementos más relevantes de flora, fauna, comunidades y ecosistemas en la matriz de componentes claves de biodiversidad para cada sitio, se procedió a aplicar la métrica de cuantificación de las ganancias netas en biodiversidad (GNB) obtenidas por la ejecución de los planes propuestos en cada sitio, esta etapa corresponde al nivel 2 de la metodología propuesta por el Ministerio de Medio Ambiente (Alonso *et al*, 2019) y tiene como objetivo capturar las unidades de biodiversidad generadas gracias a la acción de compensación, de manera tal, que permita entregar mayor objetividad a la discusión sobre impactos en la biodiversidad dentro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para esto, la métrica evalúa la calidad de parámetros considerados claves para que la biodiversidad se exprese, proponiendo el análisis a nivel de paisaje y a nivel de ecosistemas terrestres o acuáticos. Dado que no fue posible recopilar información base con respecto a los parámetros acuáticos para ninguno de los sitios potenciales de compensación, sólo se evaluaron los parámetros a nivel de paisaje y ecosistema terrestre presentes en las Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2: Parámetros a evaluar a nivel de Paisaje

A. Localización y Paisaje
Diversidad de objetos en el paisaje
Grado de fragmentación
Conectividad

Fuente: Alonso *et al*, 2019

Tabla 3: Parámetros a evaluar a nivel de Ecosistema Terrestre

B. Ecosistema Terrestre
Estado de la estructura
Composición
Ambientes de fauna
Regeneración y reclutamiento

Fuente: Alonso *et al*, 2019

Dichos parámetros fueron descritos en metodología propuesta por el Ministerio del Medio Ambiente, según muestra la Tabla 4.

Tabla 4: Descripción de los parámetros a evaluar según nivel paisaje y ecosistema

Área	Nivel	Parámetros	Descripción
Terrestre	Localización y Paisaje	Diversidad de objetos en el paisaje	Método: Índice de Shannon para paisaje, índice de equidad de Shannon para paisaje.
		Grado de fragmentación	Identificación de la fragmentación y su respectiva representación espacial: Número de parches, área media de parches, desviación estándar del área de parches, índice de esbeltez de parches (relación área perímetro).
		Conectividad	Índice de conectividad del paisaje tales como dimensión fractal, contagio entre parches y aislamiento entre parches.
	Ecosistema terrestre	Estado de la estructura	Cobertura, estratificación horizontal y vertical.
		Composición	Riqueza, abundancia para distintas formas de vida.
		Ambientes de fauna	A partir de cartografía de la vegetación, como un agregado de la estructura de esta. Inventarios de especies de fauna que permitan contrastar las listas potenciales que se utilizan hoy.
		Regeneración y reclutamiento	Inventario sobre unidades de vegetación.

Fuente: Alonso *et al*, 2019

De acuerdo con lo planteado en las definiciones, la diversidad de objetos a nivel de paisaje se evaluó mediante el índice de equidad de Shannon (Ecuación 1) para cada paisaje² del sitio donde se encontró el hábitat objetivo, el cual corresponde al tipo de cobertura involucrada en una propuesta de restauración o preservación.

$$SHEI = \frac{-\sum_{i=1}^m (p_i * \ln p_i)}{\ln (m)}$$

Ecuación 1

Donde,

SHEI: Índice de equidad de Shannon, adimensional, $0 \leq SHEI \leq 1$

p_i : Proporción de hábitat de un tipo de cobertura

m : Número de tipos de parches presentes en el paisaje

El índice de equidad de Shannon expresa cuan uniforme o equitativa es la distribución en un paisaje para un número dado de tipos de parches, si tiende a 0 la distribución del área entre los diferentes tipos de parches se vuelve cada vez más desigual (es decir, dominada por un tipo de parche) de esta manera un índice de equidad de Shannon igual a 0 expresa que el paisaje contiene sólo un tipo de parche (no hay diversidad de clases). Por otra parte, un índice SHEI igual a 1 quiere decir que la distribución entre los tipos de parches es perfectamente uniforme, es decir, las abundancias proporcionales son las mismas (McGarigal y Marks, 1995).

El grado de fragmentación, se evaluó para los hábitats objetivo de cada propuesta por sitio, mediante la estimación de la proporción de hábitat en el paisaje basado en el índice de porcentaje de paisaje propuesto por McGarigal y Marks (1995), según se puede observar en la Ecuación 2.

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A}$$

Ecuación 2

Donde,

P_i : Proporción del paisaje ocupada por un tipo de parche (hábitat), adimensional, $0 < P_i \leq 1$

a_{ij} : Área del parche ij [m^2]

A : Área total del paisaje [m^2]

La proporción de hábitat en el paisaje se acerca a 0 cuando el tipo de parche se vuelve cada vez más raro en el paisaje, lo que implicaría un mayor grado de fragmentación y resulta igual a 1 cuando todo

² Los límites de cada paisaje se establecieron en función de los pisos vegetacionales de Luebert y Pliscoff presentes en los sitios de compensación.

el paisaje consiste en un solo tipo de parche, es decir, toda la imagen corresponde a un hábitat continuo.

El tercer parámetro de conectividad, con respecto a nivel de paisaje, se evaluó entre los parches de un mismo tipo, correspondiente al hábitat objetivo de las propuestas de restauración en cada sitio, mediante el índice de conectividad de clase propuesto por McGarigal y Marks (1995), Ecuación 3. Este índice entrega la proporción de todas las posibles interacciones entre parches en un paisaje dentro de una distancia límite especificada (para este caso se determinó una distancia umbral de 1000 m en función de la escala espacial de los sitios estudiados), la conexión se basa en la distancia euclidiana de centro a centro de parches.

$$C = \frac{\sum_{j=k}^n c_{ijk}}{\frac{n_i(n_i - 1)}{2}}$$

Ecuación 3

Donde,

- C: Índice de conectividad entre parches de una misma clase, adimensional, $0 \leq C \leq 1$
- c_{ijk} : Unión entre el parche j y k (0= no unido, 1=unido) del tipo de parche correspondiente (i) basado en una distancia umbral especificada por el usuario.
- n_i : Número de parches en el paisaje del tipo de parche correspondiente.

De esta forma, el índice será igual a cero cuando el hábitat objetivo consiste en un solo parche o cuando ninguno de sus parches se encuentran "conectados" (es decir, dentro de la distancia umbral especificada por el usuario de otro parche del mismo tipo). Por otra parte, la conectividad será igual a uno cuando cada parche del hábitat objetivo está "conectado".

Todas las métricas de paisaje mencionadas fueron estimadas mediante el software libre *Fragstat* 4.2, tal como, se sugiere en "La Guía para el Desarrollo de Compensación en Biodiversidad en la Región de Tarapacá" (Fundación Chile, 2015) bajo la cual se basa la propuesta metodológica del Ministerio del Medio Ambiente.

A nivel de ecosistema terrestre, el estado de la estructura se evaluó en función de la cobertura y estratificación horizontal y vertical del hábitat objetivo de cada propuesta de restauración de los sitios de compensación potencial. La información se obtuvo mediante las cartas de ocupación de tierra (COT) disponibles para el sitio o por los Catastros de Vegetación de la Región Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins (CONAF, 2013) en aquellos casos en que este no contaba con COT propia. De esta manera, el estado de estructura de los hábitats se clasificó en las siguientes categorías: praderas, matorral/matorral arborescente, bosque muy abierto, o bosque (semidenso, denso).

Para la evaluación de la composición, la metodología elaborada por el Ministerio del Medio Ambiente propone comparar la riqueza y abundancia de las distintas formas de vida, sin embargo, dado que no

existe información de áreas testigos que caractericen la abundancia y riqueza óptima de flora en los hábitats a evaluar, para la evaluación de componentes de flora se utilizó la relación entre el porcentaje de especies dominantes exóticas y especies dominantes nativas de un hábitat objetivo según la información proporcionada por las COT disponibles (elaboradas para el sitio de estudio, o por el Catastro de vegetación de CONAF en caso de que el área no disponga de un levantamiento de información propio). Por otra parte, en los casos en que la propuesta de restauración tuvo como objetivo potenciar hábitats de fauna, la evaluación de composición se hizo con respecto a la abundancia del grupo de fauna objetivo.

La evaluación del parámetro "Ambiente de Fauna" se realizó exclusivamente para las especies listadas en la matriz de componentes claves, de manera tal que el parámetro permitiera reflejar en dicha evaluación las unidades que componen la matriz, de las cuáles dependería la selección del sitio de compensación por la empresa ejecutora del proyecto de desarrollo y por tanto la adecuada compensación de biodiversidad del impacto que implique el alcance del proyecto.

Por último, el parámetro de regeneración y reclutamiento fue evaluado para las componentes objetivo vegetacionales en función de la información proporcionada por los documentos recopilados, administradores o dueños de los sitios, o en base a lo observado en las visitas a terreno. Mientras que la evaluación del parámetro para las componentes de fauna se realizó en función la proyección del aumento de la abundancia de la población del grupo de fauna objetivo.

Además de los parámetros descritos anteriormente, la métrica de GNB contempla la utilización de multiplicadores para dar cuenta de aquello que es difícil de dimensionar pero que debe ser incluido en la evaluación del impacto o ganancia neta de biodiversidad, los multiplicadores propuestos se describen en la Tabla 5.

Tabla 5: Descripción de los multiplicadores propuestos

Multiplicador		Descripción
Código	Denominación	
M1	Relevancia del sitio impactado y del sitio de compensación	Este multiplicador refleja la relevancia en términos de prioridades de conservación de los sitios. La propuesta de valores viene determinada por el Mapa de Relevancia, que está construido considerando la representatividad, vulnerabilidad, remanencia, singularidad (dado por la presencia de vegetación azonal) de los sitios, presencia de especies de flora y fauna amenazadas y si el sitio se encuentra en un lugar priorizado para conservación por el Ministerio del Medio Ambiente.
M2	Brecha temporal en sitio de compensación	Este multiplicador da cuenta de la brecha temporal entre los efectos del impacto residual y la ganancia neta en biodiversidad, restando valor a aquellas compensaciones que demoran en generar las ganancias necesarias.
M3	Localización del sitio de compensación	Este multiplicador corrige el valor de una compensación según su proximidad al sitio originalmente impactado, dando más valor a sitios que se encuentren en la proximidad del sitio impactado.
M4	Manejo del sitio de compensación	Este multiplicador da cuenta de la efectividad de las medidas propuestas en la compensación, dando prioridad a aquellas medidas que entreguen protección efectiva

Multiplicador		Descripción
Código	Denominación	
		a las acciones de compensación y sus resultados, en el mismo tiempo que dure el impacto residual.

Fuente: Alonso *et al*, 2019

Finalmente, el cálculo de la medida de Ganancia Neta de Biodiversidad, GNB que puede generarse en un sitio con una medida de compensación se realizó según lo expuesto en la Ecuación 4.

$$GNB = \frac{\partial \text{ de condición} * \text{Área del sitio de compensación} * M1_{\text{sitio compensación}}}{M2 * M3 * M4}$$

Ecuación 4

Sin embargo, tal como se mencionó anteriormente, dado el alcance de la consultoría, sólo fue posible utilizar el multiplicador temporal $M2^3$ en la ecuación de GNB, por lo que el resultado obtenido en el presente trabajo contempló una ganancia neta de biodiversidad parcial (GNB^*). De esta forma la ecuación de GNB^* , se expresa de la siguiente manera (Ecuación 5).

$$GNB^* = \frac{\partial \text{ de condición} * \text{Área del sitio de compensación}}{M2}$$

Ecuación 5

Donde, $\partial \text{ de condición}$ es la diferencia entre el estado inicial (en este caso antes del proyecto de compensación) y el estado final (después de ejecutado el proyecto de compensación) de los parámetros a evaluar a nivel de paisaje y de ecosistema. Puesto que ninguno de los sitios fue evaluado a nivel acuático, dado que no existía información base sobre esta componente en los sitios, $\partial \text{ de condición}$ se determinó según se muestra en la Ecuación 6.

$$\partial \text{ de condición} = \frac{([C_f A - C_i A]_{prom} + [C_f B - C_i B]_{prom})}{20}$$

Ecuación 6

Donde,

C_f : Condición final de un parámetro

C_i : Condición inicial de un parámetro

[A]: Nivel Localización y Paisaje

[B]: Nivel Ecosistema Terrestre

Para la aplicación de la métrica, a las variables C_f y C_i se le asignó un puntaje, entre 0 y 10, considerando que 0 es el valor en peor estado y 10 el estado óptimo, según la escala presentada en las Tabla 6 y Tabla 7.

³ No fue posible acceder al mapa de relevancia que cuantifica al multiplicador M1, por lo cual tampoco fue utilizado para la estimación de la métrica.

Tabla 6: Puntuación de los parámetros a nivel de paisaje.

		A. Puntuación Paisaje			
		0	4	7	10
Diversidad de objetos en el paisaje	Baja diversidad de clases de uso actual de suelo en base a la cartografía de vegetación (índice de equidad de Shannon fluctúa entre 0 y 0,25).	Media o baja diversidad de clases de uso actual de suelo en base a la cartografía de vegetación (índice de equidad de Shannon fluctúa entre 0,25 y 0,5).	Adecuada diversidad de clases de uso actual de suelo en base a la cartografía de vegetación (índice de equidad de Shannon fluctúa entre 0,5 y 0,75).	Alta diversidad de clases de uso actual de suelo en base a la cartografía de vegetación (índice de equidad de Shannon fluctúa entre 0,75 y 1).	
Grado de fragmentación	Las formaciones se encuentran altamente fragmentadas (índice de proporción de hábitat fluctúa entre 0 y 0,25).	Las clases se encuentran fragmentadas (índice de proporción de hábitat fluctúa entre 0,25 y 0,5).	Las clases presentan un bajo grado de fragmentación (índice de proporción de hábitat fluctúa entre 0,5 y 0,75).	Existe una única clase, por lo tanto, no presenta fragmentación (índice proporción de hábitat fluctúa entre 0,75 y 1).	
Conectividad	No existe conectividad del paisaje o existe una única clase (índice de conectividad de parches fluctúa entre 0 y 0,25).	Existe baja conectividad entre la mayoría de los parches de la clase basado en una distancia umbral determinada (índice de conectividad de parches fluctúa entre 0,25 y 0,5).	Existe adecuada conectividad entre la mayoría de los parches de la clase basado en una distancia umbral determinada (índice de conectividad de parches fluctúa entre 0,5 y 0,75).	Cada parche de la clase (hábitat objetivo) se encuentra conectado (índice de conectividad de parches fluctúa entre 0,75 y 1).	

Fuente: Adaptación propuesta de Alonso *et al*, 2019.

Tabla 7: Puntuación de los parámetros a nivel de ecosistema terrestre

	B. Puntuación Ecosistema Terrestre			
	0	4	7	10
Estado de la estructura (comparación hábitat objetivo)	La estructura se encuentra severamente impactada en relación con su cobertura y estratificación.	La estructura se encuentra impactada en relación con su cobertura y estratificación. MATORRAL/ MATORRAL ARBORESCENTE	La estructura se encuentra levemente impactada en relación con su cobertura y estratificación. BOSQUE MUY ABIERTO	La estructura se encuentra en estado óptimo en relación con su cobertura y estratificación. BOSQUE
Composición (especies dominantes)	La composición se encuentra representada por especies exóticas o invasoras. 100% - 75% ESPECIES DOMINANTES SON EXÓTICAS	La composición se encuentra representada por especies nativas y mayoritariamente por especies exóticas o invasoras. 75% - 50% ESPECIES DOMINANTES SON EXÓTICAS	La composición se encuentra representada principalmente por especies nativas, con mínima presencia de especies exóticas o invasoras. 50% - 1% ESPECIES DOMINANTES SON EXÓTICAS	La composición se encuentra representada por especies nativas, careciendo de la presencia de especies exóticas o invasoras. TODAS LAS ESPECIES DOMINANTES SON NATIVAS
Ambientes de fauna (especies componentes clave)	No se presentan ambientes de fauna para las especies listadas en la matriz de componentes claves.	Se presentan algunos ambientes de fauna para las especies listadas en la matriz de componentes claves.	Se presentan los ambientes de fauna para la mayoría de las especies listadas en la matriz de componentes claves.	Se presentan todos los ambientes de fauna para las especies listadas en la matriz de componentes claves.
Regeneración y reclutamiento (dato terreno)	No existe evidencia de regeneración normal y reclutamiento natural.	Existe mínima evidencia de regeneración normal y reclutamiento natural.	Existe evidencia de regeneración cercana a lo normal y reclutamiento natural.	Existe fuerte evidencia de regeneración normal y reclutamiento natural.

Fuente: Adaptación propuesta de Alonso *et al*, 2019.

Finalmente, el multiplicador M2, se cuantificó en función del tiempo que necesitará una propuesta de restauración para obtener la ganancia en compensación de biodiversidad, según se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8: Puntaje asignado a multiplicador de temporalidad M2.

M2. Temporal en sitio de compensación	
Años entre impacto y compensación	M2
≤ 1 año	1
3	1,2
5	1,4
5-10	1,6
10 -15	1,8
Más de 15	2

Fuente: Alonso *et al*, 2019.

3.4 Planes, proyectos y programas de preservación y/o restauración para los sitios en estudio

Para todos los sitios de estudio, se generó una propuesta de plan de restauración y/o preservación compuesto por proyectos y programas de preservación, restauración y control de amenazas sobre los componentes clave de la biodiversidad identificados en sus respectivas matrices. La elaboración de propuestas de proyectos y programas se realizó teniendo como principal criterio el generar actividades tendientes a potenciar o mejoramiento de la condición de los componentes clave identificados en las respectivas matrices de cada sitio en estudio. Junto con lo anterior, se consideraron actividades definidas en los planes de manejo de cada área, que tuvieran por objeto mejorar la condición actual de la biodiversidad de los sitios. Finalmente, para todos los sitios se consideraron actividades dentro del "Programa de control de amenazas", donde se definieron medidas transversales para disminuir los efectos de las amenazas a la biodiversidad que hayan sido identificadas por los respectivos planes de manejo, o en las reuniones con los propietarios.

Con la propuesta de proyectos y programas para cada sitio, se realizó una reunión con cada uno de los propietarios, administradores o asesores técnicos (ver punto 3.2), donde se priorizaron y definieron en conjunto los proyectos que se desarrollarían en mayor detalle, lo cual corresponde a la descripción de las actividades, generación de una carta Gantt, indicadores de éxito y costeo a nivel general o de ingeniería de perfil, es decir, con una precisión de 25%.

De acuerdo con lo anterior, los proyectos priorizados se desarrollaron para cada sitio de estudio, caso excepcional es el Sitio Prioritario Las Cardillas – Iniciativa Bosques de Tinguiririca, donde los propietarios en la reunión de fecha 07 de octubre de 2019 prefirieron, en primera instancia, reservarse el derecho de participar en el banco de proyectos de compensación, quedando este sitio sin mayor desarrollo de sus proyectos.

Los proyectos desarrollados para los demás sitios fueron a los cuales se les aplicó la métrica de cuantificación de la metodología desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente (Alonso *et al*, 2019), obteniendo en cada caso el diferencial (δ) de condición y la Ganancia Neta de Biodiversidad parcial (GNB*) proyectada a partir del estado esperado a obtener con la implementación de los proyectos.

En la elaboración de los proyectos se ha incorporado el principio de manejo adaptativo (Millenium Ecosystem Assessment 2005, Groom *et al* 2006), por lo cual se ha considerado en cada caso un módulo de monitoreo emparejado con la implementación de las actividades, el cual generará información de primera fuente de la respuesta del o los componentes clave de la biodiversidad involucrados en el respectivo proyecto, y así retroalimentar la ejecución de las actividades en miras a obtener la condición proyectada.

En relación con la estimación de costos, para cada proyecto se establecieron criterios de diseño para la definición de las partidas necesarias y su magnitud, los cuales se definieron de acuerdo con las particularidades de cada proyecto. Sin perjuicio de lo anterior, hay criterios que son comunes a todos los proyectos, los que se pasan a enumerar a continuación:

- Se consideró que las actividades de los proyectos son realizadas por terceros prestadores de servicio, con lo cual todas ellas tienen un ítem de utilidades.
- En actividades que consideran construcción de infraestructura y plantación de ejemplares vegetales se consideró un 15% de imprevistos.
- Para la estimación de los costos de la construcción de obras de infiltración, se consideró de manera referencial el valor indicado en el Decreto 18/2019 MINAGRI - Fija Tabla de Valores para el año 2020, que determina monto máximo de las bonificaciones para las actividades a que se refiere el artículo 22° de la Ley N° 20.283, sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, cuyos valores fueron ponderados por n factor 2,5.
- Para el vivero y el riego de las plantaciones propuestas, se considera la compra de agua y el costo de su transporte.
- En todos los proyectos se estimó un costo total por hectárea, el cual fue aplicado a toda la superficie asociada al proyecto para estimar su costo total. Junto con lo anterior, se desarrolló un flujo de caja para cada año y se calculó el valor presente neto (VPN) con una tasa de descuento del 4%.
- El valor para la UF considerado es de \$ 28.065,35 (fecha 01 noviembre 2019), la UTM a \$49.229 (noviembre 2019) y el dólar a \$730,0.

4 RESULTADOS

En las siguientes secciones se presentan los resultados de la consultoría agrupadas por sitio de estudio, en el caso del Sitio Prioritario Las Cardillas – Iniciativa Bosques de Tinguiririca, y tal como se señaló en el punto 3.4, sólo se llegó a un nivel de desarrollo de propuestas de proyectos. Las cartas compromiso firmadas por los propietarios se adjuntan digital en el Anexo 2, en tanto que en el Anexo 3 se presentan las fichas descriptivas para cada sitio con matriz de componentes claves de biodiversidad, el plan completo de actividades con objetivos y metas, Carta Gantt y los resultados en la aplicación de la métrica de equivalencia y ganancia de biodiversidad, de acuerdo con lo establecido en el punto 4.5.2 de las bases técnicas de licitación

4.1 Plan de Restauración S.N. Quebrada de la Plata

En el caso del S.N. Quebrada de La Plata, se debe considerar que la Universidad de Chile, quien es propietaria del predio, tiene como parte de sus objetivos la generación de información e investigación, por lo cual en la implementación del presente Plan de Restauración, junto con buscar la restauración de los objetos de conservación identificados, se declara que los programas y proyectos específicos pueden ser ajustados de modo de aprovechar los datos que generan en desarrollar líneas investigativas propias de su quehacer.

4.1.1 Matriz de componentes clave de biodiversidad

Los resultados de la Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad para el S.N. Quebrada de la Plata, de acuerdo con la metodología, fuentes de información y criterios presentados en los puntos 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3, se presenta en la Tabla 9 además de los comentarios generados por los propietarios en la reunión de validación.

Tabla 9: Matriz componentes clave de la biodiversidad Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata

Componentes de la biodiversidad		Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
		Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificando si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificando o si es Sí)	Justificación	
		Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
Especies										
Flora	<i>Gilliesia graminea</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Porlieria chilensis</i>		VU			X	No	No		Objeto de Conservación / Grado de Amenaza
Fauna	<i>Philodryas chamissonis</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)
	<i>Liolaemus chiliensis</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)
	<i>Liolaemus fuscus</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)
	<i>Liolaemus lemniscatus</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)
	<i>Liolaemus monticola</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificando si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificando si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
<i>Liolaemus tenuis</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)
<i>Thylamys elegans</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)
<i>Spalacopus cyanus</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)
<i>Abrothrix longipilis</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)
<i>Abrothrix olivaceus</i>					X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>					X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)
<i>Buteo albigula</i>		R			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Callopistes maculatus</i>		NT			X	No	No		Objeto de Conservación

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificando si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificando si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
									(fauna con movilidad reducida)
<i>Lasiurus cinereus</i>		DD			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Leopardus colocolo</i>		NT			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Liolaemus nitidus</i>		NT			X	No	No		Objeto de Conservación
<i>Rhinella arunco</i>		VU			X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida) / Grado de Amenaza
<i>Aegla papudo</i>		EN	X		X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Phyllotis darwini</i>					X	No	No		Objeto de Conservación
<i>Octodon degus</i>					X	No	No		Objeto de Conservación (fauna con movilidad reducida)
<i>Vultur gryphus</i>		VU(XV-VII), R(VIII-X)			X	No	Sí	Especie emblema	Grado de Amenaza
Comunidades/Hábitats									
Matorral Arborescente de <i>Colliguaja odorifera</i> y <i>Baccharis linearis</i>				X		No	No		Objeto de Conservación

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificando si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificando si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
Matorral Arborescente de <i>Puya berteroniana</i> y <i>Trevoa trinervis</i>				X		No	No		Objeto de Conservación
Matorral con Suculentas de <i>Puya berteroniana</i> y <i>Trevoa trinervis</i>				X		No	No		Objeto de Conservación
Matorral de <i>Proustia cuneifolia</i> y <i>Trevoa trinervis</i>				X		No	No		Objeto de Conservación
Bosque Nativo Tipo forestal Esclerófilo Subtipo forestal Peumo, Quillay y Litre					X	Sí	Sí	Mieles/Carbón /Patrimonio Natural y Cultural	Objeto de Conservación
Bosque Nativo Tipo Forestal Esclerófilo Subtipo Forestal Esclerófilo				X		Sí	Sí	Mieles/Carbón /Patrimonio Natural y Cultural	Objeto de Conservación
Paisaje total/Ecosistema									
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Lithraea caustica</i>	VU				X	No	No		Grado de Amenaza
Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Cryptocarya alba</i> y <i>Peumus boldus</i>	VU				X	No	No		Grado de Amenaza
Bosque espinoso mediterráneo interior de <i>Acacia caven</i> y <i>Prosopis chilensis</i>	VU				X	No	No		Grado de Amenaza

Fuente: elaboración propia

4.1.2 Propuestas de planes de restauración y/o preservación para cada sitio de estudio

La propuesta de proyectos y programas presentados inicialmente a los propietarios para su priorización se presenta a continuación, la ficha de cada uno de ellos, con los objetivos, estimación de sectores y superficies, y actividades por etapas se adjunta en el Anexo 4.

Para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, se propusieron los siguientes planes:

1. Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina.
2. Proyecto de restauración bosques peumo (*Cryptocarya alba*)
3. Proyecto de restauración bosques esclerófilos
4. Proyecto de restauración formaciones de guayacán (*Porlieria chilensis*)
5. Proyecto de restauración de hábitat fauna en exposición norte
6. Proyecto de restauración hábitat *Rhinella arunco* (sapo de rulo)
7. Programa de control de amenazas

En cada sitio se seleccionaron entre dos proyectos para su desarrollo de mayor detalle. Junto con lo anterior, en todos ellos se solicitó por parte de los propietarios, administradores o asesores técnicas el desarrollo de un programa de control de amenazas, ya que es factor común el requerimiento de recursos permanentes para el control de las presiones o amenazas directas sobre las áreas, y de este modo mantener una adecuada gestión del territorio y los elementos clave de biodiversidad en ellas.

En la Tabla 10 se presentan los proyectos seleccionados, y además en todos ellos se presentará un programa de control de amenazas donde se proponen actividades de control por amenaza, excluyendo su costeo, planificación y propuesta de indicadores de éxito. En el Anexo 5 se adjuntan las memorias de cálculo de los costos estimados para cada proyecto.

Tabla 10: Proyectos seleccionados para su mayor desarrollo en S.N. Quebrada de La Plata

Sitio	Proyectos
S.N. Quebrada de La Plata	<ul style="list-style-type: none"> • Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina. • Proyecto de restauración bosques esclerófilos

Fuente: elaboración propia

4.1.3 Programa de control de amenazas

Se deja establecido un programa de control de amenazas para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata, cuyas actividades buscan apoyar la gestión del área bajo protección y del mismo modo apoyar a la adecuada materialización de los proyectos de restauración.

- Objetivo del Programa:

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los componentes clave que se busca potenciar con los proyectos de restauración desarrollados para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata, a través de medidas y actividades directas de control y prevención.

- Amenazas y actividades:

Amenaza	Actividades	Componentes claves involucrados
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. Aseguramiento de suministro en estanque de acumulación dispuesto en el área para el apoyo al combate de incendios forestales. Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. Cierre de los accesos no regulados al Santuario. 	<ul style="list-style-type: none"> Ecosistemas ladera exposición Norte Ecosistemas ladera exposición Sur Fauna con movilidad reducida
Extracción de leña y tierra de hoja	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de los accesos no regulados al Santuario. Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Santuario hacia la comunidad involucrada. 	<ul style="list-style-type: none"> Ecosistemas ladera exposición Sur
Actividades recreativas y deportivas incompatibles con objetos del Santuario (motociclismo)	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de los accesos no regulados al Santuario. Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención de los cierres del Santuario. Desarrollo de programa de actividades de involucramiento con la comunidad vecina para puesta en valor y cuidado del Santuario. Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Ecosistemas ladera exposición Norte Ecosistemas ladera exposición Sur Fauna con movilidad reducida

Fuente: elaboración propia

4.1.4 Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina.

4.1.4.1 Objetivos

- Objetivo general del proyecto:

Recuperación del hábitat y servicios ecosistémicos alterados por la actividad minera en el S.N. Quebrada de la Plata mediante la instalación de una cubierta vegetal leñosa baja (matorral) para iniciar el proceso de recuperación a largo plazo de estas áreas.

- Objetivos específicos del proyecto:

Generar el diagnóstico de la situación y medidas de restauración de detalle de los sitios degradados por la actividad minera en el S.N. Quebrada de La Plata.

Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.

Estabilizar física y químicamente los taludes, cortes y depósitos de materiales en los sitios ocupados por la actividad minera.

Instalación de una cubierta vegetal del tipo matorral o matorral arborescente en los sitios ocupados por la actividad minera.

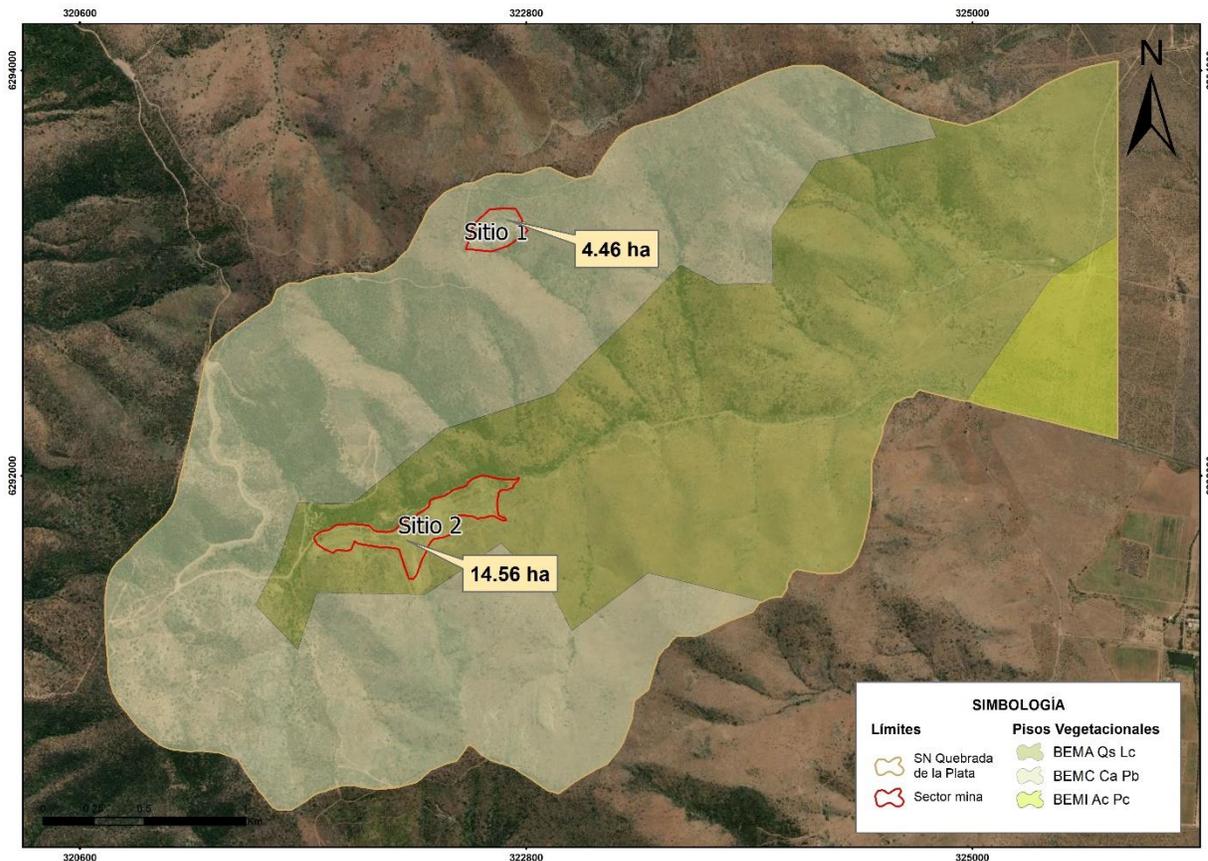
4.1.4.2 Componentes claves involucrados

- Ecosistemas de exposición norte
- Ecosistemas ladera exposición Sur
- Fauna de baja movilidad

4.1.4.3 Criterios de selección de sitio y superficie involucrada

Los sitios involucrados en el proyecto corresponden a las áreas que tuvieron actividad minera al interior del Santuario de la Naturaleza, los que corresponden a dos sitios de 14,56 ha y 4,46 ha, lo que suma en total 19,02 ha, tal como lo grafica la Figura 4.

Figura 4: Sitios del proyecto de restauración ambiental y ecológica sector mina.



Fuente: elaboración propia

4.1.4.4 Actividades

Actividades año 1 al 3:

1. Evaluación de línea de base componentes suelo, geomorfología, hidrología y topografía de detalle de los sitios a rehabilitar.

Como primera etapa se considera el levantamiento de información de detalle del sitio, de modo de confirmar y ajustar los sitios y superficies donde se implementará el proyecto y contar con los insumos para el diseño de detalle del proyecto. Las actividades por desarrollar son:

- Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.
- Levantamiento de línea de base de componentes suelo, geomorfología e hidrología.
- Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su cubicación de superficie.

2. Evaluación de la distribución, abundancia y estado actual y dieta de la fauna de baja movilidad en los sectores intervenidos por la actividad minera.

Se considera la evaluación de la distribución, abundancia y estado actual de las especies de fauna de baja movilidad (reptiles y micromamíferos) en los sitios intervenidos por la actividad minera y que son objeto de la restauración. Se considera que este estudio debe cubrir dos años de modo de tener una tendencia por cada época. Las actividades por realizar son:

- Diseño de muestreo en sitios alterados por la actividad minera, más puntos de control en el S.N. Quebrada de La Plata.
- Evaluaciones estacionales, se considera la ejecución de cuatro campañas al año. La metodología considera la instalación de transectos de avistamiento, captura y recaptura mediante lazos y trampas para micromamíferos, y puntos de observación punto representativos al interior del Santuario.

3. Elaboración detalle proyecto de rehabilitación ambiental y ecológica.

A partir de la información levantada en la topografía y línea de base de los sitios a restaurar, se desarrollará el detalle de las actividades, ajustando las que se presentan en este documento y generando el diseño y cubicación de detalle de las obras de conservación de suelo, control de erosión, diseño de plantación, y costos asociados, además de ajustar y abrir el programa de trabajo, definiendo actividades al menos en una escala de tiempo mensual.

Como parte de esta actividad se debe establecer la selección de especies nativas a utilizar en el proyecto basado en sus rasgos funcionales, de modo de minimizar los recursos y aumentar la probabilidad para su establecimiento, maximizar el aporte en la restauración del área.

4. Elaboración, tramitación y aprobación plan de cierre minero SERNAGEOMIN.

Se verificará la pertinencia de la Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras. En caso de requerir la elaboración, tramitación y aprobación de un plan de cierre minero antes SERNAGEOMIN, este deberá ser presentado por la administración del S.N. Quebrada de La Plata. Los costos de esta actividad se excluyen de la presente estimación, dado lo variable que puede resultar en función del alcance que se requiera.

5. Vivero.

Se considera la generación de un vivero para la producción de las plantas que se utilizarán en las reforestaciones. Se establece que todas las plantas a producir se generarán a partir de germoplasma local. Los criterios de diseño del vivero son:

- Producción 12.500 plantas/año.
- Producción en maceta (bolsa y bandeja).
- Tiempo de operación: 8 años.
- Superficie requerida: 1.000 m².
- Personal tiempo completo: 1 jefe de vivero y 1 operario.
- Plantas producidas con germoplasma local.
- Al menos 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 3 al 7:

6. Estabilización física de los sitios de actividad minera.

Se considera la ejecución de las siguientes actividades para la estabilización física de los sitios:

- Estabilización de taludes, rellenos, preparación de suelo, construcción obras de conservación de suelo y control de erosión.
- Descompactación de suelo.
- Restitución hídrica.

7. Plantación.

Se considera un total de 19,02 ha con una tasa de plantación anual de 6,34 ha de modo de abarcar ambos sitios al cabo de 3 años de plantación. Los criterios de diseño de la plantación son:

- Superficie de plantación anual: 6,34 ha
- Densidad de plantación: 1.500 pl/ha.
- Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
- Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
- Plantación en "cluster" (bosquetes).
- Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).
- Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.
- Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.

8. Construcción de refugios para fauna.

Con el movimiento de piedras se construirán pircas o estructuras que sirvan de madrigueras para la fauna, principalmente reptiles y micromamíferos, las que se instalarán en conjunto con la preparación del sitio y cuyo objetivo es promover la colonización de la fauna de menor movilidad.

Actividades año 4 al 15:

9. Mantenimiento de las obras física de estabilización, revegetaciones y riego plantación.

Se considera desarrollar el mantenimiento durante los cinco (5) años siguientes a realizada la reforestación. Los criterios de implementación son:

- Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas durante los 3 años siguientes a la plantación.
- Reposición de un 10% de las obras de conservación de suelo y manejo de infiltración durante los 5 años siguientes a su construcción.
- Riego: 15 l/planta cada 15 días en los 8 meses más áridos durante 3 primeros años. Disminución a 10 l/planta cada 30 días en los 6 meses más áridos durante 2 años siguientes, y 5 l/planta cada 30 días en los 6 meses más áridos durante 1 año final.

10. Monitoreo.

10.1 Monitoreo a plantaciones

- Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos. Cubrimiento de la vegetación en punto de seguimiento permanente.
- Frecuencia: 6 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).

10.2 Monitoreo a fauna

- Parámetros por evaluar: riqueza y abundancia de especies de fauna de baja movilidad (reptiles y micromamíferos).
- Frecuencia: estacional (4 veces al año) por 13 años.

4.1.4.5 Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito mínimos a alcanzar al cabo de los 10 años de realizada la plantación:

- Reforestación > 80% prendimiento, y altura media para especies arbóreas > 2 m y >1m para especies arbustivas.
- 10% aumento abundancia de especies de fauna de baja movilidad.

Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

4.1.4.6 Carta Gantt

Item	Superficie	6,34			6,34			6,34								
	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cubicación superficie, topografía (dron), líneas de base suelo, geomorfología e hidrología		█														
Evaluación de la distribución, abundancia y estado actual fauna de baja movilidad.		█	█													
Detalle del plan de recuperación		█	█													
Vivero		█	█	█	█	█	█	█	█							
Plantación				█	█	█										
<i>Obras suelo</i>				█	█	█										
<i>Cerco</i>				█	█	█										
<i>Riego</i>				█	█	█										
<i>Plantación</i>				█	█	█										
Mantenición					█	█	█	█	█	█	█	█	█			
<i>Mantenimiento y replante S1</i>					█	█	█	█	█	█	█	█	█			
<i>Mantenimiento y replante S2</i>						█	█	█	█	█	█	█	█			
<i>Mantenimiento y replante S3</i>							█	█	█	█	█	█	█			
Monitoreo					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
<i>Monitoreos plantación S1</i>					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
<i>Monitoreos plantación S2</i>						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
<i>Monitoreos plantación S3</i>							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
<i>Monitoreo fauna</i>					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Fuente: elaboración propia

4.1.4.7 Costo estimado

El respaldo de los cálculos se adjunta en el Anexo 5.

Item	Total
Cubicación superficie, topografía (dron), líneas de base suelo, geomorfología e hidrología	UF 2.187,5
Evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones carnívoros.	UF 1.263,0
Detalle del plan de recuperación	UF 530,2
Vivero	UF 1.868,5
Obras suelo	UF 929,4
Cerco	UF 1.644,2
Plantación	UF 16.625,7
Riego	UF 7.162,8
Mantenimiento y replante	UF 37.605,2
Monitoreos	UF 9.772,9
Total (UF)	79.589,3
Total USD	3.059.863,9

Item	Total
Superficie (ha)	19,0
Valor unitario (UF/ha)	4.180,1
Valor unitario (USD/ha)	160.707,1

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	71.759,8
VPN USD	2.758.853,4
VPN UF/Ha	3.772,9
VPN USD/Ha	145.050,1

Fuente: elaboración propia

4.1.5 Proyecto de restauración bosques esclerófilos

El presente proyecto busca dar continuidad a las formaciones vegetacionales de tipo bosque esclerófilo, a partir de la plantación y enriquecimiento de parches de matorral y matorral arborescente. La detección de las unidades potenciales para el desarrollo del proyecto fue establecida en base a la cartografía de usos entregada por la administración del S.N. Quebrada de La Plata. Cabe señalar que se incluyeron sólo sectores que estaban fuera del área donde el Santuario ya tiene planificado desarrollar plantaciones.

4.1.5.1 Objetivos

- Objetivo general del proyecto:

Recuperación y potenciamiento de los bosques esclerófilos mediante el enriquecimiento de bosques abiertos y matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para este tipo de formación.

- Objetivos específicos del proyecto:

Identificar sitios de vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.

Restauración mediante revegetaciones de sitios con vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

4.1.5.2 Componentes claves involucrados

- Ecosistemas de exposición sur
- Fauna de baja movilidad

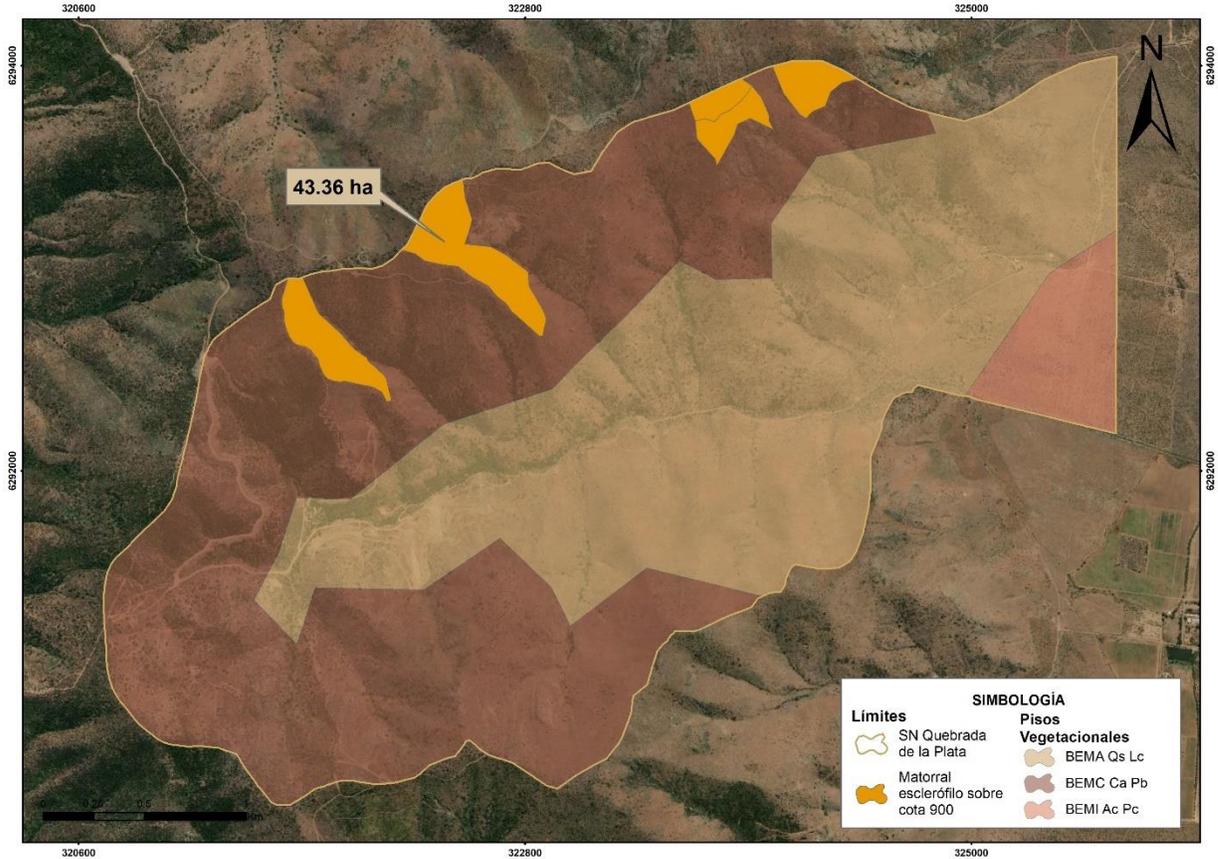
4.1.5.3 Criterios de selección de sitio y superficie involucrada

En la selección de los sitios o unidades para la implementación del proyecto se consideraron los siguientes criterios:

- Formación vegetal matorral o matorral arborescente.
- Pendiente < 45%.
- Fuera de las áreas ya definidas para plantación por parte del Santuario.

De acuerdo con lo anterior, se considera una superficie total de 43,36 ha, tal como se presenta en la Figura 5.

Figura 5: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo SN Quebrada de La Plata.



Fuente: elaboración propia

4.1.5.4 Actividades

Actividades año 1 al 3:

1. Cubicación superficie.

Como primera etapa se considera el levantamiento de información de detalle del sitio, de modo de confirmar y ajustar los sitios y superficies donde se implementará el plan. Las actividades por desarrollar son:

- Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.
- Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su cubicación de superficie.

2. Vivero.

Se considera la generación de un vivero para la producción de las plantas que se utilizarán en las reforestaciones. Se establece que todas las plantas a producir se generarán a partir de germoplasma local. Los criterios de diseño del vivero son:

- Producción 12.500 plantas/año.
- Producción en maceta (bolsa y bandeja).
- Tiempo de operación: 8 años.
- Superficie requerida: 1.000 m².
- Personal tiempo completo: 1 jefe de vivero y 1 operario.
- Plantas producidas con germoplasma local.
- Al menos 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 3 al 5:

3. Plantación.

Se considera un total de 43,36 ha las cuales se distribuyen en 3 años de plantación, estimado para efectos del cálculo del costo, sin perjuicio de lo cual, y tal como se señaló, este proyecto se podría implementar en más etapas o sólo en parte de la superficie que involucra. Los criterios de diseño de la plantación son:

- Superficie anual: 14,5 ha
- Densidad de plantación: 660 pl/ha
- Zanjas de infiltración en todos los paños
- Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
- Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
- Plantación en "cluster" (bosquetes), con abrigo lateral (no despeje vegetación actual).
- Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).
- Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.
- Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.

Actividades año 4 al 11:

4. Mantenimiento y riego plantación (año 4 al 10).

Se considera desarrollar el mantenimiento durante los cinco (5) años siguientes a realizada la reforestación. Los criterios de implementación son:

- Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas y de la infraestructura construida durante los 3 primeros años.
- Riego: 15 l/planta cada 15 días. 3 primeros años 6 meses, 2 años siguientes sólo riego 4 meses.

5. Monitoreo (año 4 al 11).

6.1 Monitoreo plantaciones

- Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos.
- Frecuencia: 3 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).

4.1.5.5 Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 6 años de realizada la plantación:

- Reforestación > 80% prendimiento, y altura media para especies arbóreas > 2 m y >1m para especies arbustivas.

Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

4.1.5.6 Carta Gantt

Item	Superficie											
	Año	1	2	14,5	14,5	14,5	6	7	8	9	10	11
Cubicación superficie y topografía (dron)		█										
Vivero		█	█	█	█	█	█	█	█			
Plantación			█	█	█	█	█	█	█			
<i>Obras suelo</i>			█	█	█	█	█	█	█			
<i>Cerco</i>			█	█	█	█	█	█	█			
<i>Construcción Sistema Riego</i>			█	█	█	█	█	█	█			
<i>Plantación</i>			█	█	█	█	█	█	█			
Mantenimiento y replante					█	█	█	█	█	█	█	█
<i>Mantenimiento y replante S1</i>					█	█	█	█	█			
<i>Mantenimiento y replante S2</i>						█	█	█	█			
<i>Mantenimiento y replante S3</i>							█	█	█	█		
Monitoreo					█	█	█	█	█	█	█	█
<i>Monitoreo S1</i>					█	█	█	█	█			
<i>Monitoreo S2</i>						█	█	█	█			
<i>Monitoreo S3</i>							█	█	█	█		

Fuente: elaboración propia

4.1.5.7 Costo estimado

El respaldo de los cálculos se adjunta en el Anexo 5.

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	UF 695,9
Vivero	UF 6.657,8
Obras suelo	UF 760,6
Cerco	UF 3.748,2
Plantación	UF 26.816,3
Riego	UF 16.149,5
Mantenimiento y replante	UF 72.678,4
Monitoreos	UF 9.121,9
Total (UF)	136.628,5
Total USD	5.252.776,6
Superficie (ha)	43,4
Valor unitario (UF/ha)	3.151,0
Valor unitario (USD/ha)	121.143,4

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	116.696,0
VPN USD	4.486.459,2
VPN UF/Ha	2.691,3
VPN USD/Ha	103.470,0

Fuente: elaboración propia

4.1.6 Métrica de cuantificación proyectos S.N. Quebrada de La Plata.

Fueron evaluadas las métricas de GNB* para 4 de los 5 sitios de estudio, las cuales se presentan a continuación para cada uno de ellos, con respecto a los componentes claves objetivo de las propuestas de restauración planteadas, para cada escala de paisaje o piso vegetacional representado en los sitios de compensación potencial.

4.1.6.1 Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina.

El sector minero de la quebrada de la plata se compone por 2 sitios localizados en los pisos de vegetación "Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithraea caustica*" (BEMA Qs Lc) y "Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*" (BEMC Ca Pb). Estos sitios mineros son representados en cada piso por superficies de 14, 56 ha y 4,46 ha respectivamente.

Por lo tanto, la evaluación de las métricas se aplicó para 2 pisos de vegetación, a nivel de paisaje y de ecosistema terrestre, cuya asignación de puntaje se presenta en la Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 11: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Diversidad	0,79	0,81	10	10
	Fragmentación	0,41	0,44	4	4
	Conectividad	0,46	0,46	4	4
BEMC Ca Pb	Diversidad	0,69	0,77	7	10
	Fragmentación	0,49	0,50	4	7
	Conectividad	0,32	0,35	4	4

Fuente: elaboración propia

Tabla 12: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	0	4
	Composición	0	7
	Ambientes de fauna	0	7
	Regeneración y reclutamiento	0	7

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMC Ca Pb	Estado de la estructura	0	4
	Composición	0	7
	Ambientes de fauna	0	7
	Regeneración y reclutamiento	0	7

Fuente: elaboración propia

A partir de la evaluación presentada los resultados del delta condición y GNB* para cada piso vegetal se presenta a continuación (Tabla 13).

Tabla 13 Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,31
	GNB*	2,84
BEMC Ca Pb	δ de condición	0,41
	GNB*	1,15

Fuente: elaboración propia

4.1.6.2 Proyecto de restauración bosques esclerófilos

El área potencial para la aplicación del proyecto de restauración de bosque esclerófilo es de 43.36 ha, en su totalidad representadas en el piso vegetal "Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*". Por lo tanto, la asignación de puntaje se realizó a los parámetros de nivel de paisaje y ecosistemas terrestres, con respecto a este piso de vegetación, según se muestra en la Tabla 14 y Tabla 15.

Tabla 14: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosques esclerófilos

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMC Ca Pb	Diversidad	0,77	0,78	10	10
	Fragmentación	0,37	0,44	4	4
	Conectividad	0,50	0,50	7	7

Fuente: elaboración propia

Tabla 15: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestre, Proyecto de restauración bosques esclerófilos

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMC Ca Pb	Estado de la estructura	4	7
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	4	7

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la aplicación de los valores presentados en la métrica de GNB* se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMC Ca Pb	δ de condición	0,08
	GNB*	2,03

Fuente: elaboración propia

4.2 Plan de Restauración S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal

4.2.1 Matriz de componentes clave de biodiversidad

Los resultados de la Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad para el S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal, de acuerdo con la metodología, fuentes de información y criterios presentados en los puntos 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3, se presenta en la Tabla 17 además de los comentarios generados por los propietarios en la reunión de validación.

Tabla 17: Matriz de componentes clave de biodiversidad Santuario de la Naturaleza Lagunillas - Quillayal

Componentes de la biodiversidad		Valores Intrínsecos				SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección	
		Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)		Justificación
		Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
Especies										
Flora	<i>Porlieria chilensis</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Kageneckia angustifolia</i>		NT			X	No	No		Objeto de Conservación
	<i>Laretia acaulis</i>		LC (resto distribución), DD(VIII)			X	No	Sí	Especie emblema de ambiente andino/ Ingeniero Ecosistémico	Valor Cultural
Fauna	<i>Lama guanicoe</i>		VU(XV-X)			X	No	Sí	Especie emblema	Grado de Amenaza
	<i>Leopardus colocolo</i>		NT			X	No	Sí	Especie emblema	Valor Cultural
	<i>Leopardus guigna</i>		VU (XIV al norte), NT (X al sur)			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Liolaemus leopardinus</i>		EN		X		No	No		Grado de Amenaza
	<i>Liolaemus ramonensis</i>		VU		X		No	No		Grado de Amenaza
	<i>Liolaemus valdesianus</i>		VU		X		No	No		Grado de Amenaza
	<i>Callopistes maculatus</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Philodryas chamissonis</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Puma concolor</i>		NT			X	No	Sí	Especie emblema	Objeto de Conservación	

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
<i>Rhinella arunco</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Vultur gryphus</i>		VU(XV-VII), R(VIII-X), FP(XI-XII)			X	No	Sí	Especie emblema	Objeto de Conservación / Grado de Amenaza
<i>Lycalopex culpaeus</i>		LC			X	No	Sí	Especie emblema	Objeto de conservación
<i>Spalacopus cyanus</i>		LC		X		No	Sí	Especie emblema de ambiente andino/ Ingeniero ecosistémico	Valor Cultural
<i>Lagidium viscacia</i>		LC		X		No	Sí	Especie emblema	Valor Cultural
<i>Merganetta armata</i>		NT			X	No	No		Objeto de Conservación
Comunidades/Hábitats									
Bosque Nativo Tipo forestal Esclerófilo Subtipo forestal Peumo, Quillay y Litre				X		No	No		Objeto de Conservación
Bosque Nativo Tipo Forestal Esclerofilo Subtipo Forestal Esclerofilo				X		No	No		Objeto de Conservación
Bosque Nativo Tipo Forestal Esclerofilo Subtipo Forestal Frangel				X		No	No		Objeto de Conservación

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
Matorral Arborescente de <i>Kageneckia angustifolia</i>				X		No	No		Formación relacionada con Objeto de Conservación
Vegas de <i>Eleocharis albibracteatu</i> s y <i>Carex gayana</i>				X		Sí	Sí	Provisión de agua y paisaje / Veranadas	Objeto de Conservación
Vegas de <i>Juncus balticus</i> y <i>Carex gayana</i>				X		Sí	Sí	Provisión de agua y paisaje / Veranadas	Objeto de Conservación
Paisaje total/Ecosistema									
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Kageneckia angustifolia</i> y <i>Guindilia trinervis</i>	VU				X	No	No		Grado de Amenaza
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Lithraea caustica</i>	VU				X	No	No		Grado de Amenaza

Fuente: elaboración propia

4.2.2 Propuestas de planes de restauración y/o preservación para cada sitio de estudio

La propuesta de proyectos y programas presentados inicialmente a los propietarios para su priorización se presenta a continuación, la ficha de cada uno de ellos, con los objetivos, estimación de sectores y superficies, y actividades por etapas se adjunta en el Anexo 4.

Para el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas y Quillayal, se proponen los siguientes planes:

1. Proyecto de restauración bosques frangel (*Kageneckia angustifolia*)
2. Proyecto de restauración bosques esclerófilos
3. Proyecto de potenciamiento vegas de altura
4. Programa de control de amenazas

En cada sitio se seleccionaron entre dos proyectos para su desarrollo de mayor detalle. Junto con lo anterior, en todos ellos se solicitó por parte de los propietarios, administradores o asesores técnicas el desarrollo de un programa de control de amenazas, ya que es factor común el requerimiento de recursos permanentes para el control de las presiones o amenazas directas sobre las áreas, y de este modo mantener una adecuada gestión del territorio y los elementos clave de biodiversidad en ellas.

En la Tabla 18 se presentan los proyectos seleccionados, y además en todos ellos se presentará un programa de control de amenazas donde se proponen actividades de control por amenaza, excluyendo su costeo, planificación y propuesta de indicadores de éxito. En el Anexo 5 se adjuntan las memorias de cálculo de los costos estimados para cada proyecto.

Tabla 18: Proyectos seleccionados para su mayor desarrollo en S.N. San Francisco Lagunillas y Quillayal

Sitio	Proyectos
S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal	<ul style="list-style-type: none"> • Proyecto de restauración bosques esclerófilos • Proyecto de potenciamiento vegas de altura

Fuente: elaboración propia

4.2.3 Programa de control de amenazas

Se deja establecido un programa de control de amenazas para el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas y Quillayal, cuyas actividades buscan apoyar la gestión del área bajo protección y del mismo modo apoyar a la adecuada materialización de los proyectos de restauración.

- Objetivo del Programa:

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los componentes clave que se busca potenciar con los proyectos de restauración desarrollados para el Santuario de la Naturaleza, a través de medidas y actividades directas de control y prevención.

- Amenazas y actividades:

Amenaza	Actividades	Componentes claves involucrados
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. Construcción de estanques de acumulación de agua para el apoyo al combate de incendios forestales. Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. Cierre de los accesos no regulados al Santuario. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Frangel ➤ Vegetación esclerófila
Especies invasoras	<ul style="list-style-type: none"> Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Financiamiento a tareas de extracción y control de especies invasoras como conejos y rosa mosqueta. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Frangel ➤ Vegetación esclerófila ➤ Vegas
Sobrepastoreo por ganado no regulado al interior del Santuario	<ul style="list-style-type: none"> Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Santuario hacia la comunidad involucrada 	<ul style="list-style-type: none"> • Frangel • Vegas

Fuente: elaboración propia

4.2.4 Proyecto de restauración bosques esclerófilos

El presente proyecto busca dar continuidad a las formaciones vegetacionales de tipo bosque esclerófilo andino, a partir de la plantación de enriquecimiento con ejemplares arbóreos en parches de matorral y matorral arborescente a una densidad de 450 pl/ha, y bosques abiertos a una densidad de 220 pl/ha.

La selección de las unidades para el desarrollo de este proyecto ha sido establecida en base a la cartografía del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos año 2013. Así se obtuvo una superficie total de 1.560,83 ha, que corresponde a un área potencial, la cual debe ser confirmada con un levantamiento de información explícita para el área propuesta. La superficie estimada está compuesta por 562,32 ha de formaciones de matorral o matorral arborescente, donde se propone una plantación de enriquecimiento de especies arbóreas a una densidad de 450 pl/ha, por otro lado, se propone la plantación de enriquecimiento de 998,51 ha de formaciones definidas como bosque de acuerdo con la información base, las cuales se plantarán a una densidad de 220 pl/ha. Las especies leñosas consideradas son *Kageneckia angustifolia* (frangel), *Lithraea caustica* (litre), *Maytenus boaria* (maitén), *Schinus montanus* (litrecillo), *Schinus polygamus* (huingán) y *Quillaja saponaria* (quillay).

El proyecto de restauración considera el total de superficie disponible, lo que no implica la obligación de su implementación en la totalidad de superficie, pudiéndose parcializar de acuerdo con las necesidades de compensación del titular que se haga cargo de este proyecto o parte de él.

4.2.4.1 Objetivos

- Objetivo general del proyecto:

Recuperación y potenciamiento de los bosques esclerófilos mediante el enriquecimiento de bosques abiertos y matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para este tipo de formación.

- Objetivos específicos del proyecto:

Identificar sitios de vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.

Restauración mediante revegetaciones de sitios con vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

4.2.4.2 Componentes claves involucrados

- Bosque esclerófilo
- *Kageneckia angustifolia* (Frangel)
- Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Kageneckia angustifolia* y *Guindilia trinervis*
- Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithraea caustica*

4.2.4.3 Criterios de selección de sitio y superficie involucrada

En la selección de los sitios o unidades para la implementación del proyecto se consideraron los siguientes criterios:

- Formaciones vegetales de matorral, matorral arborescente y bosque abierto.

- Pendiente < 45%, como criterio de seguridad y accesibilidad para ejecutar la plantación.

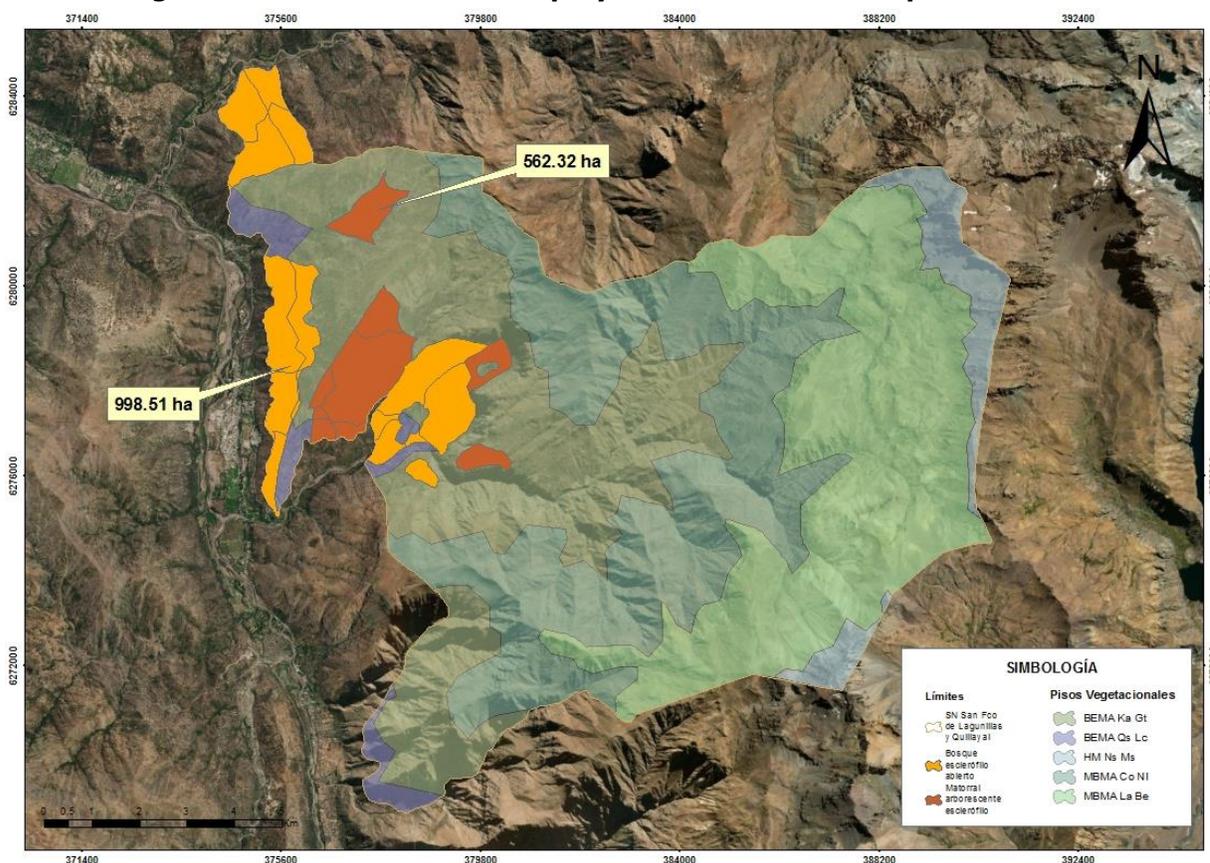
De acuerdo con lo anterior, se considera una superficie total de 1.560,83 ha, las cuales se distribuyen en los dos pisos vegetacionales reconocidos como componentes clave de biodiversidad en el área, tal como se presenta en la Tabla 19 y se grafica en la Figura 6.

Tabla 19: Superficie de sitios de plantación proyecto restauración bosques esclerófilos S.N. San Fco. de Lagunillas y Quillayal

Piso vegetacional	Superficie (ha)
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Kageneckia angustifolia</i> y <i>Guindilia trinervis</i>	1.081,62
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Lithraea caustica</i>	479,21
Total (ha)	1.560,83

Fuente: elaboración propia

Figura 6: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo.



Fuente: elaboración propia

4.2.4.4 Actividades

Actividades año 1 al 4:

1. Cubicación superficie.

Como primera etapa se considera el levantamiento de información de detalle del sitio, de modo de confirmar y ajustar los sitios y superficies donde se implementará el plan. Las actividades por desarrollar son:

- Levantamiento cartografía de vegetación en los pisos vegetacionales involucrados a lo menos escala 1:5.000.
- Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.
- Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su cubicación de superficie.

2. Vivero.

Se considera la generación de un vivero para la producción de las plantas que se utilizarán en las reforestaciones. Se establece que todas las plantas a producir se generarán a partir de germoplasma local. Los criterios de diseño del vivero son:

- Producción 41.000 plantas/año.
- Producción en maceta (bolsa y bandeja).
- Tiempo de operación: 20 años.
- Superficie requerida: 500 m².
- Personal tiempo completo: 1 asesor técnico; 1 jefe de vivero, 3 operarios.
- Plantas producidas con germoplasma local.
- Al menos 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 3 al 17:

3. Plantación.

Se considera un total de 1.560,83 ha las cuales se distribuyen en 15 años de plantación, estimado para efectos del cálculo del costo, sin perjuicio de lo cual, y tal como se señaló, este proyecto se podría implementar en más años con menores superficies anuales, por ejemplo entre 20 a 50 ha/año, determinadas por la disponibilidad de recursos (principalmente agua), o sólo en parte de la superficie que involucra. Los criterios de diseño de la plantación son:

- Superficie anual: 104,06 ha
- Densidad de plantación: 450 pl/ha; 220 pl/ha
- Zanjas de infiltración en todos los paños
- Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
- Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
- Plantación en "cluster" (bosquetes), con abrigo lateral (no despeje vegetación actual).
- Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).

- Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.
- Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.

Actividades año 4 al 23:

4. Mantenimiento y riego plantación.

Se considera desarrollar el mantenimiento durante los cinco (5) años siguientes a realizada la reforestación. Los criterios de implementación son:

- Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas y de la infraestructura construida durante los 3 primeros años.
- Riego: 15 l/planta cada 15 días. 3 primeros años 6 meses, 2 años siguientes sólo riego 4 meses.

5. Monitoreo.

5.1 Monitoreo plantaciones

- Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos.
- Frecuencia: 3 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).
- Se considerarán puntos de control fuera de los sectores de plantación.

4.2.4.5 Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 8 años de realizada la plantación:

- Reforestación > 80% prendimiento, y altura media para especies arbóreas > 2 m y >1m para especies arbustivas.

Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

4.2.4.6 Carta Gantt

El programa de implementación considera 23 años para efectos del presente ejercicio, sin embargo esto puede variar de acuerdo con la planificación de detalle para su implementación, donde factores como los recursos disponibles, principalmente agua para riego, y respuesta de las plantas en terreno (prendimiento y crecimiento).

Item	Superficie		104,1																						
	Año		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Cubicación superficie y topografía (dron)																									
Vivero																									
Plantación																									
Obras suelo																									
Cerco																									
Construcción Sistema Riego																									
Plantación																									
Mantenimiento y replante																									
Mantenimiento y replante S1																									
Mantenimiento y replante S2																									
Mantenimiento y replante S3																									
Mantenimiento y replante S4																									
Mantenimiento y replante S5																									
Mantenimiento y replante S6																									
Mantenimiento y replante S7																									
Mantenimiento y replante S8																									
Mantenimiento y replante S9																									
Mantenimiento y replante S10																									
Mantenimiento y replante S11																									
Mantenimiento y replante S12																									
Mantenimiento y replante S13																									
Mantenimiento y replante S14																									
Mantenimiento y replante S15																									
Monitoreo																									
Monitoreo S1																									
Monitoreo S2																									
Monitoreo S3																									
Monitoreo S4																									
Monitoreo S5																									
Monitoreo S6																									
Monitoreo S7																									
Monitoreo S8																									
Monitoreo S9																									
Monitoreo S10																									
Monitoreo S11																									
Monitoreo S12																									
Monitoreo S13																									
Monitoreo S14																									
Monitoreo S15																									

Fuente: elaboración propia

4.2.4.7 Costo estimado

El respaldo de los cálculos se adjunta en el Anexo 5.

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	UF 842,1
Vivero	UF 21.179,6
Obras suelo	UF 27.378,3
Cerco	UF 134.923,8
Plantación	UF 795.648,9
Riego	UF 581.333,3
Mantenimiento y replante	UF 1.052.155,3
Monitoreos	UF 328.359,6
Total (UF)	2.941.820,8
Total USD	113.100.315,5
Superficie (ha)	1.560,8

Item	Total
Valor unitario (UF/ha)	1.884,8
Valor unitario (USD/ha)	72.461,6

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	2.929.845,9
VPN USD	112.639.933,6
VPN UF/Ha	1.877,1
VPN USD/Ha	72.166,7

Fuente: elaboración propia

4.2.5 Proyecto de potenciamiento vegas de altura

4.2.5.1 Objetivos

- Objetivo general del proyecto:

Recuperar la composición y productividad de las vegas de altura del Santuario, mediante el manejo de la cosecha de material vegetal por el ganado doméstico.

- Objetivos específicos del proyecto:

Catastrar las vegas altoandinas presentes en el Santuario, definiendo ubicación, superficie, estructura y composición florística.

Compatibilizar el uso sustentable de las vegas de altura, promoviendo su recuperación productiva, biológica y como hábitat para la fauna.

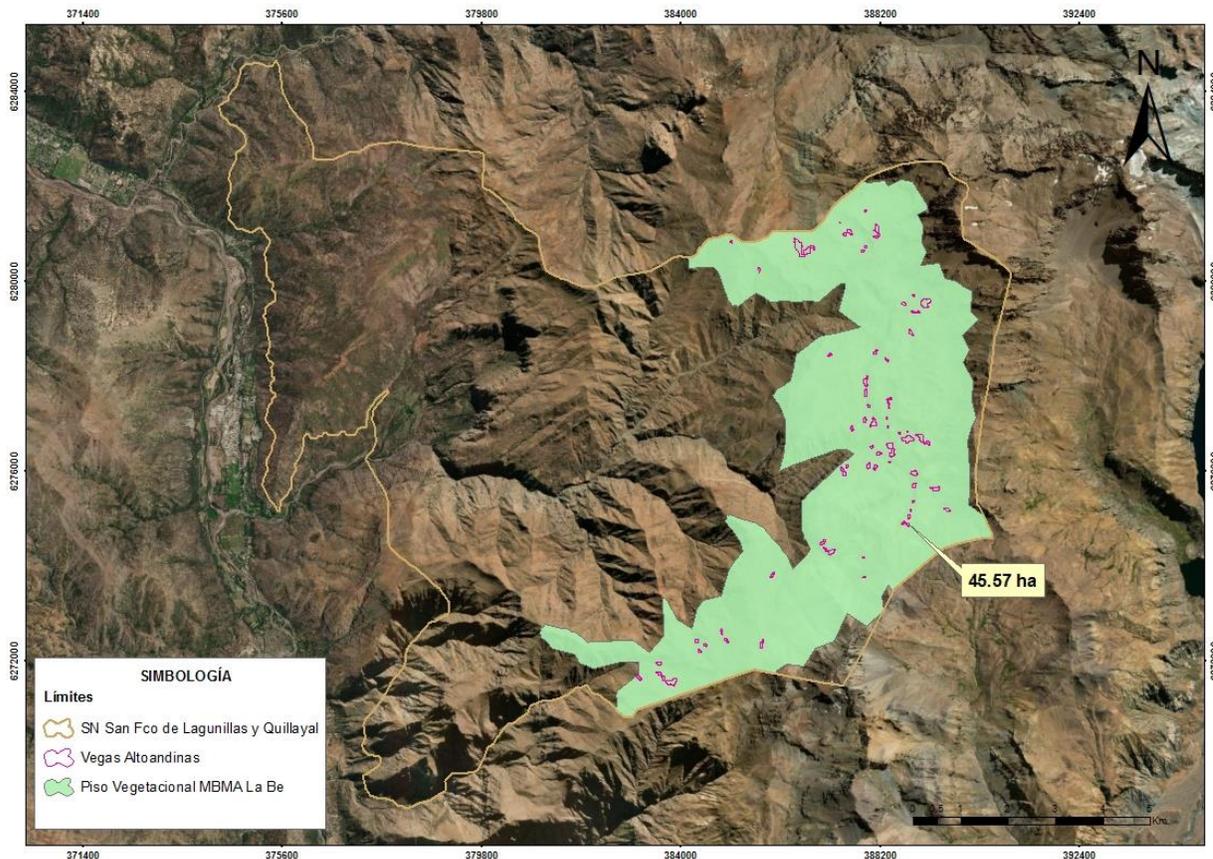
4.2.5.2 Componentes claves involucrados

- Vegas
- Fauna de baja movilidad (reptiles y micromamíferos)

4.2.5.3 Criterios de selección de sitio y superficie involucrada

Los sitios involucrados en el proyecto corresponden a las vegas altoandinas presentes en el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas y Quillayal, las cuales se cubren una superficie de 45,57 ha de acuerdo con BIOTA (2007), tal como lo grafica la Figura 7.

Figura 7: Sitios del proyecto de restauración ambiental y ecológica sector mina.



Fuente: elaboración propia

4.2.5.4 Actividades

Etapas inicial (año 1 al 3)

- Catastro de las vegas altoandinas del Santuario, donde se identificarán las vegas presentes, superficie, composición, estructura y especies de fauna residente.
- Elaboración de un plan de manejo de las vegas altoandinas: se identificarán las amenazas presentes, se estimará su productividad, y se establecerán en detalles las medidas a implementar, que complementarán las que se presentan en el presente proyecto de potenciamiento.
- Instalación de exclusiones para la estimación de productividad y monitoreo en sitios definidos en conjunto con arrieros y administración del Santuario.
- Talleres de involucramiento y definición conjunta del uso con los actuales usuarios de las vegas altoandinas (arrieros).
- Diseño de sistema de manejo y pastoreo sustentable de las vegas, en base a la productividad primaria estimada.

Etapa implementación (año 3 al 8)

- Instalación de exclusiones e implementación de medidas de manejo para las vegas más deterioradas. Para efectos de estimación de costos se consideró que esto corresponde a un 30% de las vegas presentes.
- Implementación de medidas de manejo hídrico, si fuera necesario. Esta actividad se excluye de la estimación de costos.
- Construcción de estructuras de abrigo para fauna (madrigueras y pircas).
- Monitoreo de composición y productividad de las vegas incluidas en el plan, y la fauna residente en ellas.

4.2.5.5 Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 8 años de desarrollado el plan:

- Inclusión de un 75% de las vegas bajo un esquema de manejo sustentable.
- Aumento de un 10% de la abundancia de las especies de fauna residente en las vegas.

4.2.5.6 Carta Gantt



Fuente: elaboración propia

4.2.5.7 Costo estimado

El respaldo de los cálculos se adjunta en el Anexo 5.

Item	Total
Evaluación fauna baja movilidad	UF 851,0
Catastro vegas y estimación productividad	UF 1.347,1
Talleres de involucramiento	UF 750,2
Elaboración plan de manejo	UF 432,6
Instalación de exclusiones y pircas	UF 1.173,8
Monitoreos	UF 7.541,3
Total (UF)	12.096,1
Total USD	465.042,3
Superficie (ha)	45,6

Item	Total
Valor unitario (UF/ha)	265,4
Valor unitario (USD/ha)	10.205,0

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN	10.322,3
VPN USD	396.848,1
VPN UF/Ha	1,0
VPN USD/Ha	37,2

Fuente: elaboración propia

4.2.6 Métrica de cuantificación proyectos S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal.

Fueron evaluadas las métricas de GNB* para 4 de los 5 sitios de estudio, las cuales se presentan a continuación para cada uno de ellos, con respecto a los componentes claves objetivo de las propuestas de restauración planteadas, para cada escala de paisaje o piso vegetal representado en los sitios de compensación potencial.

4.2.6.1 Proyecto de restauración bosques esclerófilos

El área de compensación para la implementación del proyecto de restauración de bosques esclerófilos en el S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal corresponde a un total de 1560,83 ha de las cuáles 479,21 ha se encuentran en el piso vegetal "Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithraea caustica*" y 1081,62 ha en el piso vegetal "Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Kageneckia angustifolia* y *Guindilia trinervis*" (BEMA Ka Gt). De acuerdo con esto, los parámetros fueron evaluados para ambas situaciones, según se muestra en la Tabla 20 y Tabla 21 .

Tabla 20: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosques esclerófilos

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Diversidad	0,72	0,69	7	7
	Fragmentación	0,53	0,57	7	7
	Conectividad	0,17	0,30	0	4
BEMA Ka Gt	Diversidad	0,75	0,74	10	7
	Fragmentación	0,11	0,21	0	0
	Conectividad	0,17	0,40	0	4

Fuente: elaboración propia

Tabla 21: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestre, Proyecto de restauración bosques esclerófilos

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	4	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	4	7
BEMA Ka Gt	Estado de la estructura	4	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	4	7

Fuente: elaboración propia

Mediante los valores de las condiciones iniciales y finales de los parámetros presentados, se obtuvieron las métricas de GNB* expuestas a continuación en la Tabla 22.

Tabla 22: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,18
	GNB*	53,66
BEMA Ka Gt	δ de condición	0,13
	GNB*	87,32

Fuente: elaboración propia

4.2.6.2 Proyecto de potenciamiento vegas de altura

La superficie estimada de la cobertura tipo vega en S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal corresponde a 45.57 ha, representadas en el piso vegetacional "Matorral bajo mediterráneo andino de *Laretia acaulis* y *Berberis empetrifolia*" (MBMA La Be), para el cuál se evaluaron los parámetros a nivel de paisaje y ecosistemas terrestres según se presenta a continuación en la Tabla 23 y Tabla 24

Tabla 23: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de potenciamiento vegas de altura

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
MBMA La Be	Diversidad	0,50	0,50	7	7
	Fragmentación	0,01	0,01	0	0
	Conectividad	0,14	0,14	0	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 24: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestres, Proyecto de potenciamiento vegas de altura

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
MBMA La Be	Estado de la estructura	4	4
	Composición	4	4
	Ambientes de fauna	4	7
	Regeneración y reclutamiento	4	7

Fuente: elaboración propia

Al aplicar los valores presentados en la estimación de la métrica de GNB* se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 25).

Tabla 25: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

MBMA La Be	δ de condición	0,08
	GNB*	2,14

Fuente: elaboración propia

4.3 Plan de Restauración S.N. Cerro Poqui

4.3.1 Matriz de componentes clave de biodiversidad

Los resultados de la Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad para el S.N. Cerro Poqui, de acuerdo con la metodología, fuentes de información y criterios presentados en los puntos 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3, se presenta en la Tabla 26 además de los comentarios generados por los propietarios en la reunión de validación.

Tabla 26: Matriz de componentes clave de biodiversidad Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección	
	Vulnerabilidad		Irremplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación		
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución					
Especies										
Flora	<i>Beilschmiedia berteriana</i>		EN			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Chloraea prodigiosa</i>		EN		X		No	No		Grado de Amenaza
	<i>Dasyphyllum excelsum</i>		VU		X		No	No		Grado de Amenaza
	<i>Drimys winteri</i>		EN (desde VI al Norte)			X	No	Sí	Especie cultural	Especie dominante en Objeto de Conservación / Grado de amenaza
	<i>Gilliesia graminea</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Nothofagus glauca</i>		NT			X	Sí	No	Madera	Especie dominante en Objeto de Conservación
	<i>Nothofagus macrocarpa</i>				X		No	No		Especie dominante en Objeto de Conservación
	<i>Persea lingue</i>		VU (VI al norte)			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Citronella mucronata</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Aextoxicon punctatum</i>		VU (Desde V y RM al norte), LC (Desde VI al sur)			X	No	No		Especie dominante en Objeto de Conservación
Fauna	<i>Leopardus guigna</i>		VU (XIV al norte)			X	No	No		Grado de Amenaza

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irremplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
<i>Liolaemus curicensis</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Liolaemus schroederi</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Rhinella arunco</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Alsodes cantillanensis</i>		EN		X		No	No		Grado de Amenaza
<i>Vultur gryphus</i>		VU(XV-VII), R(VIII-X)			X	No	Sí	Especie emblema	Grado de Amenaza
<i>Pristidactylus valeriae</i>		EN		X		No	No		Grado de Amenaza
<i>Buteo albigula</i>		R			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Leopardus colocolo</i>		NT			X	No	No		Objeto de Conservación
<i>Puma concolor</i>		NT			X	No	No		Objeto de Conservación
<i>Conepatus chinga</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación
<i>Galictis cuja</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación
<i>Lycalopex griseus</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación
<i>Lycalopex culpaeus</i>		LC			X	No	No		Objeto de Conservación
<i>Lasiurus cinereus</i>		DD			X	No	No		Objeto de Conservación
Comunidades/Hábitats									
Bosque Nativo Tipo forestal Esclerófilo Subtipo forestal Peumo, Quillay y Litre				X		Sí	No	Provisión de agua	Objeto de Conservación

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irremplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
Bosque Nativo Tipo Forestal Roble-Hualo, Subtipo Forestal Roble-Hualo				X		No	No		Objeto de Conservación
Bosque Nativo Tipo Forestal Roble-Hualo, Subtipo Forestal Roble Del Norte				X		No	No		Objeto de Conservación
Matorral Arborescente de <i>Nothofagus glauca</i> y <i>Cryptocarya alba</i>				X		No	No		Objeto de Conservación
Paisaje total/Ecosistema									
Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus macrocarpa</i> y <i>Ribes punctatum</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Lithraea caustica</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Cryptocarya alba</i> y <i>Peumus boldus</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza

Fuente: elaboración propia

4.3.2 Propuestas de planes de restauración y/o preservación para cada sitio de estudio

La propuesta de proyectos y programas presentados inicialmente a los propietarios para su priorización se presenta a continuación, la ficha de cada uno de ellos, con los objetivos, estimación de sectores y superficies, y actividades por etapas se adjunta en el Anexo 4.

Para el Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui, se proponen los siguientes planes:

1. Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.
2. Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.
3. Proyecto de potenciamiento de hábitat *Alsodes cantillanensis*
4. Programa de control de amenazas

En cada sitio se seleccionaron entre dos proyectos para su desarrollo de mayor detalle. Junto con lo anterior, en todos ellos se solicitó por parte de los propietarios, administradores o asesores técnicas el desarrollo de un programa de control de amenazas, ya que es factor común el requerimiento de recursos permanentes para el control de las presiones o amenazas directas sobre las áreas, y de este modo mantener una adecuada gestión del territorio y los elementos clave de biodiversidad en ellas.

En la Tabla 27 se presentan los proyectos seleccionados, y además en todos ellos se presentará un programa de control de amenazas donde se proponen actividades de control por amenaza, excluyendo su costeo, planificación y propuesta de indicadores de éxito. En el Anexo 5 se adjuntan las memorias de cálculo de los costos estimados para cada proyecto.

Tabla 27: Proyectos seleccionados para su mayor desarrollo S.N. Cerro Poqui

Sitio	Proyectos
S.N. Cerro Poqui	<ul style="list-style-type: none"> • Proyecto de restauración zona amortiguamiento bosque roble-hualo • Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo

Fuente: elaboración propia

4.3.3 Programa de control de amenazas

Se deja establecido un programa de control de amenazas para el Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui, cuyas actividades buscan apoyar la gestión del área bajo protección y del mismo modo apoyar a la adecuada materialización de los proyectos de restauración.

- Objetivo del Programa:

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los componentes clave que se busca potenciar con los proyectos de restauración desarrollados para el Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui, a través de medidas y actividades directas de control y prevención.

- Amenazas y actividades:

Amenaza	Actividades	Componentes claves involucrados
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. Aseguramiento de suministro en estanque de acumulación dispuesto en el área para el apoyo al combate de incendios forestales. Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. Cierre de los accesos no regulados al Santuario. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tipo forestal Roble-Hualo ➤ Bosque higrófilo ➤ <i>Alsodes cantillanensis</i> ➤ Carnívoros
Extracción hídrica no regulada	<ul style="list-style-type: none"> Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Santuario hacia la comunidad involucrada. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bosque higrófilo ➤ <i>Alsodes cantillanensis</i>
Turismo no regulado	<ul style="list-style-type: none"> Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Desarrollo de programa de actividades de involucramiento con la comunidad vecina para puesta en valor y cuidado del Santuario. Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tipo forestal Roble-Hualo ➤ Bosque higrófilo ➤ <i>Alsodes cantillanensis</i> ➤ Carnívoros
Cazadores y perros de caza	<ul style="list-style-type: none"> Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Desarrollo de programa de actividades de educación e involucramiento con la comunidad vecina para controlar la cacería al interior del Santuario. Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Alsodes cantillanensis</i> ➤ Carnívoros

Fuente: elaboración propia

4.3.4 Proyecto de restauración zona amortiguamiento bosque roble-hualo.

El presente proyecto de restauración nace de la necesidad del Santuario de aumentar la capacidad de carga de la zona de menor altitud y con mayor accesibilidad, y así concentrar las actividades con los visitantes en este sector, y que baje la presión sobre las zonas de mayor altitud que son las que concentran los bosques del tipo forestal roble-hualo y las especies de carnívoros presentes en el área. El ambiente donde se implementarán las plantaciones asociadas a este proyecto corresponde al ambiente esclerófilo sin embargo se prevé que esto tendrá un efecto sobre el bosque de roble-hualo ya que bajará la presión de uso y acceso hacia esta área.

4.3.4.1 Objetivos

- Objetivo general del proyecto:

Recuperación y potenciamiento de la zona de amortiguamiento para el bosque del tipo forestal roble-hualo y poblaciones de carnívoros mediante el mejoramiento del ambiente esclerófilo de modo de generar un filtro a las amenazas y cargas del bosque de roble-hualo.

- Objetivos específicos del proyecto:

Identificar sitios de vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat en el ambiente esclerófilo del SN Cerro Poqui.

Conocer la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones de carnívoros en S.N. Cerro Poqui.

Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.

Restauración mediante revegetaciones de sitios con vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

4.3.4.2 Componentes claves involucrados

- Tipo forestal roble-hualo
- Carnívoros

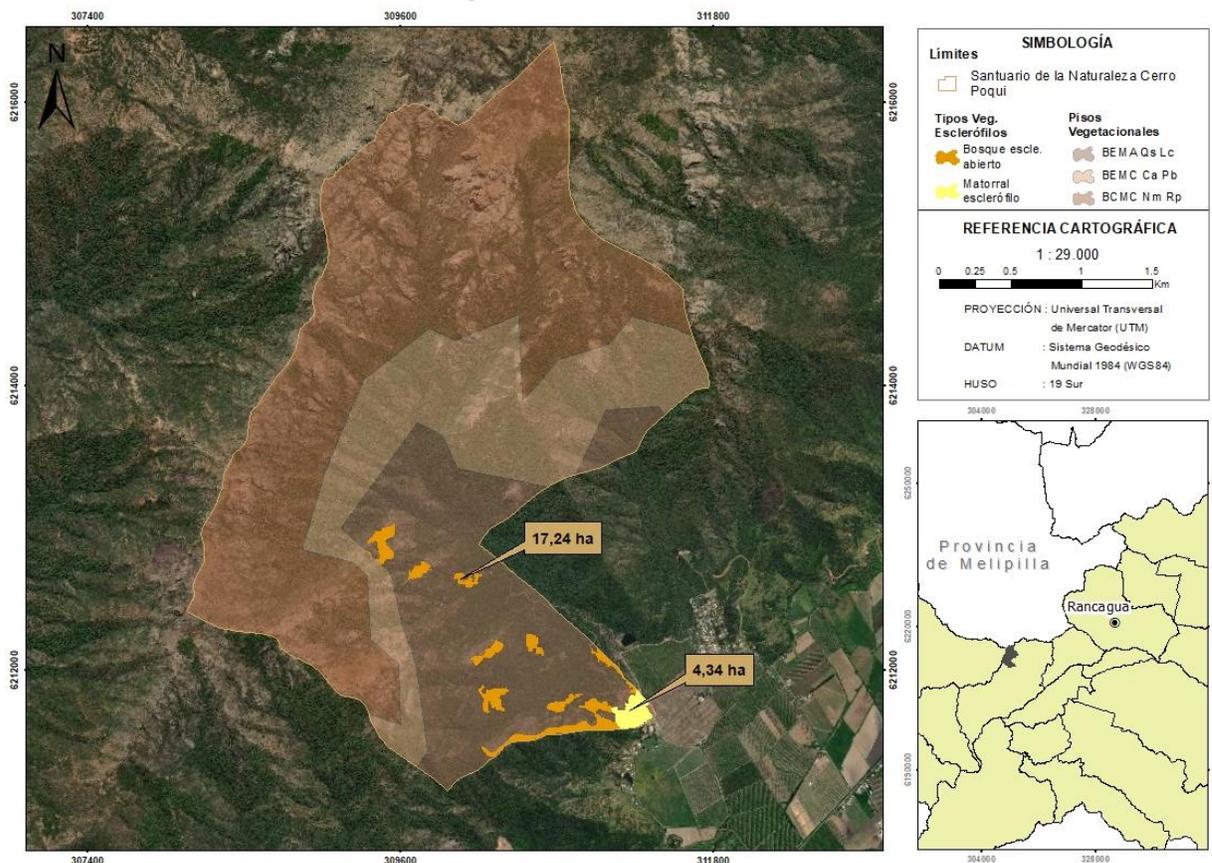
4.3.4.3 Criterios de selección de sitio y superficie involucrada

En la selección de los sitios o unidades para la implementación del proyecto se consideraron los siguientes criterios:

- Formación vegetal bosque abierto y matorral.
- Pendiente < 60%.
- Bajo cota 900 msnm.

De acuerdo con lo anterior, se considera una superficie total de 21,58 ha tal como se presenta en la Figura 8.

Figura 8: Unidades a reforestar proyecto restauración zona de amortiguamiento bosque tipo forestal roble-hualo.



Fuente: elaboración propia

4.3.4.4 Actividades

Actividades año 1 al 2:

1. Cubicación superficie.

Como primera etapa se considera el levantamiento de información de detalle del sitio, de modo de confirmar y ajustar los sitios y superficies donde se implementará el plan. Las actividades por desarrollar son:

- Levantamiento cartografía de vegetación bajo cota 900 msnm, a lo menos escala 1:5.000.
- Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.
- Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su cubicación de superficie.

2. Evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones carnívoros.

Se considera la evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las especies de carnívoros presentes en el Santuario. Se considera que este estudio debe cubrir dos años de modo de tener una tendencia por cada época. Las actividades por realizar son:

- Diseño de muestreo en S.N Cerro Poqui.
- Instalación trampas cámara, para lo cual los costos se estimaron con 20 puntos.
- Evaluaciones estacionales, se considera la ejecución de cuatro campañas al año. La metodología considera la instalación de trampas olfativas, transectos y análisis de dieta, en punto representativos al interior del Santuario.

3. Vivero.

Se considera la generación de un vivero para la producción de las plantas que se utilizarán en las reforestaciones. Se establece que todas las plantas a producir se generarán a partir de germoplasma local. Los criterios de diseño del vivero son:

- Producción 10.000 plantas/año
- Producción en maceta (bolsa y bandeja).
- Tiempo de operación: 8 años.
- Superficie requerida: 120 m².
- Personal tiempo completo 1 jefe de vivero y 1 operario.
- Plantas producidas con germoplasma local.
- 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 3 al 4:

4. Plantación.

Se considera un total de 21,58 ha. Los criterios de diseño de la plantación son:

- Superficie de plantación anual: 10,8 ha
- Densidad de plantación: 660 pl/ha
- Construcción de zanjas de infiltración en todos los paños a plantar.
- Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
- Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
- Plantación en "cluster" (bosquetes), con abrigo lateral (no despeje vegetación actual).
- Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).
- Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.
- Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.

Actividades año 4 al 10:

5. Mantenimiento y riego plantación.

Se considera desarrollar el mantenimiento durante los cinco (5) años siguientes a realizada la reforestación. Los criterios de implementación son:

- Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas y de la infraestructura construida durante los 3 primeros años.

- Riego: 15 l/planta cada 15 días. 3 primeros años 6 meses, 2 años siguientes sólo riego 4 meses.

6. Monitoreo.

6.1 Monitoreo plantaciones

- Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos.
- Frecuencia: 3 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).

6.2 Monitoreo carnívoros (8 años)

- Parámetros por evaluar: registro de especies de carnívoros en las trampas cámara.
- Monitoreo con trampas cámara: 20 puntos.
- Revisión mensual al menos 25% de los puntos.

4.3.4.5 Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 10 años de realizada la plantación:

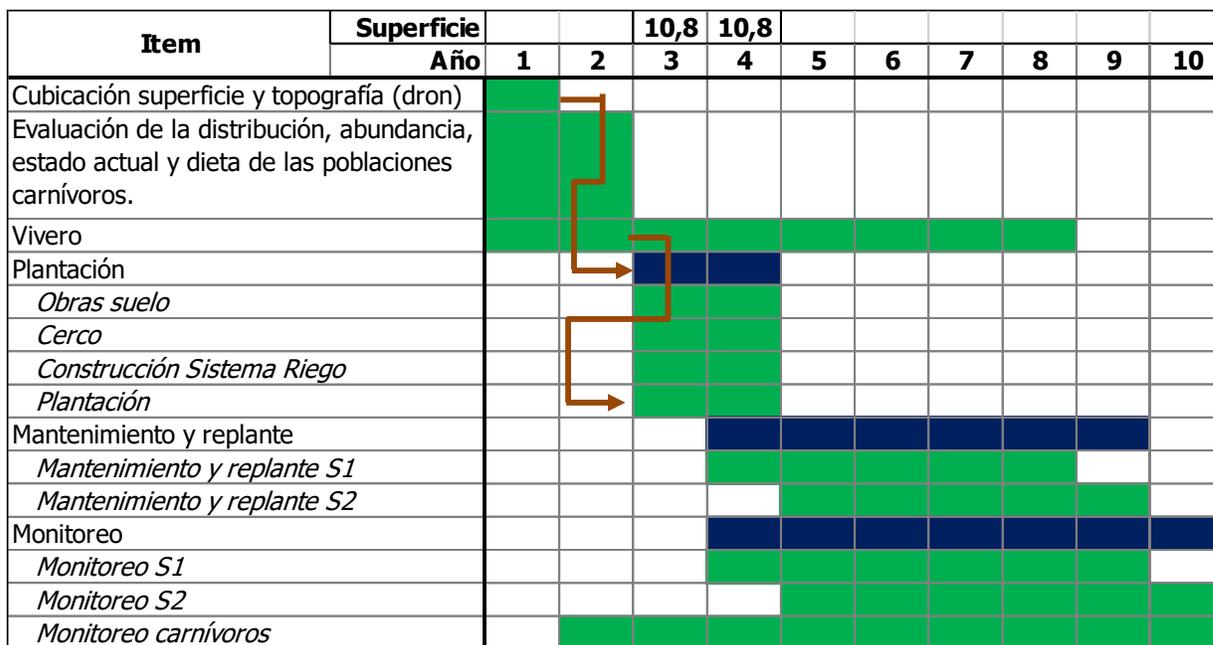
- Reforestación > 80% prendimiento, y altura media > 2 m.
- Verificación reclutamiento tipo forestal roble-hualo.
- Aumento abundancia carnívoros (10%).

Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

4.3.4.6 Carta Gantt



Fuente: elaboración propia

4.3.4.7 Costo estimado

El respaldo de los cálculos se adjunta en el Anexo 5.

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	UF 768,8
Evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones carnívoros.	UF 2.891,0
Vivero	UF 6.558,6
Obras suelo	UF 377,1
Cerco	UF 1.858,5
Plantación	UF 13.321,6
Riego	UF 8.007,7
Mantenimiento y replante	UF 36.037,5
Monitoreos	UF 9.803,1
Total (UF)	79.623,8
Total USD	3.061.190,8
Superficie (ha)	21,5
Valor unitario (UF/ha)	3.703,4
Valor unitario (USD/ha)	142.381,0

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	68.779,4
VPN USD	2.644.270,6
VPN UF/Ha	3.199,0
VPN USD/Ha	122.989,3

Fuente: elaboración propia

4.3.5 Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.

El presente proyecto de restauración busca mejorar la estructura y composición de las formaciones de bosque higrófilo presentes en el Santuario, mejorando de manera conjunta el hábitat para la especie *Alsodes cantillanensis*.

4.3.5.1 Objetivos

- Objetivo general del proyecto:

Recuperación de la estructura del bosque higrófilo y del hábitat para *Alsodes cantillanensis* en el S.N. Cerro Poqui mediante la implementación de manejo de la vegetación y control de especies invasoras.

- Objetivos específicos del proyecto:

Identificar sitios de vegetación higrófila degradada y/o con potencial de generación de hábitat para *A. cantillanensis* en el SN Cerro Poqui.

Conocer la distribución, abundancia y estado actual de la población de *A. cantillanensis* en S.N. Cerro Poqui.

Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.

Restauración mediante revegetaciones de sitios con vegetación higrófila degradada y/o con potencial de generación de hábitat.

4.3.5.2 Componentes claves involucrados

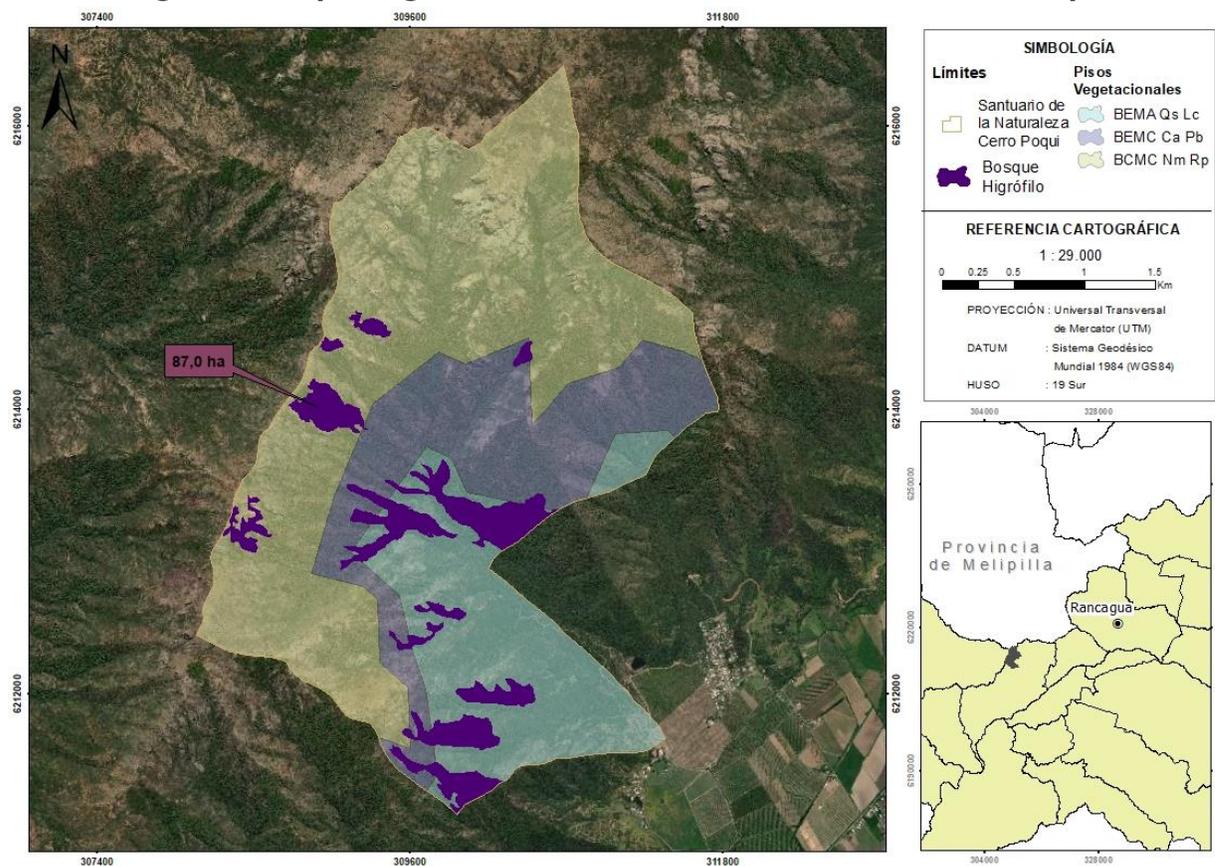
- Bosque higrófilo
- *Alsodes cantillanensis*

4.3.5.3 Criterios de selección de sitio y superficie involucrada

En la selección de los sitios o unidades para la implementación del proyecto se consideraron las unidades definidas como bosque higrófilo en el expediente de solicitud de Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui (Photosíntesis Consultores. 2017).

De acuerdo con lo anterior, se considera una superficie total de 87 ha tal como se grafica en la Figura 9.

Figura 9: Bosques higrófilos en el Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui



Fuente: elaboración propia en base a Photosíntesis Consultores. 2017

4.3.5.4 Actividades

Actividades año 1 al 2:

1. Cubicación superficie.

Como primera etapa se considera el levantamiento de información de detalle del sitio, de modo de confirmar y ajustar los sitios y superficies donde se implementará el plan. Las actividades por desarrollar son:

- Levantamiento cartografía de vegetación, a lo menos escala 1:5.000.

- Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.
 - Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su ubicación de superficie.
2. Evaluación de la distribución, abundancia y estado actual de la población de *Alsodes cantillanensis*. Se considera que este estudio debe cubrir al menos las cuatro estaciones por un año. Las actividades por realizar son:
- Diseño de muestreo en S.N Cerro Poqui.
 - Evaluaciones estacionales, se considera la ejecución de cuatro campañas. La metodología considera la instalación de transectos auditivos y búsqueda activa en los ambientes higrófilos.
3. Vivero.
- Se considera la generación de un vivero para la producción de las plantas que se utilizarán en las reforestaciones. Se establece que todas las plantas a producir se generarán a partir de germoplasma local. Los criterios de diseño del vivero son:
- Producción 10.000 plantas/año
 - Producción en maceta (bolsa y bandeja).
 - Tiempo de operación: 10 años.
 - Superficie requerida: 120 m².
 - Personal tiempo completo 1 jefe de vivero y 1 operario.
 - Plantas producidas con germoplasma local: *Beilschmedia miersii*, *Crinodendron patagua*, *Aextoxicon punctatum*, *Persea lingue* y *Drymis winteri*.
 - 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 3 al 6:

4. Plantación.
- Se considera un total de 87 ha en cuatro (4) años. Los criterios de diseño de la plantación son:
- Superficie anual: 21,8 ha
 - Densidad de plantación: 330 pl/ha
 - Limpieza y control especies vegetales invasoras en todos los paños.
 - Obras de infiltración en todos los paños.
 - Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
 - Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
 - Plantación en "cluster" (bosquetes) o reemplazo, con abrigo lateral (no despeje vegetación actual).
 - Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).
 - Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.
 - Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.

Actividades año 4 al 12:

5. Mantenimiento y riego plantación.

Se considera desarrollar el mantenimiento durante los cinco (5) años siguientes a realizada la reforestación. Los criterios de implementación son:

- Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas y de la infraestructura construida durante los 3 primeros años.
- Riego: 10 l/planta cada 15 días. 3 primeros años 6 meses, 2 años siguientes sólo riego 4 meses.

6. Monitoreo.

6.1 Monitoreo plantaciones

- Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos.
- Frecuencia: 3 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).

6.2 Monitoreo *Alsodes cantillanensis* (10 años)

- Parámetros por evaluar: registro de especies en puntos de muestreo permanentes y transectos.
- Campañas estacionales, 4 veces al año.

4.3.5.5 Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 10 años de realizada la plantación:

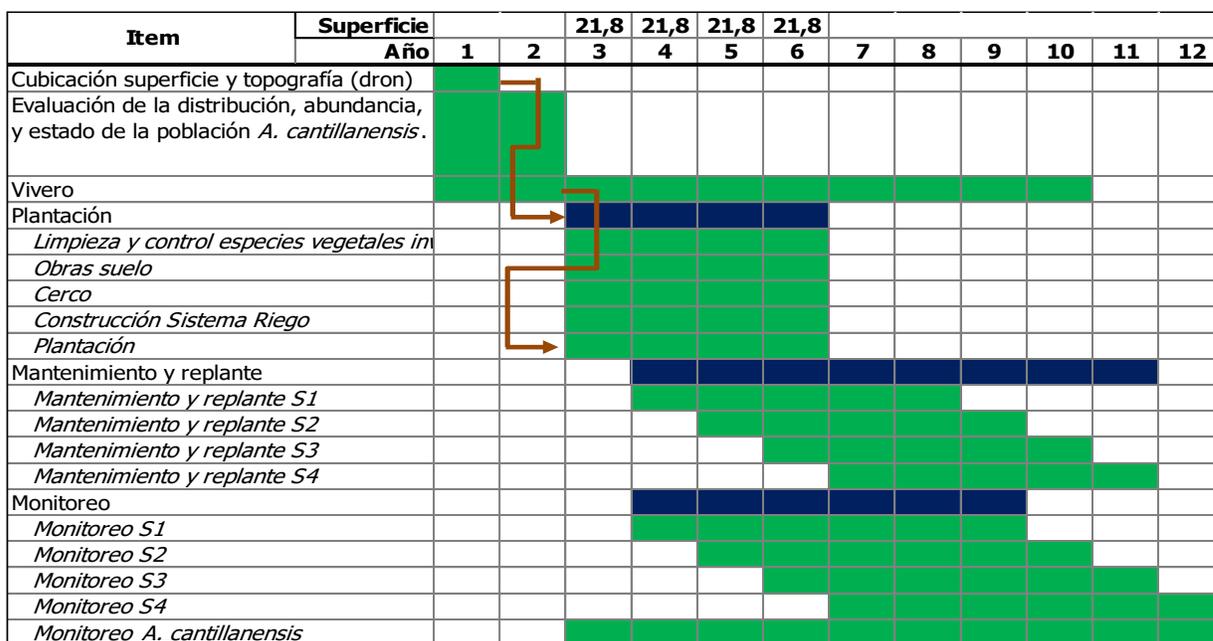
- Enriquecimiento > 80% prendimiento, y altura media > 2 m.
- Verificación reclutamiento especies forestales.
- Aumento abundancia *Alsodes cantillanensis* (10%)

Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

4.3.5.6 Carta Gantt



4.3.5.7 Costo estimado

El respaldo de los cálculos se adjunta en el Anexo 5.

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	UF 768,8
Evaluación de la distribución, abundancia y estado actual <i>A. cantillanensis</i>	UF 2.052,0
Vivero	UF 8.006,3
Limpieza y control sps vegetales invasoras	UF 9.184,6
Zanjas infiltración	UF 1.907,6
Cerco	UF 7.520,6
Plantación	UF 45.067,7
Riego	UF 30.434,3
Mantenimiento y replante	UF 125.264,5
Total (UF)	261.129,0
Total USD	10.039.283,8
Superficie (ha)	87,0
Valor unitario (UF/ha)	3.001,5
Valor unitario (USD/ha)	115.394,1

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	214.888,3
VPN USD	8.261.528,4
VPN UF/Ha	2.470,0
VPN USD/Ha	94.960,1

Fuente: elaboración propia

4.3.6 Métrica de cuantificación proyectos S.N. Cerro Poqui.

Fueron evaluadas las métricas de GNB* para 4 de los 5 sitios de estudio, las cuales se presentan a continuación para cada uno de ellos, con respecto a los componentes claves objetivo de las propuestas de restauración planteadas, para cada escala de paisaje o piso vegetal representado en los sitios de compensación potencial.

4.3.6.1 Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.

El resultado de selección de sitios para la implementación del proyecto de restauración bosque tipo forestal roble-hualo contempla un total de 21,59 ha de tipo de uso de suelo matorral y bosque esclerófilo abierto, representado en el piso vegetal "Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithraea caustica*". Los valores estimados para los parámetros a nivel de paisaje y ecosistema terrestre, en este piso vegetal se presentan en la Tabla 28 y Tabla 29.

Tabla 28: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Diversidad	0,09	0,01	0	0
	Fragmentación	0,98	0,99	10	10
	Conectividad	1,00	1,00	10	10

Fuente: elaboración propia

Tabla 29: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	4	7
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	4	10

Fuente: elaboración propia

Mediante la aplicación de los valores de los parámetros presentados, en la ecuación de GNB* se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 30).

Tabla 30: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetacional.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,11
	GNB*	1,52

Fuente: elaboración propia

4.3.6.2 Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.

La superficie total del bosque higrófilo en el S.N. Cerro Poqui que se propone impactar favorablemente mediante el Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble-hualo se estimó en 87,00 ha de las cuales 56,38 ha forman parte del piso vegetacional "Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithraea caustica*" 10,81 ha se ubican en el piso de "Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*" y 19.80 ha en el piso "Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus macrocarpa* y *Ribes punctatum*" (BCMC Nm Rp). Los valores estimados para los parámetros a nivel de paisaje y ecosistema terrestre, y los puntajes que se les asignan son presentados en la Tabla 31 y la Tabla 32, para cada piso vegetacional presente en el santuario.

Tabla 31: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Diversidad	0,84	0,84	10	10
	Fragmentación	0,23	0,23	0	0
	Conectividad	0,61	0,61	7	7
BEMC Ca Pb	Diversidad	0,67	0,67	7	7
	Fragmentación	0,07	0,07	0	0
	Conectividad	0,42	0,42	4	4
BCMC Nm Rp	Diversidad	0,90	0,90	10	10
	Fragmentación	0,07	0,07	0	0
	Conectividad	0,29	0,29	4	4

Fuente: elaboración propia

Tabla 32: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	7	10
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10
BEMC Ca Pb	Estado de la estructura	7	10
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BMC Nm Rp	Estado de la estructura	7	10
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la evaluación de GNB* mediante los puntajes propuestos, son presentados en la Tabla 33.

Tabla 33: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,15
	GNB*	5,29
BEMC Ca Pb	δ de condición	0,15
	GNB*	1,01
BMC Nm Rp	δ de condición	0,15
	GNB*	1,86

Fuente: elaboración propia

4.4 Plan de Restauración Reserva Natural Altos de Cantillana

4.4.1 Matriz de componentes clave de biodiversidad

Los resultados de la Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad para la Reserva Natural Altos de Cantillana, de acuerdo con la metodología, fuentes de información y criterios presentados en los puntos 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3, se presenta en la Tabla 34 además de los comentarios generados por los propietarios en la reunión de validación.

Tabla 34: Matriz de componentes clave de biodiversidad Reserva Natural Altos de Cantillana

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección	
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación		
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución					
Especies										
Flora	<i>Adiantum gertrudis</i>		VU			X (lim S)	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Alstroemeria garaventa</i>		EN		X		No	No		Grado de Amenaza
	<i>Alstroemeria zoellneri</i>		VU		X		No	No		Grado de Amenaza
	<i>Avellanita bustillosii</i>		EN-R		X		No	No		Grado de Amenaza
	<i>Beilschmiedia berteroa</i>		EN			X (lim N)	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Beilschmiedia miersii</i>		VU			X	No	No		Objeto de Conservación
	<i>Calceolaria verbascifolia</i>		VU		X		No	No		Grado de Amenaza
	<i>Chloraea disoides var picta</i>		CR			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Chloraea prodigiosa</i>		EN		X		No	No		Grado de Amenaza
	<i>Citronella mucronata</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Drimys winteri</i>		EN (desde VI al Norte)			X	No	Si	Especie cultural	Valor cultural / Especie dominante en Objeto de Conservación
	<i>Gethyum atropurpureum</i>		EN			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Gilliesia graminea</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Jubaea chilensis</i>		VU			X	SI	No	Fruto útil/"miel" de palma	Grado de amenaza / Valor cultural

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
<i>Kageneckia angustifolia</i>		NT			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Leucocoryne conferta</i>		VU		X		No	No		Grado de amenaza
<i>Nothofagus glauca</i>		NT			X(lim N)	Si	No	Madera	Especie dominante en Objeto de Conservación
<i>Persea lingue</i>		VU (VI al norte)			X	No	No		Especie dominante en Objeto de Conservación
<i>Porlieria chilensis</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Nothofagus macrocarpa</i>				X		No	No		Especie dominante en Objeto de Conservación / Grado de amenaza
<i>Luma chequen</i>					X	No	No		Especie dominante en Objeto de Conservación
<i>Laretia acaulis</i>		LC (resto distribución), DD(VIII)			X	No	No		Valor cultural / Especie dominante en Objeto de Conservación
<i>Crinodendron patagua</i>					X	No	No		Especie dominante en Objeto de Conservación / Grado de amenaza
Fauna	<i>Chelemys megalonyx</i>	VU			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Lioalemus frassinetti</i>	EN	X			No	No		Grado de Amenaza

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
<i>Liolaemus nitidus</i>		NT			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Liolaemus gravenhorsti</i>		VU		X		No	No		Grado de Amenaza
<i>Pristidactylus valeriae</i>		EN		X		No	No		Objeto de conservación / Grado de Amenaza
<i>Vultur gryphus</i>	NT	VU(XV-VII), R(VIII-X)			X	No	No		Grado de Amenaza / Valor Cultural
<i>Alsodes cantillanensis</i>		EN		X		No	No		Grado de Amenaza
<i>Trichomycterus areolatus</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Percilia gillissi</i>		EN			X	No	No		Grado de Amenaza
<i>Spalacopus cyanus</i>		LC		X		No	Sí	Ingeniero ecosistémico	Valor Cultural
<i>Lagidium viscacia</i>		LC		X		No	Sí	Especie emblema	Valor Cultural
<i>Pseudalopex culpaeus</i>		LC			X	No	No		Objeto de conservación
<i>Pseudalopex griseus</i>		LC			X	No	No		Objeto de conservación
<i>Galictis cuja</i>		VU			X	No	No		Objeto de conservación / Grado de Amenaza
<i>Leopardus guigna</i>		VU (XIV al norte), NT (X a sur)			X	No	No		Objeto de conservación / Grado de Amenaza

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
<i>Leopardus colocolo</i>		NT			X	No	No		Objeto de conservación
Comunidades/Hábitats									
Bosque Nativo Tipo forestal Esclerófilo Subtipo forestal Peumo, Quillay y Litre				X		Sí	No	Provisión de agua	Objeto de Conservación
Bosque Nativo Tipo forestal Roble-Hualo, Subtipo forestal Roble del Norte				X		No	No		Objeto de Conservación
Matorral Arborescente de <i>Colliguaja odorifera</i> y <i>Lithraea caustica</i>					X	No	No		Objeto de Conservación
Suculenta de <i>Puya coerulea</i> y <i>Colliguaja odorifera</i>				X		No	No		Objeto de Conservación
Paisaje total/Ecosistema									
Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus macrocarpa</i> y <i>Ribes punctatum</i>	VU				X	No	No		Grado de Amenaza
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Lithraea caustica</i>	VU				X	No	No		Grado de Amenaza

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Cryptocarya alba</i> y <i>Peumus boldus</i>	VU				X	Si	No	Mieles/carbón	Grado de Amenaza
Matorral bajo mediterráneo costero de <i>Chiquiraga oppositifolia</i> y <i>Mulinum spinosum</i>	VU			X		No	No		Grado de Amenaza

Fuente: elaboración propia

4.4.2 Propuestas de planes de restauración y/o preservación para cada sitio de estudio

La propuesta de proyectos y programas presentados inicialmente a los propietarios para su priorización se presenta a continuación, la ficha de cada uno de ellos, con los objetivos, estimación de sectores y superficies, y actividades por etapas se adjunta en el Anexo 2.

Para la Reserva Natural Altos de Cantillana, se proponen los siguientes planes:

1. Proyecto de restauración bosque esclerófilo.
2. Proyecto de potenciamiento hábitat *Alsodes cantillanensis*
3. Proyecto de potenciamiento hábitat carnívoros.
4. Programa de control de amenazas

En cada sitio se seleccionaron entre dos proyectos para su desarrollo de mayor detalle. Junto con lo anterior, en todos ellos se solicitó por parte de los propietarios, administradores o asesores técnicas el desarrollo de un programa de control de amenazas, ya que es factor común el requerimiento de recursos permanentes para el control de las presiones o amenazas directas sobre las áreas, y de este modo mantener una adecuada gestión del territorio y los elementos clave de biodiversidad en ellas.

En la Tabla 35 se presentan los proyectos seleccionados, y además en todos ellos se presentará un programa de control de amenazas donde se proponen actividades de control por amenaza, excluyendo su costeo, planificación y propuesta de indicadores de éxito. En el Anexo 5 se adjuntan las memorias de cálculo de los costos estimados para cada proyecto.

Tabla 35: Proyectos seleccionados para su mayor desarrollo Reserva Natural Altos de Cantillana

Sitio	Proyectos
R.N. Altos de Cantillana	<ul style="list-style-type: none"> • Proyecto de restauración bosques esclerófilos • Proyecto de potenciamiento hábitat carnívoros

Fuente: elaboración propia

4.4.3 Programa de control de amenazas

Se deja establecido un programa de control de amenazas para la Reserva Natural Altos de Cantillana, cuyas actividades buscan apoyar la gestión del área bajo protección y del mismo modo apoyar a la adecuada materialización de los proyectos de restauración.

- Objetivo del Programa:

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los componentes clave que se busca potenciar con los proyectos de restauración desarrollados para la Reserva Natural Altos de Cantillana.

- Amenazas y actividades:

Amenaza	Actividades	Componentes claves involucrados
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. Aseguramiento de suministro en estanque de acumulación dispuesto en el área para el apoyo al combate de incendios forestales. Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. Cierre de los accesos no regulados al Santuario. 	<ul style="list-style-type: none"> Bosque esclerófilo Carnívoros
Ganadería	<ul style="list-style-type: none"> Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. Determinación de capacidad de carga y plan de "pastoreo" para ganado de arrieros autorizados (ordenación y potenciamiento de praderas, generación potreros). Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Santuario hacia la comunidad involucrada. 	<ul style="list-style-type: none"> Bosque esclerófilo Carnívoros
Perros de vida libre	<ul style="list-style-type: none"> Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Desarrollo de programa de control de natalidad en perros asilvestrados Coordinación con planes de tenencia responsable municipales. 	<ul style="list-style-type: none"> Carnívoros

Fuente: elaboración propia

4.4.4 Proyecto de restauración bosque esclerófilo.

El presente proyecto busca dar continuidad a las formaciones vegetacionales de tipo bosque esclerófilo, a partir de la plantación y enriquecimiento de parches de matorral y matorral arborescente. La detección de las unidades potenciales para el desarrollo del proyecto se establecieron en base a la cartografía del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos año 2013. Así se obtuvo una gran área potencial con muchas situaciones, por lo cual se desarrolló el proyecto considerando dos escenarios de plantación, uno con 660 plantas/ha y otro con 330 plantas/ha. Además, y dada la superficie total resultante (586,0 ha) la cual se distribuye en tres pisos vegetacionales, se hace explícito que la eventual implementación del proyecto se puede realizar por etapas o en una fracción del área total propuesta.

El proyecto de restauración considera el total de superficie disponible, lo que no implica la obligación de su implementación en la totalidad de superficie, pudiéndose parcializar de acuerdo con las necesidades de compensación del titular que se haga cargo de este proyecto o parte de él.

4.4.4.1 Objetivos

- Objetivo general del proyecto:

Recuperación y potenciamiento de los bosques esclerófilos mediante el enriquecimiento de bosques abiertos y matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para este tipo de formación.

- Objetivos específicos del proyecto:

Identificar sitios de vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.

Restauración mediante revegetaciones de sitios con vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

4.4.4.2 Componentes claves involucrados

- Bosque esclerófilo
- Fauna de baja movilidad

4.4.4.3 Criterios de selección de sitio y superficie involucrada

En la selección de los sitios o unidades para la implementación del proyecto se consideraron los siguientes criterios:

- Formación vegetal matorral espinoso.
- Pendiente < 45%.
- Bajo cota 1.200 msnm (área más degradada según plan de manejo de Altos de Cantillana).

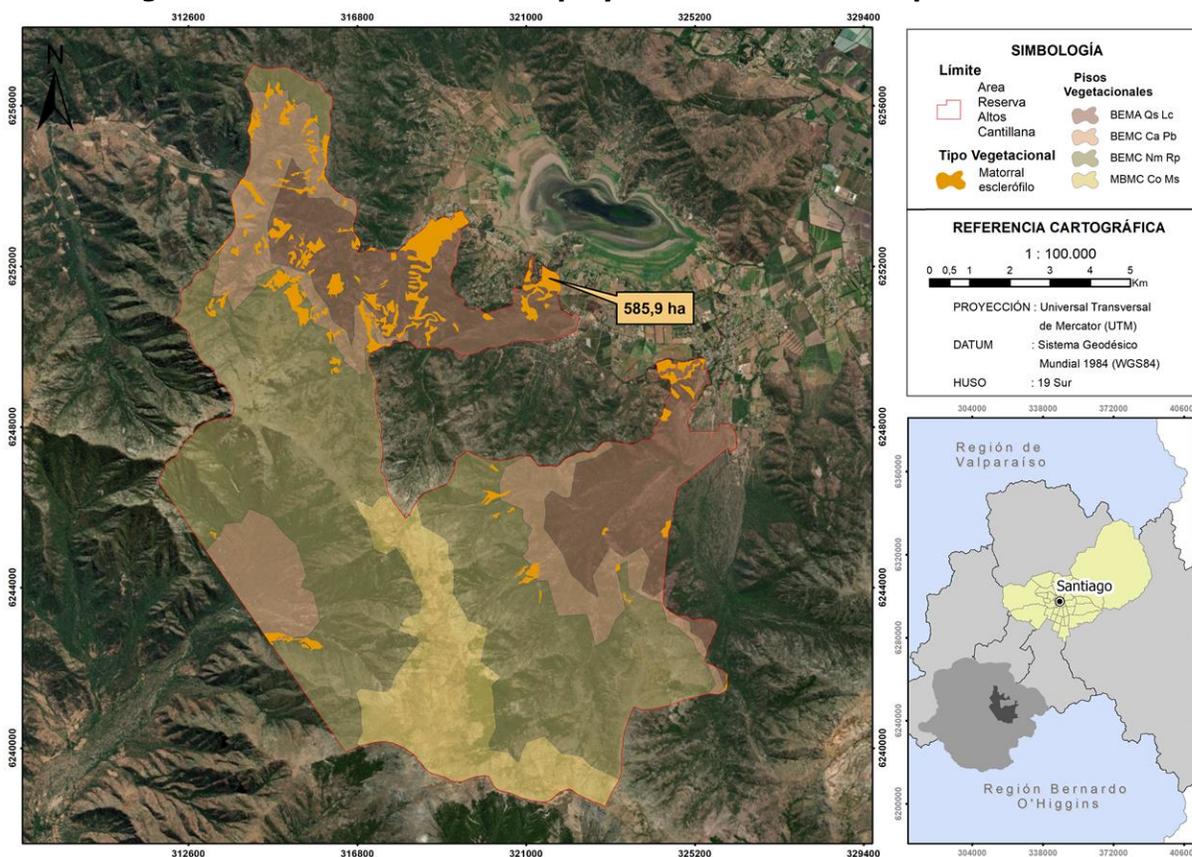
De acuerdo con lo anterior, se considera una superficie total de 586,0 ha, las cuales se distribuyen en los tres pisos vegetacionales del área, tal como se presenta en la Tabla 36 y se grafica en la Figura 10.

Tabla 36: Superficie de sitios de plantación proyecto restauración bosques esclerófilos Altos de Cantillana

Piso vegetacional	Superficie (ha)
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Lithraea caustica</i>	348,6
Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Cryptocarya alba</i> y <i>Peumus boldus</i>	115,0
Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus macrocarpa</i> y <i>Ribes punctatum</i>	122,3
Total (ha)	586,0

Fuente: elaboración propia

Figura 10: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo.



Fuente: elaboración propia

4.4.4.4 Actividades

Actividades año 1 al 4:

1. Cubicación superficie.

Como primera etapa se considera el levantamiento de información de detalle del sitio, de modo de confirmar y ajustar los sitios y superficies donde se implementará el plan. Las actividades por desarrollar son:

- Levantamiento cartografía de vegetación bajo cota 1.200 msnm, a lo menos escala 1:5.000.
- Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.
- Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su cubicación de superficie.

2. Vivero.

Se considera la generación de un vivero para la producción de las plantas que se utilizarán en las reforestaciones. Se establece que todas las plantas a producir se generarán a partir de germoplasma local. Los criterios de diseño del vivero son:

- Producción 50.000 plantas/año (escenario plantación 660 pl/ha); 26.000 plantas/año (escenario plantación 330 pl/ha).
- Producción en maceta (bolsa y bandeja).
- Tiempo de operación: 15 años.
- Superficie requerida: 600 m² (escenario 50.000 pl/año); 320 m² (escenario 26.000 pl/año).
- Personal tiempo completo: 1 asesor técnico; 1 jefe de vivero, 2 o 3 operarios.
- Plantas producidas con germoplasma local.
- Al menos 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 5 al 14:

3. Plantación.

Se considera un total de 586,0 ha las cuales se distribuyen en 10 años de plantación, estimado para efectos del cálculo del costo, sin perjuicio de lo cual, y tal como se señaló, este proyecto se podría implementar en más etapas o sólo en parte de la superficie que involucra. Los criterios de diseño de la plantación son:

- Superficie anual: 58,6 ha
- Densidad de plantación: 660 pl/ha; 330 pl/ha
- Zanjas de infiltración en todos los paños
- Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
- Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
- Plantación en "cluster" (bosquetes), con abrigo lateral (no despeje vegetación actual).
- Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).
- Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.

- Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.

Actividades año 6 al 20:

4. Mantenimiento y riego plantación.

Se considera desarrollar el mantenimiento durante los cinco (5) años siguientes a realizada la reforestación. Los criterios de implementación son:

- Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas y de la infraestructura construida durante los 3 primeros años.
- Riego: 15 l/planta cada 15 días. 3 primeros años 6 meses, 2 años siguientes sólo riego 4 meses.

5. Monitoreo.

5.1 Monitoreo plantaciones

- Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos.
- Frecuencia: 3 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).

4.4.4.5 Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 6 años de realizada la plantación:

- Reforestación > 80% prendimiento, y altura media para especies arbóreas > 2 m y >1m para especies arbustivas.

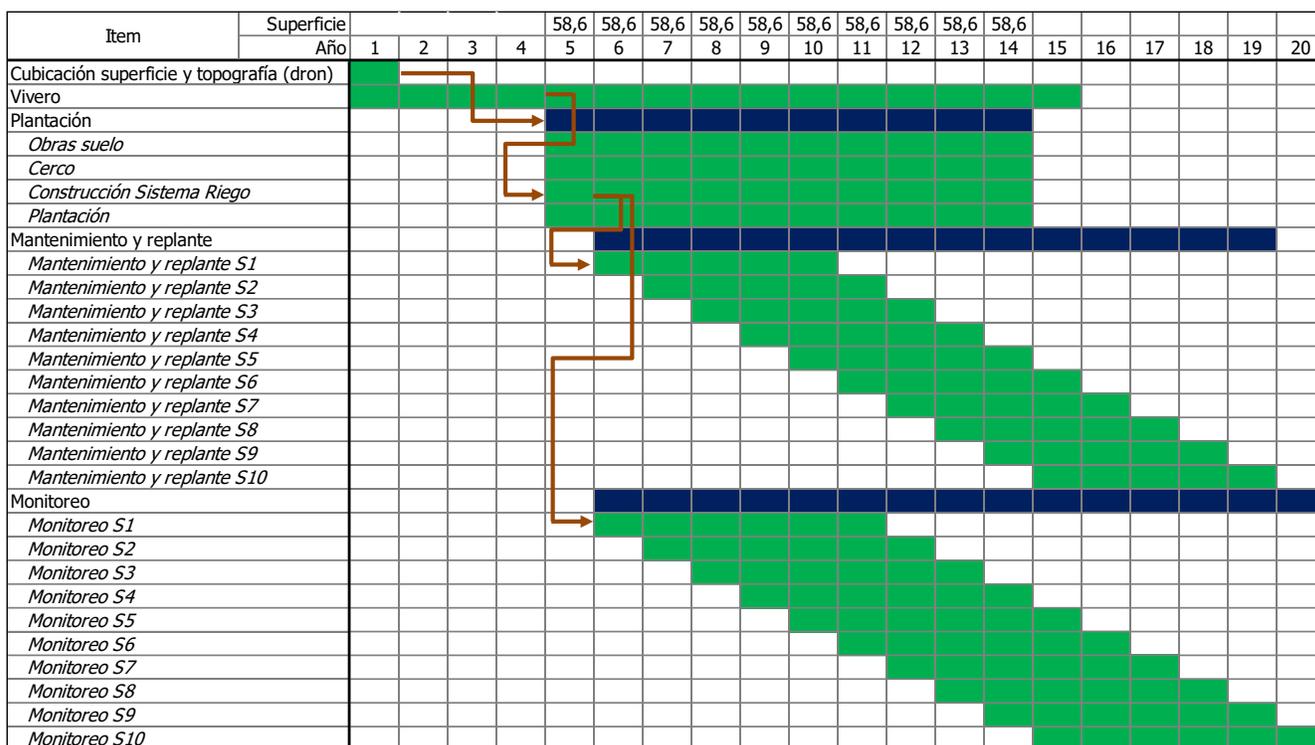
Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

4.4.4.6 Carta Gantt

El programa de implementación considera 20 años para efectos del presente ejercicio, sin embargo esto puede variar de acuerdo con la planificación de detalle para su implementación, donde factores como los recursos disponibles, principalmente agua para riego, y respuesta de las plantas en terreno (prendimiento y crecimiento).



Fuente: elaboración propia

4.4.4.7 Costo estimado

Si bien en el marco del presente nivel de desarrollo del proyecto de restauración se presenta un costo estimado para su implementación, el acceso del personal y transporte de materiales es un aspecto que se debe evaluar al momento de la ejecución, de acuerdo con los antecedentes de la administración de la Reserva, la utilización de helicópteros resulta efectivo en muchos de los sectores propuestos, sin embargo este aspecto no se considera para la estimación, recomendándose su inclusión o evaluación al momento de planificar la ejecución del proyecto. El respaldo de los cálculos se adjunta en el Anexo 5.

- Escenario 660 pl/ha

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	UF 1.033,5
Vivero	UF 16.663,3
Obras suelo	UF 7.195,0
Cerco	UF 49.259,8
Plantación	UF 362.404,3
Riego	UF 218.249,7
Mantenimiento y replante	UF 982.200,2
Monitoreos	UF 181.288,1
Total (UF)	1.818.293,9
Total USD	69.905.555,2
Superficie (ha)	586,0

Item	Total
Valor unitario (UF/ha)	3103,0
Valor unitario (USD/ha)	119.296,5

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

tem	Total
VPN UF	1.248.899,4
VPN USD	48.014.794,7
VPN UF/Ha	2.131,3
VPN USD/Ha	81.939,1

Fuente: elaboración propia

- Escenario 330 pl/ha

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	1.033,5
Vivero	13.333,5
Obras suelo	7.195,0
Cerco	49.259,8
Plantación	303.550,1
Riego	204.987,8
Mantenimiento y replante	925.231,6
Monitoreos	149.381,4
Total (UF)	1.653.972,6
Total USD	63.588.109,9
Superficie (ha)	586,0
Valor unitario (UF/ha)	2.822,6
Valor unitario (USD/ha)	108.515,5

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	1.138.863,0
VPN USD	43.784.367,0
VPN UF/Ha	1.943,5
VPN USD/Ha	74.719,7

Fuente: elaboración propia

4.4.5 Proyecto de potenciación hábitat carnívoros.

4.4.5.1 Objetivos

- Objetivo general del proyecto:

Recuperar y potenciar el hábitat para los carnívoros nativos presentes (zorros culpeo y chilla, quique, güiña, gato colocolo y puma) mediante el control de amenazas, restauración pasiva de ambientes preferentes y presas.

- Objetivos específicos del proyecto:

Conocer la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones de carnívoros en R.N. Altos de Cantillana.

Controlar el efecto de los perros de vida libre en las poblaciones de carnívoros de R.N. Altos de Cantillana.

Recuperar el hábitat de las poblaciones de carnívoros de R.N. Altos de Cantillana mediante exclusión.

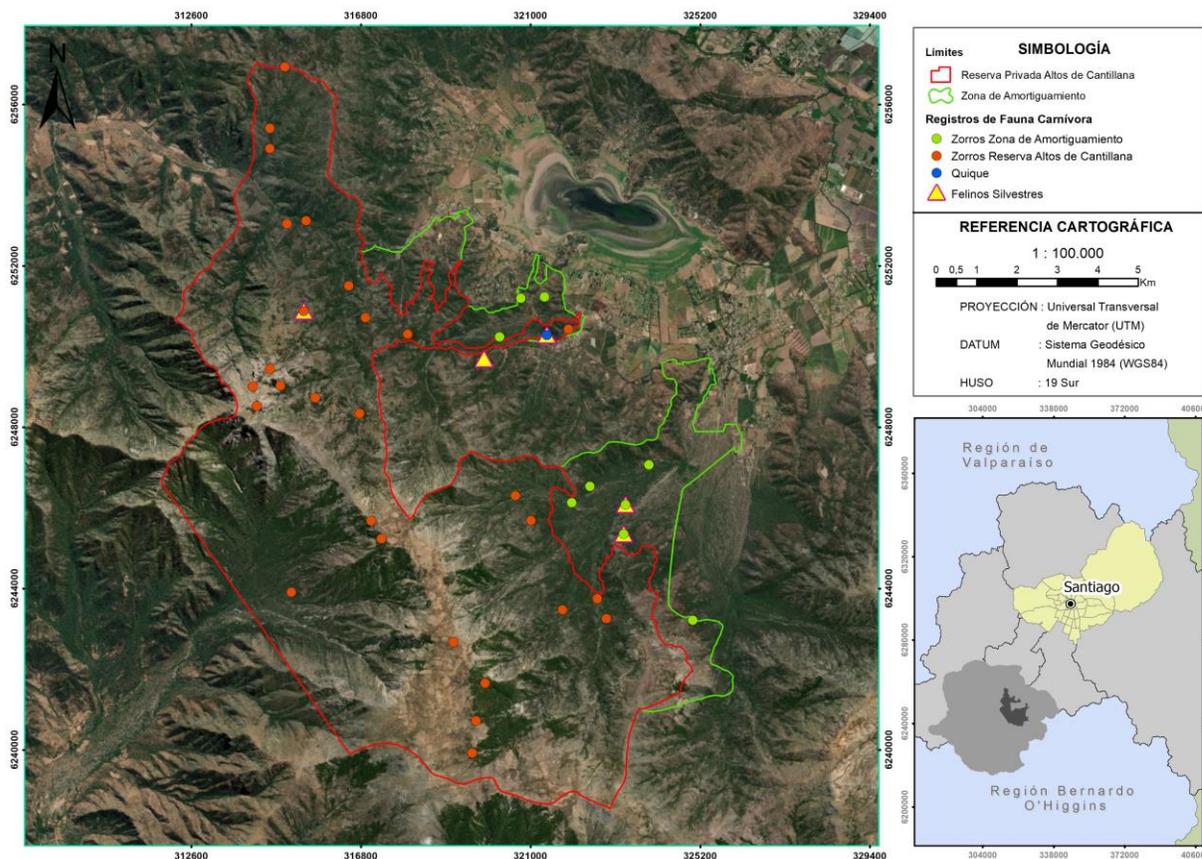
4.4.5.2 Componentes claves involucrados

- *Pseudalopex culpaeus* (Zorro culpeo)
- *Pseudalopex griseus* (Zorro chilla)
- *Leopardus guigna* (Güiña)
- *Leopardus colocolo* (Gato colocolo)
- *Galictis cuja* (Quique)
- *Puma concolor* (Puma)

4.4.5.3 Criterios de selección de sitio y superficie involucrada

Las especies de carnívoros presentes en la R.N. Altos de Cantillana son generalistas respecto de sus ambientes, salvo el caso de *Leopardus guigna* (Güiña) que tiene preferencia por los ambientes de bosque. Es por lo anterior, que se considera como superficie de implementación del proyecto, toda la superficie de la Reserva Natural, la cual llega a 10.667,25 ha, tal como lo muestra la Figura 11.

Figura 11: Registros de carnívoros R.N. Altos de Cantillana



Fuente: elaboración propia en base a registro de la R.N. Altos de Cantillana.

4.4.5.4 Actividades

Estudios previos año 1 al 2:

1. Evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones carnívoros.

Se considera la evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las especies de carnívoros presentes en la reserva. Se considera que este estudio debe cubrir dos años de modo de tener una tendencia por cada época. Las actividades por realizar son:

- Diseño de muestreo en la R.N. Altos de Cantillana.
- Instalación trampas cámara, para lo cual los costos se estimaron con 24 puntos.
- Evaluaciones estacionales, se considera la ejecución de cuatro campañas al año. La metodología considera la instalación de trampas olfativas, transectos y análisis de dieta, en punto representativos al interior del Santuario.
- Identificación de refugios y corredores.

2. Programa de control de perros de vida libre

Se considera generar los antecedentes para el adecuado diseño de un programa de control de perros de vida libre. Las actividades por realizar son:

- Catastro de sitios de abandono de perros y gatos. Catastro de puntos con concentración de perros en un buffer de 2 kms en torno a la Reserva.
- Diseño de detalle del programa de control

Actividades año 3 al 8:

3. Programa de control de perros asilvestrados

Las actividades por realizar son:

- Esterilización perros asilvestrados: 2 años de ejecución, 1 semana 2 equipos, meta: 150 animales esterilizados al mes.
- Campaña de adopción de perros abandonados: 2 años de ejecución, equipo de rescate, mantención canil, stand para adopción, esterilización, chip y seguimiento.
- Apoyo a campañas de educación municipios y organizaciones ciudadana: 2 años de ejecución, monto mensual para charlas y material educativo.

4. Exclusión

Los criterios de diseño y actividades por realizar son:

- Cerco perimetral a la reserva: 81,4 km
- 60 % de extensión del cerco con alambre 5 hebras, 40% de extensión del cerco con refuerzo malla ursus.
- Plazo de construcción: 3 años.
- Mantención y refuerzo: 5 años (25% anual de reposición)

Actividades año 3 al 10:

5. Monitoreo carnívoros (8 años)

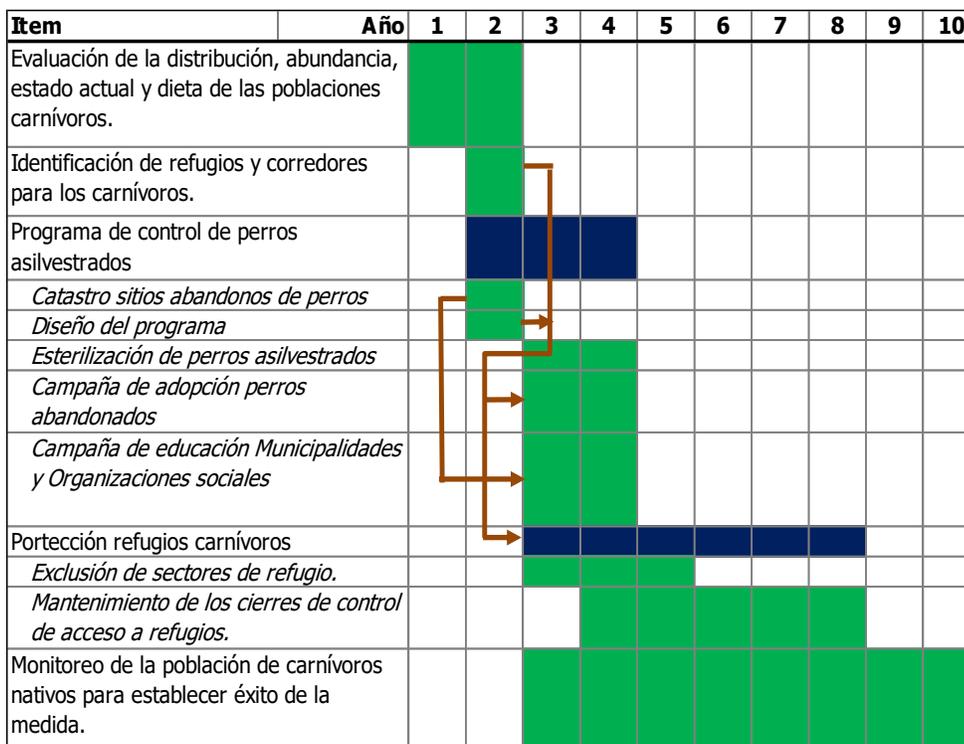
- Parámetros por evaluar: registro de especies de carnívoros en las trampas cámara.
- Monitoreo con trampas cámara: 24 puntos.
- Revisión mensual al menos 25% de los puntos.

4.4.5.5 Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 8 años de implementado del proyecto:

- Aumento en al menos 20% de los registros en las cámaras trampa de carnívoros en la R.N. Altos de Cantillana
- Disminución de un 80% de los eventos con perros de vida libre al interior de la Reserva.

4.4.5.6 Carta Gantt



Fuente: elaboración propia

4.4.5.7 Costo estimado

El respaldo de los cálculos se adjunta en el Anexo 5.

Ítem	Total
Evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones carnívoros.	UF 5.891,0
Identificación de refugios y corredores para los carnívoros.	UF 285,0
Desarrollo de control de perros asilvestrados	UF 21.899,2
Exclusión	UF 9.394,3
Mantenimiento exclusión	UF 11.742,8
Monitoreos	UF 7.200,0
Total (UF)	56.412,3
Total USD	2.168.808,5
Superficie (ha)	10.667,3
Valor unitario (UF/ha)	5,3
Valor unitario (USD/ha)	203,3

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	48.642,7
VPN USD	1.870.102,2
VPN UF/Ha	4,6
VPN USD/Ha	175,3

Fuente: elaboración propia

4.4.6 Métrica de cuantificación proyectos Reserva Natural Altos de Cantillana

Fueron evaluadas las métricas de GNB* para 4 de los 5 sitios de estudio, las cuales se presentan a continuación para cada uno de ellos, con respecto a los componentes claves objetivo de las propuestas de restauración planteadas, para cada escala de paisaje o piso vegetacional representado en los sitios de compensación potencial.

4.4.6.1 Proyecto de restauración bosque esclerófilo.

Un total de 585,98 ha representadas por el tipo de uso de suelo matorral esclerófilo, fueron consideradas viables para la implementación del proyecto de restauración de bosque esclerófilo en la Reserva Natural Altos de Cantillana. De las cuales 348,64 ha se encuentran en el piso vegetacional BEMA Qs Lc, 115,02 ha en el piso BEMC Ca Pb y 122,33 ha en el piso vegetacional BCMC Nm Rp. La evaluación de los parámetros y los puntajes asignados a nivel de paisaje y ecosistemas terrestres para cada uno de estos pisos vegetacionales se presentan en la Tabla 37 y Tabla 38.

Tabla 37: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosque esclerófilo.

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Diversidad	0,43	0,32	4	4
	Fragmentación	0,76	0,86	10	10
	Conectividad	0,17	0,18	0	0
BEMC Ca Pb	Diversidad	0,58	0,57	7	7
	Fragmentación	0,60	0,63	7	7
	Conectividad	0,17	0,16	0	0
BEMC Nm Rp	Diversidad	0,81	0,81	10	10
	Fragmentación	0,13	0,14	0	0
	Conectividad	0,10	0,10	0	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 38: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración bosque esclerófilo.

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	4	7
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	0	7
BEMC Ca Pb	Estado de la estructura	4	7
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	0	7
BEMC Nm Rp	Estado de la estructura	4	7
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	0	7

Fuente: elaboración propia

En función de los valores asignados a cada parámetro, se obtuvieron los siguientes resultados de delta condición y GNB* presentados para cada piso vegetal (Tabla 39).

Tabla 39: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,13
	GNB*	27,24
BEMC Ca Pb	δ de condición	0,13
	GNB*	8,99
BCMC Nm Rp	δ de condición	0,13
	GNB*	9,56

Fuente: elaboración propia

4.4.7 Proyecto de potenciamiento hábitat carnívoros.

La evaluación de la métrica para el proyecto de potenciamiento de hábitat de carnívoros en la Reserva Natural Altos de Cantillana consideró el área total de los Santuarios de la Naturaleza contenidos en la Reserva que corresponde a una superficie de 4702,41 ha. De las cuales 445,49 ha se encuentran en el piso vegetal BEMA Qs Lc, 826,65 ha en el piso BEMC Ca Pb, 3301,30 ha en el piso vegetal BCMC Nm Rp y 129,02 ha en el piso vegetal "Matorral bajo mediterráneo costero de *Chuquiraga oppositifolia* y *Mulinum spinosum*" (MBMC Co Ms). La evaluación de los parámetros y los puntajes asignados a nivel de ecosistemas terrestres para cada uno de estos pisos vegetacionales se presentan en la Tabla 40.

Tabla 40: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de potenciamiento hábitat carnívoros.

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	7	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	4	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10
BEMC Ca Pb	Estado de la estructura	7	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	4	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10
BEMC Nm Rp	Estado de la estructura	7	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	4	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10
MBMC Co Ms	Estado de la estructura	7	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	4	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a estos resultados, los valores de delta de condición e índice GNB* fueron los siguientes (Tabla 41).

Tabla 41: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,19
	GNB*	52,21
BEMC Ca Pb	δ de condición	0,19
	GNB*	96,87
BCMC Nm Rp	δ de condición	0,19
	GNB*	386,87
MBMC Co Ms	δ de condición	0,19
	GNB*	15,12

Fuente: elaboración propia

4.5 Plan de Restauración y Preservación Sitio Prioritario Las Cardillas – Bosques de Tinguiririca

4.5.1 Matriz de componentes clave de biodiversidad

Los resultados de la Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad para el Sitio Prioritario Las Cardillas – Bosques de Tinguiririca, de acuerdo con la metodología, fuentes de información y criterios presentados en los puntos 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3, se presenta en la Tabla 42 además de los comentarios generados por los propietarios en la reunión de validación.

Tabla 42: Matriz de componentes clave de biodiversidad Sitio Prioritario Las Cardillas

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección	
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación		
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución					
Especies										
Flora	<i>Austrocedrus chilensis</i>		VU (Desde VI al norte), NT (Desde VII al sur)			X	No	No		Criterio de zonificación / Grado de Amenaza
	<i>Citronella mucronata</i>		VU			X	No	No		Criterio de zonificación / Grado de Amenaza
	<i>Myrceugenia colchaguensis</i>		EN			X	No	No		Criterio de zonificación / Grado de Amenaza
	<i>Persea lingue</i>		VU (VI al norte)			X	No	No		Criterio de zonificación / Grado de Amenaza
	<i>Aextoxicon punctatum</i>		VU (Desde V y RM al norte), LC (Desde VI al sur)			X	No	No		Criterio de zonificación / Grado de Amenaza
	<i>Nothofagus macrocarpa</i>				X		No	No		Especie dominante Criterio Zonificación
	<i>Drimys winteri</i>		EN (desde VI al Norte), LC desde VII al Sur)			X	No	Sí	Especie cultural	Criterio de zonificación / Grado de Amenaza

Componentes de la biodiversidad		Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
		Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación	
		Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
Fauna	<i>Puma concolor</i>		NT			X	No	Sí	Especie emblema	Valor Cultural
	<i>Cyanoliseus patagonus</i>		VU			X	No	No		Grado de Amenaza
	<i>Lycalopex griseus</i>		LC			X	No	Sí	Especie emblema	Valor Cultural
	<i>Lycalopex culpaeus</i>		LC			X	No	Sí	Especie emblema	Objeto de Conservación/ Valor Cultural
Comunidades/Hábitats										
	Bosque Nativo Tipo Forestal Ciprés de la cordillera					X	No	No		Criterio de zonificación
	Bosque Nativo Tipo Forestal Esclerófilo Subtipo Forestal Espino				X		No	No		Criterio de zonificación
	Bosque Nativo Tipo forestal Esclerófilo Subtipo forestal Peumo, Quillay y Litre					X	Sí	No	Tierra de hoja/Mieles/ Provisión de agua	Criterio de zonificación
	Bosque Nativo Tipo Forestal Roble-Hualo, Subtipo Forestal Roble Del Norte				X		No	No		Criterio de zonificación
Paisaje total/Ecosistema										
	Bosque caducifolio mediterráneo andino de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Austrocedrus chilensis</i>	VU				X	No	No		Grado de Amenaza

Componentes de la biodiversidad	Valores Intrínsecos					SERVICIOS ECOSISTÉMICOS			Criterio de Selección
	Vulnerabilidad		Irreemplazabilidad (marcar sólo uno)			Valores de provisión (Sí o No, justificand o si es Sí)	Valores culturales (Sí o No, justificand o si es Sí)	Justificación	
	Global (IUCN)	Nacional (MMA, SAG)	Endémica del sitio	Distribución restringida	Amplia distribución				
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Lithraea caustica</i> y <i>Lomatia hirsuta</i>	VU				X	Sí	No	Tierra de hoja/Mieles	Grado de Amenaza

Fuente: elaboración propia

4.5.2 Propuestas de planes de restauración y/o preservación para cada sitio de estudio

La propuesta de proyectos y programas presentados inicialmente a los propietarios para su priorización se presenta a continuación, la ficha de cada uno de ellos, con los objetivos, estimación de sectores y superficies, y actividades por etapas se adjunta en el Anexo 4.

Para el Sitio Prioritario Las Cardillas – Bosques de Tinguiririca, se proponen los siguientes planes:

1. Plan de establecimiento de estatus de protección oficial del área y gobernanza.
2. Proyecto de preservación de bosques.
3. Programa de control de amenazas

5 COMENTARIOS RESPECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE COMPENSACIÓN DE BIODIVERSIDAD

En el presente ejercicio de implementación de la metodología para la ejecución de compensaciones en biodiversidad en el marco del SEIA desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente – MMA (Alonso *et al*/2019), el equipo ejecutor de la consultoría se ha visto enfrentado a evaluar y decidir respecto de varios aspectos, donde se desataca como relevantes:

- El nivel de información necesario para construir la matriz de componentes clave de la biodiversidad y establecer el valor de los parámetros de los niveles de la métrica de cuantificación.
- La relevancia de los componentes de la biodiversidad al momento de buscar equivalencia de compensación.
- La definición de metodologías e indicadores específicos para asignar el valor de los parámetros de los niveles de la métrica de cuantificación.
- El establecimiento del plazo para proyectar la condición final de los parámetros de la métrica de cuantificación, su efecto en la definición del plazo del proyecto de compensación y los indicadores de éxito.

En relación con el nivel de información necesario para construir la matriz de componentes clave de la biodiversidad, los antecedentes disponibles en la mayoría de los sitios en estudio fueron suficiente. Dichos antecedentes respondían a levantamiento generales de información de flora, fauna y uso del suelo, en campañas que nos reflejaban necesariamente a varias estaciones o épocas del año. Junto con lo anterior, fue posible complementar estos antecedentes con información bibliográfica, puntualmente para establecer la presencia de algunas especies de fauna en las áreas evaluadas, y para la identificación de los ecosistemas representados a partir de la clasificación de pisos vegetacionales de Luebert & Pliscoff (2017). Para el caso de la vegetación, la cobertura del Catastro Nacional de los Recursos Vegetacionales, en combinación con las cartografías de uso de suelo disponibles en los sitios, permitieron identificar los hábitat y comunidades vegetales presentes sin embargo, para establecer la distribución y abundancia de estos elementos se recomienda contar con antecedentes de primera fuente de cada sitio y levantados a una escala local.

La mayoría de los criterios para justificar los componentes claves de la biodiversidad de cada sitio, fueron establecidos mediante juicio experto, sobre todo los relacionados con los servicios ecosistémicos y la irremplazabilidad de las comunidades/hábitat, ya que carece de dicha información, y los tiempos y recursos necesarios para su estimación sobrepasan los alcances de este estudio.

En el mismo aspecto de la información necesaria para la aplicación de la metodología, los antecedentes requeridos para determinar y respaldar la puntuación de los parámetros de los niveles para la métrica de cuantificación requieren de un levantamiento de información a nivel local, y se recomienda que sea de un nivel de intensidad similar a lo que se desarrolla en las líneas de base para las áreas donde los proyectos generan sus impactos. De este modo, se asegura que las características de las áreas receptoras de la compensación sean las adecuadas y que contienen los factores ambientales que permitirán generar los beneficios previstos para materializar la compensación de la biodiversidad.

En relación con la relevancia de los componentes clave de la biodiversidad identificados en la matriz, se prevé que en una primera instancia se buscará la equivalencia a nivel de especies para establecer las compensaciones, lo anterior dado que el foco tradicional de la evaluación ambiental se centra en este nivel. Lo anterior es explícito en el marco legislativo que se aplica en el SEIA, donde se cuenta con un soporte legal y validado respecto del estado de conservación de las especies, el que en muchos casos es considerado para establecer impactos sobre la biodiversidad. Esto contrasta con los niveles de comunidades/hábitat y ecosistema, donde no se cuenta con criterios validados para establecer su grado de amenaza y por ende identificar impactos sobre la biodiversidad. Al respecto, la metodología desarrollada por el MMA propone un mapa de relevancia y valida la clasificación del estado de conservación de los ecosistemas (Pliscoff 2015), como herramientas para el análisis en los niveles señalados.

Por otro lado, y tal como se refleja en algunos de los proyectos propuestos en esta consultoría, el foco de la compensación se centra en uno o algunos componentes clave de la biodiversidad identificados en la matriz, reforzando la visión parcial de la biodiversidad, promoviendo la generación de beneficios o mejoras de condición en sólo algunos componentes o niveles en desmedro de una gestión integral de la biodiversidad. Para evitar esto, se propone que los indicadores de éxito de los proyectos que se propongan consideren explícitamente las mejoras esperadas en otros componentes clave que guarden relación con aquellos donde se pueda identificar el impacto, y que hayan generado la necesidad de la compensación de la biodiversidad. Ejemplos de esto en este estudio, es el proyecto de restauración del bosque higrófilo en el S.N. Cerro Poqui, donde se incorporan actividades de seguimiento, se definen indicadores y umbrales de éxito para el *Alsodes cantillanensis*, especie de anfibio asociado en la etapa reproductiva a cuerpos de agua, pero las actividades del proyecto se enfocan a intervenciones en la vegetación higrófila y los elementos ambientales que permiten su permanencia.

Otro elemento que destacar es la definición de las metodologías e indicadores específicos para asignar el valor o puntaje de los parámetros de los niveles de la métrica de cuantificación, las que en el caso del presente ejercicio estuvieron directamente relacionadas con la información disponible, el nivel de conocimiento que se cuenta para cada sitio en estudio y el cómo interpretar los índices de estado utilizados.

De acuerdo con lo anterior, para el nivel de localización y paisaje, se utilizaron índices basado en los atributos espaciales o de forma del paisaje, dado que son posibles de construir a partir de los antecedentes cartográficos disponibles, sin embargo, se considera que utilizar índices que den cuenta de aspectos funcionales del paisaje permiten evaluar de mejor manera los distintos componentes y niveles de la biodiversidad, pero para su implementación se requiere de un conocimiento o antecedentes de primera fuente de las áreas a evaluar o del comportamiento del componente clave analizado. En la Tabla 43 se presentan dos índices de conectividad de paisaje que son recomendables de utilizar una vez que se cuente con más información respecto de las especies o ensambles de componentes clave.

Tabla 43: Índices funcionales para análisis de paisaje

Fórmula	Simbología	Rango Valores	Descripción
Índice integral de conectividad (Pascual-Hortal & Saura, 2006)			
$IIC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j / (1 + n_{1ij})}{A_L^2}$	<ul style="list-style-type: none"> • $a_i a_j$ = área del parche i y j • n_{1ij} = número de enlaces en la ruta más corta entre los parches i y j • A = área total del paisaje 	$0 \leq IIC \leq 1$	Proporción de las uniones funcionales entre todos los parches de un mismo tipo del paisaje dentro de una distancia límite especificada (distancia de dispersión una especie de fauna). El índice será igual a 0 cuando un hábitat consiste en un solo parche o cuando ninguno de sus parches se encuentran "conectados" (es decir, dentro de la distancia umbral). La conectividad será igual a 1 cuando cada parche de la clase está "conectado", por lo tanto IIC aumenta a mayor conectividad.
Índice de probabilidad de parche (Saura & Pascual-Hortal, 2007)			
$PC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j p_{ij}^*}{A_L^2}$	<ul style="list-style-type: none"> • $a_i a_j$ = área del parche i y j • p_{ij}^* = probabilidad máxima del producto de todas las trayectorias posibles entre los parches i y j • A = área total del paisaje 	$0 \leq PC \leq 1$	Probabilidad de que dos individuos de una especie de fauna colocadas aleatoriamente dentro del paisaje caigan en áreas de hábitat que están interconectadas, dado un conjunto de "n" parches de hábitat y las conexiones (p_{ij}) entre ellos. Es igual a 0 cuando no hay parches de hábitat en el área de estudio y es igual a 1 cuando todo el paisaje está ocupada por hábitat, por lo tanto PC aumenta a mayor conectividad.

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, y en el mismo nivel de localización y paisaje, la selección de los índices implementados respondió a que sus valores se movieran entre 0 y 1, de modo de poder normalizarlos y asignarles los puntajes para cada parámetro de manera directa. Esto resulta útil en la práctica, sin embargo se cree que la normalización empleada, y recomendada por la metodología en la utilización del índice de diversidad de paisaje de Shannon propuesto para puntuar el parámetro "diversidad de objetos del paisaje", donde el rango de 0 a 1 se divide en tramos similares, requiere una validación respecto de las características propias de cada ambiente, ya que en algunos paisajes naturalmente homogéneos, como por ejemplo praderas y matorrales altoandinos, los valores menores del índice no necesariamente reflejan una condición menos deseada. Para salvar esto, nuevamente se considera relevante contar con antecedentes propios de cada sitio y evaluarlos en función de sus propiedades o respecto del áreas similares si se está comparando áreas receptoras de impacto y de medidas de compensación.

El análisis temporal de la evolución del paisaje en el área de impacto y en la receptora de la medida de compensación, permitiría asignar de mejor y más objetivamente los puntajes de los parámetros del nivel de localización y paisaje. Sin embargo, hay que tener en cuenta el tiempo requerido para dicho análisis, la disponibilidad de imágenes remotas adecuadas (sin nubes, sensores y épocas comparables) y antecedentes de apoyo o puntos de control para asignar con certeza los atributos del paisaje.

En el caso del nivel de "condición del medio acuático", ninguno de los sitios en estudio contaba con antecedentes para evaluar los parámetros propuestos por la metodología. Esto parámetros corresponden a información de primera fuente para cada sitio, así que se recomienda considerar su generación o levantamiento en cuanto se detecte la oportunidad que un sitios pueda generar compensación de biodiversidad acuática impactada, más aún cuando la información de dichos parámetros (nivel y flujo de agua, calidad de agua, e infiltración de agua) requieren de un tiempo para la generación de los resultados requeridos para la métrica, recomendándose en la práctica levantar la información requerida en paralelo a la línea de base del área impactada.

Para el nivel de "estructura de la comunidad", se establecieron criterios específicos para asignar la puntuación a cada uno de los parámetros que lo componen, y no fue posible utilizar información cuantitativa, como inventarios de especies, ya que no se contaban con el nivel de detalle requerido por la metodología. Así para el parámetro "estado de la estructura", se estableció como situación ideal o puntuación "10" la formación de mayor complejidad estructural esperable por piso vegetal establecida por los antecedentes bibliográficos y juicio experto, la que en la mayoría de las áreas donde se propusieron los proyectos corresponde a un bosque; en la medida que se verificaron otros estados de mayor simpleza estructural como matorrales o praderas, se les asignó puntajes inferiores, utilizándose la información de las cartografías de uso de suelo disponible para cada sitio o la cobertura del Catastro de los recursos vegetacionales de Chile. En este mismo sentido, la asignación de puntaje para el parámetro "composición de flora y fauna" se basó en información de especies dominantes ya que se carece de un inventario de especies espacializado. Por su parte, para el parámetro "ambientes de fauna" fue enfocado en la presencia de ambientes para las especies objeto o relacionadas con cada proyecto, o en su defecto las especies de fauna identificadas como componente clave sin embargo se considera que este parámetro queda abierto a interpretación al no especificar a que especies se refieren con "especies listadas". Con respecto a la fuente de información de hábitat, se consideró la indicada en las fichas del inventario nacional de especies de Chile del MMA y juicio experto del equipo consultor. Para el caso del parámetro "regeneración y reclutamiento" para la condición actual se le asignó un valor bajo (0 o 4) el cual es presumido, ya que para su evaluación sí se requiere de antecedentes locales.

Si bien la metodología al momento de estimar la Ganancia Neta de Biodiversidad (GNB) incorpora la variable tiempo de obtención de resultados esperados, esto lo hace como un multiplicador que en la práctica implica un castigo al aporte de la compensación cuanto más tiempo requiera en lograr la condición ideal proyectada. No permite apoyar la definición de plazo requerido para obtener la condición proyectada o deseada como sí lo hacen otras metodologías de balance de impacto y compensación como la propuesta por Maseyk *et al* (2016), y el establecimiento del plazo para proyectar la condición final de los parámetros de la métrica de cuantificación, y su efecto en la definición del plazo del proyecto de

compensación y los indicadores de éxito queda en el juicio experto o en los pocos antecedentes disponibles de la dinámica y productividad de nuestras especies, comunidades y ecosistemas.

6 CONCLUSIONES

En el desarrollo de la presente consultoría se generaron proyectos de restauración, potenciamiento de componentes clave de la biodiversidad y programas de control de amenaza para cinco sitios de alto valor para la diversidad presentes en las regiones Metropolitana y del Libertador Bernardo O'Higgins. En cuatro de dichos sitios corresponden a Santuarios de la Naturaleza, en tanto que el quinto es un Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad, en los cuatro primeros se elaboró en mayor nivel de detalle, con descripción de actividades, carta Gantt de implementación y estimación de costos, de aquellos proyectos de restauración priorizados y ajustado en conjunto con los propietarios de cada sitio o su administración.

La propuesta de los proyectos surgió a partir de la implementación de la metodología para la ejecución de compensaciones en biodiversidad en el marco de SEIA desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente (Alonso *et al* 2019), donde en su primera etapa se genera la matriz de componentes clave de biodiversidad de cada sitio, constituyendo esta matriz un insumo que resultó crucial para la identificación de las oportunidades de mejora de los componentes de la biodiversidad local. En una segunda etapa, se implementó la métrica de cuantificación que considera la metodología utilizada, la cual permite estimar el aporte en la condición del o los componentes directamente involucrados en cada proyecto.

Del ejercicio de desarrollo de los proyectos, se identifica como clave la participación e involucramiento de los propietarios o personal que gestiona cada uno de los sitios del presente estudio. Lo anterior por el aporte que entregan por el conocimiento de su territorio y su biodiversidad, información que en muchos casos no se encuentra documentada formalmente o de público acceso. Además, la participación de estos actores permite idear y ajustar las actividades y plazos de implementación de cada proyecto a las particularidades de cada sitio. Un elemento relevante es la necesidad de cada sitio de apoyar la gestión de las amenazas que los afectan, lo cual es transversal a todo su territorio y a todos los componentes de la biodiversidad. Ejemplos de estas amenazas, y que se repitieron en casi todos los sitios de estudios, son los incendios forestales, la presencia de ganado no controlado y el acceso no controlado de personas con diversos objetivos (turismo o extracción de recursos como leña y tierra de hoja). De acuerdo con esto, es que se recomienda la incorporación de actividades específicas de control de estas amenazas en los proyectos de restauración y/o preservación de la biodiversidad, las cuales en su mayoría se relacionan con la interacción e involucramiento de la comunidad con los objetivos de conservación de cada sitio, ya que de esta forma se aumenta la certidumbre del éxito de dichos planes y controla los factores de deterioro de los componentes clave de la biodiversidad que busca restaurar o potenciar los proyectos.

Finalmente, en el presente ejercicio de implementación de la metodología para la ejecución de compensaciones en biodiversidad en el marco del SEIA desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente – MMA (Alonso *et al* 2019), el equipo ejecutor de la consultoría se ha visto enfrentado a evaluar y decidir respecto de varios aspectos, donde se desataca como relevantes:

- El nivel de información necesario para construir la matriz de componentes clave de la biodiversidad y establecer el valor de los parámetros de los niveles de la métrica de cuantificación.
- La relevancia de los componentes de la biodiversidad al momento de buscar equivalencia de compensación.
- La definición de metodologías e indicadores específicos para asignar el valor de los parámetros de los niveles de la métrica de cuantificación.
- El establecimiento del plazo para proyectar la condición final de los parámetros de la métrica de cuantificación, su efecto en la definición del plazo del proyecto de compensación y los indicadores de éxito.

7 BIBLIOGRAFÍA

Alexander S, Nelson CR, Aronson J, Lamb D, Cliquet A, Erwin KL, Finlayson CM, de Groot RS, Harris JA, Higgs ES, Hobbs RJ, Robin Lewis RR, Martinez D, and Murcia C (2011) Opportunities and challenges for ecological restoration within REDD+. *Restoration Ecology* 19:683-689.

Alonso V, M Ringeling, M Ayala, P Chamas, E Claro & A Claussen. 2019. Propuesta metodológica para la ejecución de compensaciones en biodiversidad en el marco del SEIA. Contrato CHL/RLA/2018/53, Informe Final marzo 2019. Templado Bienes y Servicios Ambientales. 150 p y anexos

BIOTA. 2007. Estudio de los sistemas vegetacionales azonales hídricos de la alta cordillera, regiones V, VI VII y RM, Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Gobierno de Chile. Diciembre de 2007, Informe de Consultoría.

Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP). 2012. Biodiversity Offset Design Handbook-Updated. BBOP, Washington, D.C. Disponible en: http://bbop.forest-trends.org/guidelines/Updated_ODH.pdf

Cáceres N. C Concha, F Romero & D Silva. 2019. Plan de Manejo de la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana. Corporación Altos de Cantillana. Borrador en elaboración.

Clewell A, and McDonald T (2009) Relevance of natural recovery to ecological restoration. *Ecological Restoration* 27:122-124.

CONAF & CIREN. 2013. Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de bosque nativo en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Libertador Bernardo O'Higgins. Disponible en: <http://www.ide.cl/download/capas/item/catastros-de-uso-de-suelo-y-vegetacion.html>

Conservation Measures Partnership (2013) Open standards for the practice of conservation. Version 3. <http://cmp-openstandards.org/> (accessed March 15 2016).

de Groot R, Fisher B, Christie M, Aronson J, Braat L, and Haines-Young R (2010) Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. Pages 9-40 In: Kumar P (ed)

The economics of ecosystems and biodiversity: the ecological and economic foundations. Earthscan, London.

Facultad de Ciencias Agronómicas. 2018. Plan de Manejo del Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata. Universidad de Chile. 157 pp.

Groom MA, Meffe GK, and Carroll CR (2006) Principles of conservation biology. Sinauer, Sunderland, Massachusetts

Ladrón de Guevara, J., Claussen, A., Miranda, M., Scott, S., Valenzuela, P., y Vergara, N. (2015). "Guía para el desarrollo de compensaciones en biodiversidad en la Región de Tarapacá". Fundación Chile, Tarapacá, 108 p.

Luebert F. & P Pliscoff. 2018. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. 2da edición. Editorial Universitaria

Maseyk, F., L. Barrea, R. Stephens, H. Possingham, G. Dutson & M. Maron. 2016. A disaggregated biodiversity offset accounting model to improve estimation of ecological equivalency and no net loss. Biological Conservation 204: 322-332.

McDonald T, Jonson J, and Dixon KW (2016) National standards for the practice of ecological restoration in Australia. Restoration Ecology 24: S6-S32.

McGarigal, Kevin; Marks, Barbara J. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 122 p

Millenium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and human well-being: synthesis. Island Press, Washington, D.C.

Ministerio del Medio Ambiente (2014). Guía para la solicitud de declaración de Santuario de la Naturaleza. Gobierno de Chile. 4p.

Ministerio del Medio Ambiente (2019a). [on line] Glosario del Registro Nacional de Áreas Protegidas. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. Disponible en: <http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/>.

Ministerio del Medio Ambiente (2019b). Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas. Boletín 9.404-12, Senado de la República de Chile. 71p.

Pascual-Hortal, L. & S. Saura. 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. Landscape Ecology 21: 959–967.

Photosintesis Consultores. 2017. Expediente de solicitud para la Declaración de Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui, Región del Libertador General Bernardo O´Higgins. 105 p y anexos.

Pliscoff, P. 2015. Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado por Patricio Pliscoff para el Ministerio del Medio Ambiente. 63 p. Santiago, Chile

Prach K, and Hobbs RJ (2008) Spontaneous succession versus technical reclamation in the restoration of disturbed sites. *Restoration Ecology* 16:363-366.

Saura, S. & L. Pascual-Hortal. 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: Comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning* 83: 91–103.

Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group (2004) *The SER International primer on ecological restoration*. Society for Ecological Restoration International, Tuscon, Arizona www.ser.org.

ANEXOS

Anexo 1: Minutas de reuniones

PROYECTO	Elaboración de proyectos de preservación y/o restauración ecológica, en territorios de alto valor para la conservación de la Región Metropolitana y la Sexta Región de Libertador Bernardo O'Higgins, para un piloto de banco de proyectos de compensaciones en biodiversidad				
Fecha de Reunión	11/07/2019	Hora inicio	14:00	Hora de Término	15:30
Lugar	Oficina MMA – San Martín 73, Sala 4, Piso 8, Santiago				
Objeto Reunión	Reunión inicio de la consultoría				

Asistentes a la Reunión		
Nombre	Iniciales	Organización
Carolina Barra	CB	MMA
Jaime Rovira	JR	MMA
Gabriel Lobos	GL	BIOTA
Patricio Bobadilla	PB	BIOTA
Luis Faúndez	LF	BIOTA
Gustavo Girón	GG	BIOTA
Matías Treumun	MT	BIOTA

DISTRIBUCION: Participantes MMA/BIOTA	
Preparada por: MT Revisada por: GG	Fecha Emisión: 11-07-2019 Fecha Distribución: 12-07-2019

Tema	Desarrollo	Responsable
1. Inicio de contrato.	<ul style="list-style-type: none"> Se informa que la fecha de inicio del contrato es el 08-07-2019. El primer informe de avance tiene fecha de entrega el 09-09-2019. El informe final tiene fecha de entrega el 08-11-2019. PB señala que por bases de licitación la fecha de inicio del contrato es 24 hrs después de la publicación de la resolución del contrato. CB clarificará este tema. 	BIOTA BIOTA BIOTA MMA
2. Respecto al área de estudio	<ul style="list-style-type: none"> Se confirma que el alcance de la consultoría es sólo en los 5 sitios originales de las bases técnicas de licitación. 	MMA
3. Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> Se establece que las comunicaciones hacia el MMA deben ir dirigidas a CB. Se establece que las comunicaciones hacia BIOTA deben ir dirigidas a GL y GG. 	BIOTA MMA
4. Solicitud de información para el	<ul style="list-style-type: none"> BIOTA solicitó información al MMA respecto del área de estudio. Quedó de enviarse esta semana (planes de manejo, informes metodológicos, límites prediales, y 	MMA

Tema	Desarrollo	Responsable
desarrollo de la consultoría	otros). • MMA enviará informe final de la consultoría de metodología para establecer equivalencias de compensaciones de biodiversidad.	MMA
5. Contacto con los propietarios	• CB coordinará las visitas, para que luego BIOTA tome contacto directo con los propietarios. • Las reuniones con los propietarios se realizarán en las siguientes fechas: Qda. Plata: 22-07-2019 Tinguiririca: 24-07-2019 Lagunillas: 25-07-2019 Cerro Poqui: 29-07-2019 Altos de Cantillana: CB debe dar las fechas para acordar con BIOTA.	MMA MMA
6. Contacto con los servicios institucionales	• JR acordó compartir los contactos de los servicios institucionales que tengan experiencias prácticas en el ámbito de la preservación y/o restauración ecológica.	MMA



DIVISIÓN DE RECURSOS NATURALES Y BIODIVERSIDAD
DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS Y PLANIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Jueves 11 de julio de 2019

Reunión inicio estudio "Elaboración de Proyectos de Preservación y/o Restauración Ecológica, en Territorios De Alto Valor Para La Conservación de La Región Metropolitana y La Sexta Región del Libertador Bernardo O'higgins, Para Un Piloto De Banco De Proyectos De Compensaciones en Biodiversidad". Licitación ID N°608897-33-LE19.

NOMBRE	ORGANIZACIÓN	MAIL	FONO	FIRMA
Patricio Bobadilla	Biota	pbobadilla@biota.cl	996995286	
MATIAS TREMUN	BIOTA	mtremun@biota.cl	933768059	
Luis Faundez Yanao	Biota	lfaundez@biota.cl	998111446	
Andrés Guzmán A.	Biota	aguzman@biota.cl	965970996	
Gabriel Lotos V.	BIOTA	galotos@yaho.com	93592557	
Jaime Rovine	MMA	jrovine@mma.gob.cl	+56995719291	
Carolina Barra	MMA	cbarra@mma.gob.cl	+56925735868	

PROYECTO	Elaboración de proyectos de preservación y/o restauración ecológica, en territorios de alto valor para la conservación de la Región Metropolitana y la Sexta Región de Libertador Bernardo O'Higgins, para un piloto de banco de proyectos de compensaciones en biodiversidad				
Fecha de Reunión	12/08/2019	Hora inicio	12:00	Hora de Término	14:00
Lugar	Oficina MMA – San Martín 73, Centro documentación, Piso 2, Santiago				
Objeto Reunión	Reunión mensual de avance de la consultoría. Presentación Matrices de Elementos Clave de la Biodiversidad				

Asistentes a la Reunión

Nombre	Iniciales	Organización
Carolina Barra	CB	MMA
Jaime Rovira	JR	MMA
Eduardo Tamayo	ET	SEREMI MMA O'Higgins
Jorge Herreros	JH	MMA
Leonor Rojas	LR	MMA
Juan Fco. Bustos	JB	MBN
M. Francisca Poblete	MFP	MBN
Gabriel Lobos	GL	BIOTA
Luis Faúndez	LF	BIOTA
Gustavo Girón	GG	BIOTA

DISTRIBUCION: Participantes MMA/MBN/BIOTA

Preparada por: GG
Revisada por: GG

Fecha Emisión: 14-08-2019
Fecha Distribución: 14-08-2019

Tema	Desarrollo	Responsable
1. Presentación avance de contrato.	<ul style="list-style-type: none"> Se presenta el contexto y alcances de la consultoría, dada la presencia de profesionales invitados del MMA y MBN. Se presenta en términos generales la metodología para la ejecución de compensaciones en biodiversidad en el marco del SEIA, elaborada por el MMA y la consultora TEMPLADO. Se destaca su relación y alcance con la actual consultoría que desarrolla BIOTA. Se presenta el avance de resultados a la fecha, correspondiente a la Matriz de Componentes Clave de la Biodiversidad para los sitios: S.N. Quebrada de la Plata, S.N. San Francisco de Lagunillas, S.N. Cerro Poqui y Sitio Prioritario Las Cardillas (Bosques de Tinguiririca). Se excluyó el S.N. Altos de Cantillana porque la reunión de inicio con los propietarios, y entrega de información base por parte de ellos, se realizará el 14 de agosto 2019. 	<p>BIOTA</p> <p>BIOTA</p> <p>BIOTA</p>

Tema	Desarrollo	Responsable
2. Respecto de la metodología de compensación en biodiversidad.	<ul style="list-style-type: none"> JR señala que en el desarrollo de la metodología, y de acuerdo con la experiencia internacional, el foco de la compensación en biodiversidad está actualmente a nivel de ecosistemas y comunidades. Dado que en Chile se ha trabajado más en las especies, es que se incluyó este elemento en las matrices de elementos clave. ET señala que en la práctica en el SEIA el foco está en las especies, y que jurídicamente este elemento es el que tiene respaldo en el SEIA, por lo que habría que trabajar en darle sustento a los niveles de comunidades y ecosistemas. LF consulta si la clasificación de los estados de conservación de los ecosistemas (Pliscoff 2015) serán validados de manera similar al proceso de clasificación de las especies. 	
3. Respecto de las matrices	<ul style="list-style-type: none"> Se discute de la extensión de las matrices resultantes a partir de los criterios de selección de elementos clave. JB propone, y es acogido por los participantes, no limitar el listado de elementos clave de modo que los interesados en compensar tengan oportunidades de coincidencia en varios niveles y que la metodología no determine que se requiera una exacta relación entre las matrices de elementos claves del área impactada y la de compensación. 	
4. Validación de las matrices por los propietarios	<ul style="list-style-type: none"> BIOTA enviará a los propietarios de los sitios evaluados un documento explicativo de la metodología de elaboración y los resultados con su respectiva matriz de elementos clave, para que sea validada por los propietarios. Así se daría por concluida esta etapa y se avanzará a la definición de los planes de restauración y/o preservación. 	BIOTA

Reunión Jance
Proyecto Producción RMA & VI Rg
12 Agosto 2019

Nombre	Indicador	Bras
1.- Gustavo Guzmán	BIOTA	[Signature]
2.- Gabriel Lobos	BIOTA	[Signature]
3.- EDUARDO TAMAYO B.	SEMANA MMA	[Signature]
4.- Luis Fariñez Yancu	BIOTA	[Signature]
5.- JORGE BERNARDO DEL	MMA	[Signature]
6.- JUAN FLO BUSTOS	MBN	[Signature]
7.- Leonora Rojas Salinas	MMA	[Signature]
8.- M. Paucocca Poblete	MBN	M. Paucocca Poblete
9.- Jimena Rovine	MMA	[Signature]
10.- Carolina Barre	MMA	[Signature]

PROYECTO	Elaboración de proyectos de preservación y/o restauración ecológica, en territorios de alto valor para la conservación de la Región Metropolitana y la Sexta Región de Libertador Bernardo O'Higgins, para un piloto de banco de proyectos de compensaciones en biodiversidad				
Fecha de Reunión	30/08/2019	Hora inicio	14:30	Hora de Término	16:30
Lugar	Oficina Reuniones, Decanato Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Av. Sta. Rosa 11315, La Pintana, Santiago.				
Objeto Reunión	Presentación de la metodología para la ejecución de compensaciones en biodiversidad al Comité del S.N. Quebrada de la Plata				

Asistentes a la Reunión		
Nombre	Iniciales	Organización
Carolina Barra	CB	MMA
Jaime Rovira	JR	MMA
Rosa Peralta	RP	Comité S.N. Quebrada de la Plata, UCHILE
Solange Lobos	SL	Comité S.N. Quebrada de la Plata, UCHILE
Jorge Pérez	JP	Comité S.N. Quebrada de la Plata, UCHILE
Álvaro Gutiérrez	AG	Comité S.N. Quebrada de la Plata, UCHILE
Valeria Rojas	VR	Comité S.N. Quebrada de la Plata, UCHILE
Gustavo Girón	GG	BIOTA
Paola Díaz	PD	BIOTA

DISTRIBUCION: Participantes BIOTA		
Preparada por: PD Revisada por: GG		Fecha Emisión: 02-09-2019 Fecha Distribución: 02-09-2019

Tema	Desarrollo	Responsable
1. Matriz de Componentes Clave de Biodiversidad.	<ul style="list-style-type: none"> El Comité solicitó a BIOTA confirmar la versión final de la Matriz de componentes claves de biodiversidad. GG confirmará esta información durante la semana. También solicitó justificar la categoría "distribución" de las comunidades incorporadas en la matriz, mediante la estimación de sus superficies y una referencia. BIOTA se comprometió a incluirlo. 	BIOTA BIOTA
2. Respecto al Patrimonio Natural y Cultural.	<ul style="list-style-type: none"> Se acordó incorporar en la Matriz de componentes claves de biodiversidad el valor natural y cultural que tiene la quebrada para la comunidad, expresado en los servicios ecosistémicos que ésta identificada para el Santuario. La información se incorporará según lo documentado en el Plan de Manejo del S.N. y los informes de los talleres de saberes locales con la comunidad del proyecto FPA. 	BIOTA

PROYECTO	Elaboración de proyectos de preservación y/o restauración ecológica, en territorios de alto valor para la conservación de la Región Metropolitana y la Sexta Región de Libertador Bernardo O'Higgins, para un piloto de banco de proyectos de compensaciones en biodiversidad				
Fecha de Reunión	06/Nov/2019	Hora inicio	9:30	Hora de Término	11:30
Lugar	PMA - Hueso de Sabe				
Objeto Reunión	Cierre y resultados con la feria				

Asistentes a la Reunión			
Nombre	Organización	Correo	Firma
Luis Faúndez Yancas	BIOTA LTDA.	lfauandez@biota.cl	
Andrés Linares	BIOTA	alin@biota.cl	
Carolina Barra	MMA	cbarra@mma.gob.cl	
Jaime Rovine	MMA	javine@mma.gob.cl	
Charly Tala G.	MMA	ctala@mma.gob.cl	Charly Tala G.
David Alvarez	MMA	dalvarez@mma.gob.cl	
JUAN FCO. BUSTOS	MBN	jbustos@mbienes.cl	
Paola Diaz	Biota	paodiaz@gmail.com	
Herván Latorre	MMA	hlatorre@mma.gob.cl	

Anexo 2: Cartas compromiso propietarios

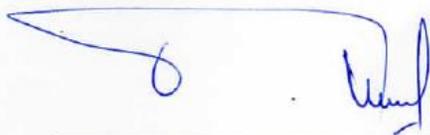
- S.N. Quebrada de La Plata

ANEXO B.

CARTA DE CONFORMIDAD DE PROPIETARIO(S) RESPECTO A LA PROPUESTA DE PROYECTO DE PRESERVACIÓN/ RESTAURACIÓN ELABORADA POR EL OFERENTE

Yo, Carlos Muñoz Schick, RUT 4.857.095-K, Vicedecano de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, certifico que el Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata, ubicado en la Estación Experimental Agronómica Germán Greve Silva, Rol(es) N° 1185-2 de la Comuna de Maipú, es de propiedad de la Universidad de Chile. Además, manifiesto la plena conformidad con el Proyecto de Preservación/Restauración diseñado, los objetivos definidos y el Plan de Actividades propuesto por el oferente, la Consultora BIOTA Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Lo anterior, para ser utilizado como parte del piloto de banco de Proyectos de Preservación y/o Restauración a elaborar, para constituir la oferta de sitios disponibles para ejercer medidas de compensación por el daño en biodiversidad de proyectos que deban cumplir sus obligaciones en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.




Carlos Muñoz Schick

Vicedecano Facultad de Ciencias Agronómicas

Universidad de Chile

Fecha: 14 de noviembre de 2019.

- **S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal**

ANEXO B.

CARTA DE CONFORMIDAD DE PROPIETARIO(S) RESPECTO A LA PROPUESTA DE
PROYECTO DE PRESERVACIÓN/ RESTAURACIÓN ELABORADA POR EL OFERENTE

Yo, Sara Larraín Ruiz-Tagle, RUT N° 5.697.262-5, Propietaria del predio nombre San Francisco de Lagunillas, Rol N° 114-35, y predio nombre El Quillayal, Rol N° 121-31, ambos de la Comuna San José de Maipo, manifiesto mi plena conformidad en relación al Proyecto de Preservación/Restauración diseñado, los objetivos definidos y el Plan de Actividades propuesto por el oferente BIOTA Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Lo anterior, para ser utilizado como parte del piloto de banco de Proyectos de Preservación y/o Restauración a elaborar, para constituir la oferta de sitios disponibles para ejercer medidas de compensación por el daño en biodiversidad de proyectos que deban cumplir sus obligaciones en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.


Sara Larraín Ruiz-TagleFecha: 19 de noviembre de 2019

• **S.N. Cerro Poqui**

ANEXO B.

CARTA DE CONFORMIDAD DE PROPIETARIO(S) RESPECTO A LA PROPUESTA DE PROYECTO DE PRESERVACIÓN/ RESTAURACIÓN ELABORADA POR EL OFERENTE

Yo, Cristián Vial Budge, RUT N° 7.022.539-5,
 Propietario del predio nombre
ladera sur Cerro Poqui, Hijuela del Medio, Rol(es) N° 106-2, 106-23
106-24, 106-5 de
 la Comuna Doñihue, manifiesto mi plena conformidad en
 relación al Proyecto de Preservación/Restauración diseñado, los
 objetivos definidos y el Plan de Actividades propuesto por el (la)
 oferente (a) Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Lo anterior, para ser utilizado como parte del piloto de banco de
 Proyectos de Preservación y/o Restauración a elaborar, para
 constituir la oferta de sitios disponibles para ejercer medidas de
 compensación por el daño en biodiversidad de proyectos que deban
 cumplir sus obligaciones en el marco del Sistema de Evaluación de
 Impacto Ambiental.

Nombre y Firma de Propietario

Fecha: 06 diciembre 2019

- **Reserva Natural Altos de Cantillana**

ANEXO B.**CARTA DE CONFORMIDAD DE PROPIETARIO(S) RESPECTO A LA PROPUESTA DE
PROYECTO DE PRESERVACIÓN/ RESTAURACIÓN ELABORADA POR EL OFERENTE**

Yo, Helios Murialdo Laport RUT N° 4.671.679-5, Representante legal de la Corporación Altos de Cantillana, administradora y responsable de la Reserva Natural Altos de Cantillana, Rol(es) N° 137-253, 137-372 y 1647-061 de la Comuna de Paine, Rol(es) N° 2009-140, 2009-141 y 2009-543 de la Comuna de Melipilla y Rol N° 206-4 de la Comuna de Alhue, manifiesto mi plena conformidad en relación al Proyecto de Preservación/Restauración diseñado, los objetivos definidos y el Plan de Actividades propuesto por el oferente BIOTA Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Lo anterior, para ser utilizado como parte del piloto de banco de Proyectos de Preservación y/o Restauración a elaborar, para constituir la oferta de sitios disponibles para ejercer medidas de compensación por el daño en biodiversidad de proyectos que deban cumplir sus obligaciones en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Helios Murialdo Laport

Representante Legal

ONG Corporación Altos de Cantillana

Fecha: 21 Noviembre 2019

Anexo 3: Fichas resumen por sitio

S.N. QUEBRADA DE LA PLATA

Matriz de componentes clave de biodiversidad

<p>Especies Flora</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Gilliesia graminea</i> • <i>Porlieria chilensis</i> 	<p>Especies Fauna</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Philodryas chamissonis</i> • <i>Liolaemus chiliensis</i> • <i>Liolaemus fuscus</i> • <i>Liolaemus lemniscatus</i> • <i>Liolaemus monticola</i> • <i>Liolaemus tenuis</i> • <i>Thylamys elegans</i> • <i>Spalacopus cyanus</i> • <i>Abrothrix longipilis</i> • <i>Abrothrix olivaceus</i> • <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> • <i>Buteo albigula</i> • <i>Callopistes maculatus</i> • <i>Lasiurus cinereus</i> • <i>Leopardus colocolo</i> • <i>Liolaemus nitidus</i> • <i>Rhinella arunco</i> • <i>Aegla papudo</i> • <i>Phyllotis darwini</i> • <i>Octodon degus</i> • <i>Vultur gryphus</i>
<p>Comunidades/Hábitats</p> <p>Matorral Arborescente de <i>Colliguaja odorifera</i> y <i>Baccharis linearis</i></p> <p>Matorral Arborescente de <i>Puya berteroniana</i> y <i>Trevoa trinervis</i></p> <p>Matorral con Suculentas de <i>Puya berteroniana</i> y <i>Trevoa trinervis</i></p> <p>Matorral de <i>Proustia cuneifolia</i> y <i>Trevoa trinervis</i></p> <p>Bosque Nativo Tipo forestal Esclerófilo Subtipo forestal Peumo, Quillay y Litre</p> <p>Bosque Nativo Tipo Forestal Esclerófilo Subtipo Forestal Esclerófilo</p>	<p>Paisaje total/Ecosistema</p> <p>Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Lithraea caustica</i></p> <p>Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Cryptocarya alba</i> y <i>Peumus boldus</i></p> <p>Bosque espinoso mediterráneo interior de <i>Acacia caven</i> y <i>Prosopis chilensis</i></p>

Plan de Restauración S.N. Quebrada de La Plata

Programa de control de amenazas

Se deja establecido un programa de control de amenazas para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata, cuyas actividades buscan apoyar la gestión del área bajo protección y del mismo modo apoyar a la adecuada materialización de los proyectos de restauración.

- Objetivo del Programa:

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los componentes clave que se busca potenciar con los proyectos de restauración desarrollados para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata, a través de medidas y actividades directas de control y prevención.

- Amenazas y actividades:

Amenaza	Actividades	Componentes claves involucrados
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. Aseguramiento de suministro en estanque de acumulación dispuesto en el área para el apoyo al combate de incendios forestales. Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. Cierre de los accesos no regulados al Santuario. 	<ul style="list-style-type: none"> Ecosistemas ladera exposición Norte Ecosistemas ladera exposición Sur Fauna con movilidad reducida
Extracción de leña y tierra de hoja	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de los accesos no regulados al Santuario. Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Santuario hacia la comunidad involucrada. 	<ul style="list-style-type: none"> Ecosistemas ladera exposición Sur
Actividades recreativas y deportivas incompatibles con objetos del Santuario (motociclismo)	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de los accesos no regulados al Santuario. Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención de los cierres del Santuario. Desarrollo de programa de actividades de involucramiento con la comunidad vecina para puesta en valor y cuidado del Santuario. Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Ecosistemas ladera exposición Norte Ecosistemas ladera exposición Sur Fauna con movilidad reducida

Fuente: elaboración propia

Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina.

- **Objetivo general del proyecto:**

Recuperación del hábitat y servicios ecosistémicos alterados por la actividad minera en el S.N. Quebrada de la Plata mediante la instalación de una cubierta vegetal leñosa baja (matorral) para iniciar el proceso de recuperación a largo plazo de estas áreas.

- **Objetivos específicos del proyecto:**

Generar el diagnóstico de la situación y medidas de restauración de detalle de los sitios degradados por la actividad minera en el S.N. Quebrada de La Plata.

Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.

Estabilizar física y químicamente los taludes, cortes y depósitos de materiales en los sitios ocupados por la actividad minera.

Instalación de una cubierta vegetal del tipo matorral o matorral arborescente en los sitios ocupados por la actividad minera.

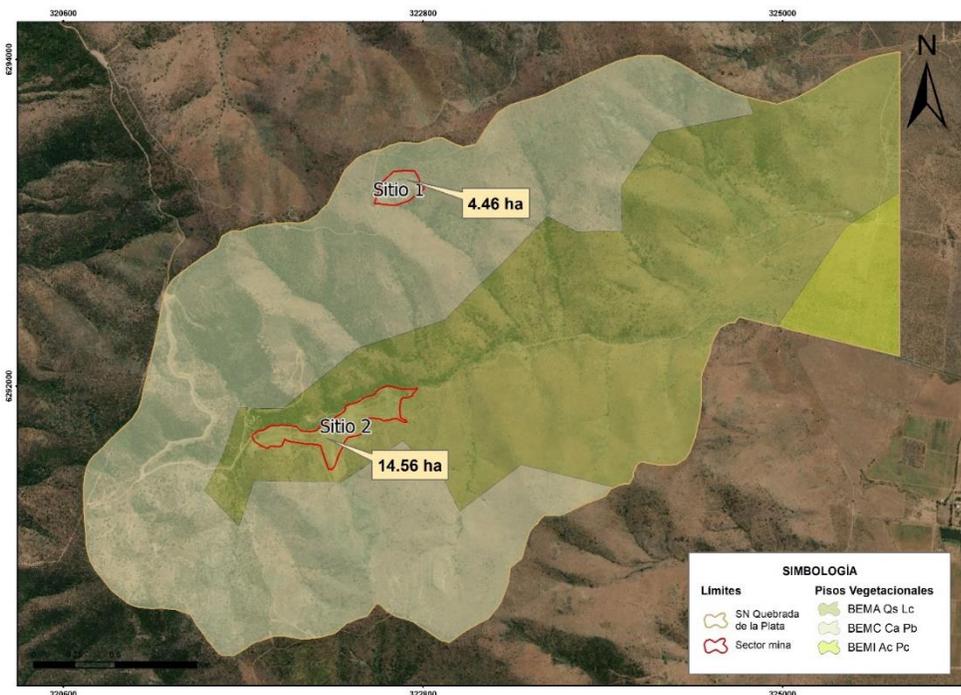
- **Componentes claves involucrados**

- Ecosistemas de exposición norte
- Ecosistemas ladera exposición Sur
- Fauna de baja movilidad

- **Selección de sitio y superficie involucrada**

Los sitios involucrados en el proyecto corresponden a las áreas que tuvieron actividad minera al interior del Santuario de la Naturaleza, los que corresponden a dos sitios de 14,56 ha y 4,46 ha, lo que suma en total 19,02 ha, tal como lo grafica la siguiente figura.

Figura 12: Sitios del proyecto de restauración ambiental y ecológica sector mina.



Fuente: elaboración propia

- Actividades

Actividades año 1 al 3:

1. Evaluación de línea de base componentes suelo, geomorfología, hidrología y topografía de detalle de los sitios a rehabilitar.
 - Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.
 - Levantamiento de línea de base de componentes suelo, geomorfología e hidrología.
 - Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su cubicación de superficie.
2. Evaluación de la distribución, abundancia y estado actual y dieta de la fauna de baja movilidad en los sectores intervenidos por la actividad minera.
 - Diseño de muestreo en sitios alterados por la actividad minera, más puntos de control en el S.N. Quebrada de La Plata.
 - Evaluaciones estacionales, se considera la ejecución de cuatro campañas al año. La metodología considera la instalación de transectos de avistamiento, captura y recaptura mediante lazos y trampas para micromamíferos, y puntos de observación punto representativos al interior del Santuario.
3. Elaboración detalle proyecto de rehabilitación ambiental y ecológica.
4. Elaboración, tramitación y aprobación plan de cierre minero SERNAGEOMIN.
5. Vivero.
 - Producción 12.500 plantas/año.
 - Producción en maceta (bolsa y bandeja).

- Tiempo de operación: 8 años.
- Superficie requerida: 1.000 m².
- Personal tiempo completo: 1 jefe de vivero y 1 operario.
- Plantas producidas con germoplasma local.
- Al menos 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 3 al 7:

6. Estabilización física de los sitios de actividad minera.
 - Estabilización de taludes, rellenos, preparación de suelo, construcción obras de conservación de suelo y control de erosión.
 - Descompactación de suelo.
 - Restitución hídrica.
7. Plantación.
 - Superficie de plantación anual: 6,34 ha
 - Densidad de plantación: 1.500 pl/ha.
 - Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
 - Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
 - Plantación en "cluster" (bosquetes).
 - Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).
 - Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.
 - Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.
8. Construcción de refugios para fauna.

Actividades año 4 al 15:

9. Mantenimiento de las obras física de estabilización, revegetaciones y riego plantación.
 - Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas durante los 3 años siguientes a la plantación.
 - Reposición de un 10% de las obras de conservación de suelo y manejo de infiltración durante los 5 años siguientes a su construcción.
 - Riego: 15 l/planta cada 15 días en los 8 meses más áridos durante 3 primeros años. Disminución a 10 l/planta cada 30 días en los 6 meses más áridos durante 2 años siguientes, y 5 l/planta cada 30 días en los 6 meses más áridos durante 1 año final.
10. Monitoreo.
 - 10.1 Monitoreo a plantaciones
 - Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos. Cubrimiento de la vegetación en punto de seguimiento permanente.
 - Frecuencia: 6 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).
 - 10.2 Monitoreo a fauna
 - Parámetros por evaluar: riqueza y abundancia de especies de fauna de baja movilidad (reptiles y micromamíferos).
 - Frecuencia: estacional (4 veces al año) por 13 años.

- Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito mínimos a alcanzar al cabo de los 10 años de realizada la plantación:

- Reforestación > 80% prendimiento, y altura media para especies arbóreas > 2 m y >1m para especies arbustivas.
- 10% aumento abundancia de especies de fauna de baja movilidad.

Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

- Carta Gantt

El proyecto contempla un horizonte total de 15 años de implementación

Item	Superficie	6,34			6,34			6,34								
	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cubicación superficie, topografía (dron), líneas de base suelo, geomorfología e hidrología		█														
Evaluación de la distribución, abundancia y estado actual fauna de baja movilidad.		█	█													
Detalle del plan de recuperación		█	█													
Vivero		█	█	█	█	█	█	█	█	█						
Plantación				█	█	█										
Obras suelo				█	█	█										
Cerca				█	█	█										
Riego				█	█	█										
Plantación				█	█	█										
Mantenición					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Mantenimiento y replante S1					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Mantenimiento y replante S2						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Mantenimiento y replante S3							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Monitoreo					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Monitoreos plantación S1					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Monitoreos plantación S2						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Monitoreos plantación S3							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Montoreo fauna					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Fuente: elaboración propia

- Costo estimado

Item	Total
Cubicación superficie, topografía (dron), líneas de base suelo, geomorfología e hidrología	UF 2.187,5
Evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones carnívoros.	UF 1.263,0
Detalle del plan de recuperación	UF 530,2
Vivero	UF 1.868,5
Obras suelo	UF 929,4
Cerco	UF 1.644,2
Plantación	UF 16.625,7
Riego	UF 7.162,8
Mantenimiento y replante	UF 37.605,2
Monitoreos	UF 9.772,9
Total (UF)	79.589,3
Total USD	3.059.863,9
Superficie (ha)	19,0
Valor unitario (UF/ha)	4.180,1
Valor unitario (USD/ha)	160.707,1

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	71.759,8
VPN USD	2.758.853,4
VPN UF/Ha	3.772,9
VPN USD/Ha	145.050,1

Fuente: elaboración propia

- Métrica de cuantificación compensación

Tabla 44: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Diversidad	0,79	0,81	10	10
	Fragmentación	0,41	0,44	4	4
	Conectividad	0,46	0,46	4	4
BEMC Ca Pb	Diversidad	0,69	0,77	7	10
	Fragmentación	0,49	0,50	4	7
	Conectividad	0,32	0,35	4	4

Fuente: elaboración propia

Tabla 45: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	0	4
	Composición	0	7
	Ambientes de fauna	0	7
	Regeneración y reclutamiento	0	7
BEMC Ca Pb	Estado de la estructura	0	4
	Composición	0	7
	Ambientes de fauna	0	7
	Regeneración y reclutamiento	0	7

Fuente: elaboración propia

Tabla 46 Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,31
	GNB*	2,84
BEMC Ca Pb	δ de condición	0,41
	GNB*	1,15

Fuente: elaboración propia

Proyecto de restauración bosques esclerófilos

- Objetivo general del proyecto:

Recuperación y potenciamiento de los bosques esclerófilos mediante el enriquecimiento de bosques abiertos y matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para este tipo de formación.

- Objetivos específicos del proyecto:

Identificar sitios de vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.

Restauración mediante revegetaciones de sitios con vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

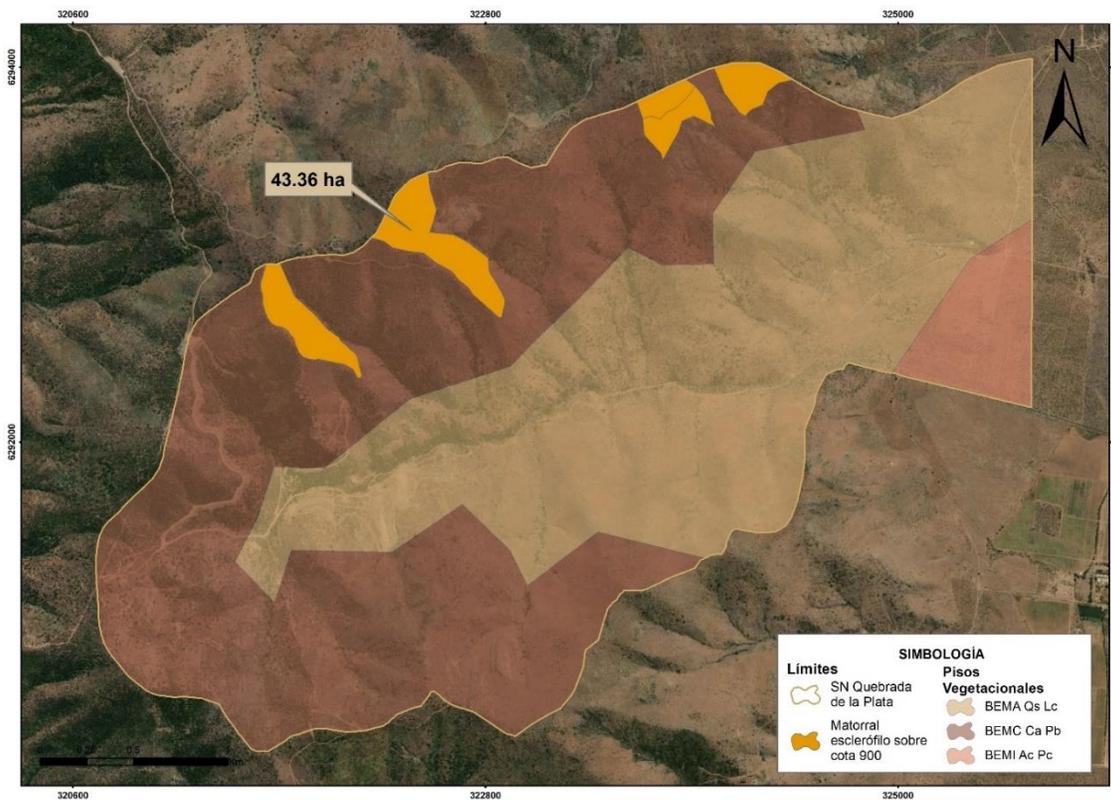
- Componentes claves involucrados

- Ecosistemas de exposición sur
- Fauna de baja movilidad

- Selección de sitio y superficie involucrada

Se considera una superficie total de 43,36 ha, tal como se presenta en la siguiente figura.

Figura 13: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo SN Quebrada de La Plata.



Fuente: elaboración propia

- Actividades

Actividades año 1 al 3:

1. Cubicación superficie.

- Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.
- Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su cubicación de superficie.

2. Vivero.

- Producción 12.500 plantas/año.
- Producción en maceta (bolsa y bandeja).
- Tiempo de operación: 8 años.
- Superficie requerida: 1.000 m².
- Personal tiempo completo: 1 jefe de vivero y 1 operario.
- Plantas producidas con germoplasma local.
- Al menos 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 3 al 5:

3. Plantación.

- Superficie anual: 14,5 ha

- Densidad de plantación: 660 pl/ha
- Zanjas de infiltración en todos los paños
- Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
- Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
- Plantación en "cluster" (bosquetes), con abrigo lateral (no despeje vegetación actual).
- Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).
- Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.
- Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.

Actividades año 4 al 11:

4. Mantenimiento y riego plantación (año 4 al 10).

- Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas y de la infraestructura construida durante los 3 primeros años.
- Riego: 15 l/planta cada 15 días. 3 primeros años 6 meses, 2 años siguientes sólo riego 4 meses.

5. Monitoreo (año 4 al 11).

5.1 Monitoreo plantaciones

- Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos.
- Frecuencia: 3 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).

- Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 6 años de realizada la plantación:

- Reforestación > 80% prendimiento, y altura media para especies arbóreas > 2 m y >1m para especies arbustivas.

Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

- Carta Gantt

Se considera un plazo de 11 años para la ejecución del proyecto.

Item	Superficie											
	Año	1	2	14,5	14,5	14,5	6	7	8	9	10	11
Cubicación superficie y topografía (dron)		█										
Vivero		█	█	█	█	█	█	█	█			
Plantación			█	█	█	█						
<i>Obras suelo</i>			█	█	█							
<i>Cerco</i>			█	█	█							
<i>Construcción Sistema Riego</i>			█	█	█							
<i>Plantación</i>			█	█	█							
Mantenimiento y replante				█	█	█	█	█	█	█	█	█
<i>Mantenimiento y replante S1</i>				█	█	█	█	█	█			
<i>Mantenimiento y replante S2</i>					█	█	█	█	█	█		
<i>Mantenimiento y replante S3</i>						█	█	█	█	█	█	
Monitoreo				█	█	█	█	█	█	█	█	█
<i>Monitoreo S1</i>				█	█	█	█	█	█	█		
<i>Monitoreo S2</i>					█	█	█	█	█	█	█	
<i>Monitoreo S3</i>						█	█	█	█	█	█	█

Fuente: elaboración propia

- Costo estimado

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	UF 695,9
Vivero	UF 6.657,8
Obras suelo	UF 760,6
Cerco	UF 3.748,2
Plantación	UF 26.816,3
Riego	UF 16.149,5
Mantenimiento y replante	UF 72.678,4
Monitoreos	UF 9.121,9
Total (UF)	136.628,5
Total USD	5.252.776,6
Superficie (ha)	43,4
Valor unitario (UF/ha)	3.151,0
Valor unitario (USD/ha)	121.143,4

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	116.696,0
VPN USD	4.486.459,2
VPN UF/Ha	2.691,3
VPN USD/Ha	103.470,0

Fuente: elaboración propia

- Métrica de cuantificación compensación

Tabla 47: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosques esclerófilos

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMC Ca Pb	Diversidad	0,77	0,78	10	10
	Fragmentación	0,37	0,44	4	4
	Conectividad	0,50	0,50	7	7

Fuente: elaboración propia

Tabla 48: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestre, Proyecto de restauración bosques esclerófilos

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMC Ca Pb	Estado de la estructura	4	7
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	4	7

Fuente: elaboración propia

Tabla 49: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMC Ca Pb	δ de condición	0,08
	GNB*	2,03

Fuente: elaboración propia

S.N. SAN FRANCISCO DE LAGUNILLAS Y QUILLAYAL

Matriz de componentes clave de biodiversidad

<p>Especies Flora</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Porlieria chilensis</i> • <i>Kageneckia angustifolia</i> • <i>Laretia acaulis</i> 	<p>Especies Fauna</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lama guanicoe</i> • <i>Leopardus colocolo</i> • <i>Leopardus guigna</i> • <i>Liolaemus leopardinus</i> • <i>Liolaemus ramonensis</i> • <i>Liolaemus valdesianus</i> • <i>Callopistes maculatus</i> • <i>Philodryas chamissonis</i> • <i>Puma concolor</i> • <i>Rhinella arunco</i> • <i>Vultur gryphus</i> • <i>Lycalopex culpaeus</i> • <i>Spalacopus cyanus</i> • <i>Lagidium viscacia</i> • <i>Merganetta armata</i>
<p>Comunidades/Hábitats</p> <p>Bosque Nativo Tipo Forestal Esclerófilo Subtipo Forestal Frangel</p> <p>Matorral Arborescente de <i>Kageneckia angustifolia</i></p> <p>Vegas de <i>Eleocharis albibracteatus</i> y <i>Carex gayana</i></p> <p>Vegas de <i>Juncus balticus</i> y <i>Carex gayana</i></p>	<p>Paisaje total/Ecosistema</p> <p>Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Kageneckia angustifolia</i> y <i>Guindilia trinervis</i></p> <p>Bosque esclerófilo mediterráneo andino de Quillaja saponaria y <i>Lithraea caustica</i></p>

Plan de Restauración S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal

Programa de control de amenazas

Se deja establecido un programa de control de amenazas para el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas y Quillayal, cuyas actividades buscan apoyar la gestión del área bajo protección y del mismo modo apoyar a la adecuada materialización de los proyectos de restauración.

- **Objetivo del Programa:**

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los componentes clave que se busca potenciar con los proyectos de restauración desarrollados para el Santuario de la Naturaleza, a través de medidas y actividades directas de control y prevención.

- **Amenazas y actividades:**

Amenaza	Actividades	Componentes claves involucrados
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. 	➤ Frangel

Amenaza	Actividades	Componentes claves involucrados
	<ul style="list-style-type: none"> Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. Construcción de estanques de acumulación de agua para el apoyo al combate de incendios forestales. Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. Cierre de los accesos no regulados al Santuario. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vegetación esclerófila
Especies invasoras	<ul style="list-style-type: none"> Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Financiamiento a tareas de extracción y control de especies invasoras como conejos y rosa mosqueta. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Frangel ➤ Vegetación esclerófila ➤ Vegas
Sobrepastoreo por ganado no regulado al interior del Santuario	<ul style="list-style-type: none"> Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Santuario hacia la comunidad involucrada 	<ul style="list-style-type: none"> • Frangel • Vegas

Fuente: elaboración propia

Proyecto de restauración bosques esclerófilos

- Objetivo general del proyecto:

Recuperación y potenciamiento de los bosques esclerófilos mediante el enriquecimiento de bosques abiertos y matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para este tipo de formación.

- Objetivos específicos del proyecto:

Identificar sitios de vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.

Restauración mediante revegetaciones de sitios con vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

- Componentes claves involucrados

- Bosque esclerófilo
- *Kageneckia angustifolia* (Frangel)
- Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Kageneckia angustifolia* y *Guindilia trinervis*
- Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithraea caustica*

- Selección de sitio y superficie involucrada

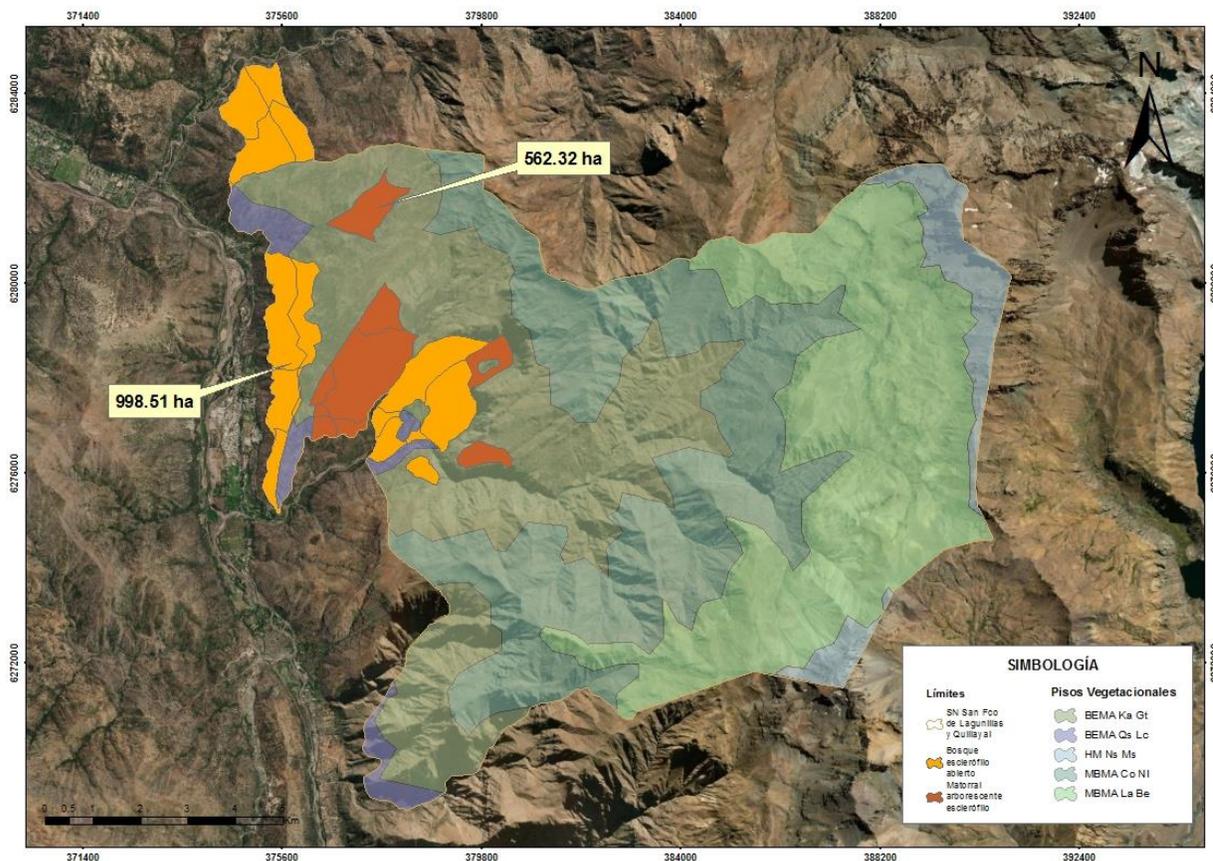
Se considera una superficie total de 1.560,83 ha, las cuales se distribuyen en los dos pisos vegetacionales reconocidos como componentes clave de biodiversidad en el área, tal como se presenta en las siguientes tabla y figura. El proyecto de restauración considera el total de superficie disponible, lo que no implica la obligación de su implementación en la totalidad de superficie, pudiéndose parcializar de acuerdo con las necesidades de compensación del titular que se haga cargo de este proyecto o parte de él.

Tabla 50: Superficie de sitios de plantación proyecto restauración bosques esclerófilos S.N. San Fco. de Lagunillas y Quillayal

Piso vegetacional	Superficie (ha)
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Kageneckia angustifolia</i> y <i>Guindilia trinervis</i>	1.081,62
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Lithraea caustica</i>	479,21
Total (ha)	1.560,83

Fuente: elaboración propia

Figura 14: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo.



Fuente: elaboración propia

- Actividades

Actividades año 1 al 4:

1. Cubicación superficie.

- Levantamiento cartografía de vegetación en los pisos vegetacionales involucrados a lo menos escala 1:5.000.
- Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.
- Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su cubicación de superficie.

2. Vivero.

- Producción 41.000 plantas/año.
- Producción en maceta (bolsa y bandeja).
- Tiempo de operación: 20 años.
- Superficie requerida: 500 m².
- Personal tiempo completo: 1 asesor técnico; 1 jefe de vivero, 3 operarios.
- Plantas producidas con germoplasma local.
- Al menos 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 3 al 17:

3. Plantación.

Se considera un total de 1.560,83 ha las cuales se distribuyen en 15 años de plantación, estimado para efectos del cálculo del costo, sin perjuicio de lo cual, y tal como se señaló, este proyecto se podría implementar en más años con menores superficies anuales, por ejemplo entre 20 a 50 ha/año, determinadas por la disponibilidad de recursos (principalmente agua), o sólo en parte de la superficie que involucra. Los criterios de diseño de la plantación son:

- Superficie anual: 104,06 ha
- Densidad de plantación: 450 pl/ha; 220 pl/ha
- Zanjas de infiltración en todos los paños
- Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
- Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
- Plantación en "cluster" (bosquetes), con abrigo lateral (no despeje vegetación actual).
- Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).
- Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.
- Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.

Actividades año 4 al 23:

4. Mantenimiento y riego plantación.

- Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas y de la infraestructura construida durante los 3 primeros años.
- Riego: 15 l/planta cada 15 días. 3 primeros años 6 meses, 2 años siguientes sólo riego 4 meses.

5. Monitoreo.

5.1 Monitoreo plantaciones

- Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos.

- Frecuencia: 3 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).
 - Se considerarán puntos de control fuera de los sectores de plantación.
- Indicador de éxito
- Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 8 años de realizada la plantación:
- Reforestación > 80% prendimiento, y altura media para especies arbóreas > 2 m y >1m para especies arbustivas.

Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

- Carta Gantt

El programa de implementación considera 23 años para efectos del presente ejercicio, sin embargo esto puede variar de acuerdo con la planificación de detalle para su implementación, donde factores como los recursos disponibles, principalmente agua para riego, y respuesta de las plantas en terreno (prendimiento y crecimiento).

Item	Superficie		104,1																						
	Año		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Cubicación superficie y topografía (dron)																									
Vivero																									
Plantación																									
Obras suelo																									
Cerco																									
Construcción Sistema Riego																									
Plantación																									
Mantenimiento y replante																									
Mantenimiento y replante S1																									
Mantenimiento y replante S2																									
Mantenimiento y replante S3																									
Mantenimiento y replante S4																									
Mantenimiento y replante S5																									
Mantenimiento y replante S6																									
Mantenimiento y replante S7																									
Mantenimiento y replante S8																									
Mantenimiento y replante S9																									
Mantenimiento y replante S10																									
Mantenimiento y replante S11																									
Mantenimiento y replante S12																									
Mantenimiento y replante S13																									
Mantenimiento y replante S14																									
Mantenimiento y replante S15																									
Monitoreo																									
Monitoreo S1																									
Monitoreo S2																									
Monitoreo S3																									
Monitoreo S4																									
Monitoreo S5																									
Monitoreo S6																									
Monitoreo S7																									
Monitoreo S8																									
Monitoreo S9																									
Monitoreo S10																									
Monitoreo S11																									
Monitoreo S12																									
Monitoreo S13																									
Monitoreo S14																									
Monitoreo S15																									

Fuente: elaboración propia

- Costo estimado

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	UF 842,1
Vivero	UF 21.179,6
Obras suelo	UF 27.378,3
Cerco	UF 134.923,8
Plantación	UF 795.648,9
Riego	UF 581.333,3
Mantenimiento y replante	UF 1.052.155,3
Monitoreos	UF 328.359,6
Total (UF)	2.941.820,8
Total USD	113.100.315,5
Superficie (ha)	1.560,8
Valor unitario (UF/ha)	1.884,8
Valor unitario (USD/ha)	72.461,6

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	2.929.845,9
VPN USD	112.639.933,6
VPN UF/Ha	1.877,1
VPN USD/Ha	72.166,7

Fuente: elaboración propia

- Métrica de cuantificación compensación

Tabla 51: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosques esclerófilos

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Diversidad	0,72	0,69	7	7
	Fragmentación	0,53	0,57	7	7
	Conectividad	0,17	0,30	0	4
BEMA Ka Gt	Diversidad	0,75	0,74	10	7
	Fragmentación	0,11	0,21	0	0
	Conectividad	0,17	0,40	0	4

Fuente: elaboración propia

Tabla 52: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestre, Proyecto de restauración bosques esclerófilos

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	4	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	4	7
BEMA Ka Gt	Estado de la estructura	4	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	4	7

Fuente: elaboración propia

Tabla 53: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,18
	GNB*	53,66
BEMA Ka Gt	δ de condición	0,13
	GNB*	87,32

Fuente: elaboración propia

Proyecto de potenciamiento vegas de altura

- Objetivo general del proyecto:

Recuperar la composición y productividad de las vegas de altura del Santuario, mediante el manejo de la cosecha de material vegetal por el ganado doméstico.

- Objetivos específicos del proyecto:

Catastrar las vegas altoandinas presentes en el Santuario, definiendo ubicación, superficie, estructura y composición florística.

Compatibilizar el uso sustentable de las vegas de altura, promoviendo su recuperación productiva, biológica y como hábitat para la fauna.

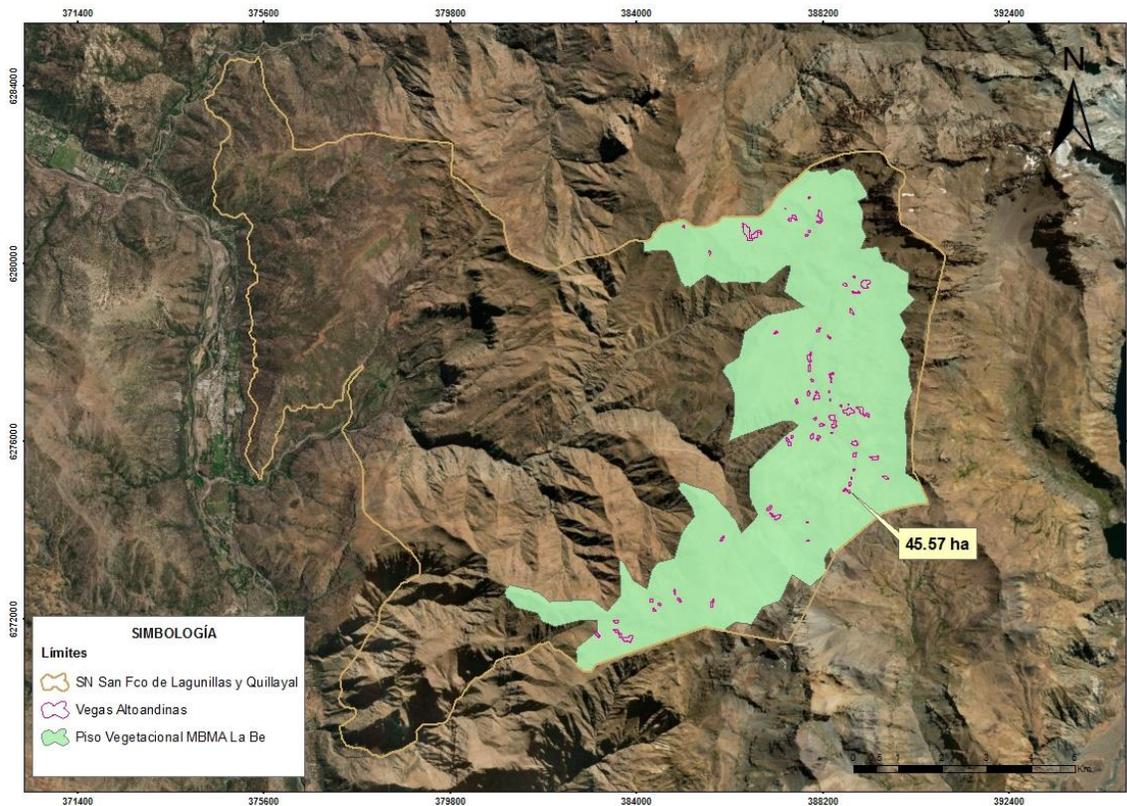
- Componentes claves involucrados

- Vegas
- Fauna de baja movilidad (reptiles y micromamíferos)

- Selección de sitio y superficie involucrada

Los sitios involucrados en el proyecto corresponden a las vegas altoandinas presentes en el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas y Quillayal, las cuales se cubren una superficie de 45,57 ha de acuerdo con BIOTA (2007), tal como lo grafica la siguiente figura.

Figura 15: Sitios del proyecto de restauración ambiental y ecológica sector mina.



Fuente: elaboración propia

- **Actividades**

- **Etapa inicial (año 1 al 3)**

- Catastro de las vegas altoandinas del Santuario, donde se identificarán las vegas presentes, superficie, composición, estructura y especies de fauna residente.
- Elaboración de un plan de manejo de las vegas altoandinas: se identificarán las amenazas presentes, se estimará su productividad, y se establecerán en detalles las medidas a implementar, que complementarán las que se presentan en el presente proyecto de potenciamiento.
- Instalación de exclusiones para la estimación de productividad y monitoreo en sitios definidos en conjunto con arrieros y administración del Santuario.
- Talleres de involucramiento y definición conjunta del uso con los actuales usuarios de las vegas altoandinas (arrieros).
- Diseño de sistema de manejo y pastoreo sustentable de las vegas, en base a la productividad primaria estimada.

- **Etapa implementación (año 3 al 8)**

- Instalación de exclusiones e implementación de medidas de manejo para las vegas más deterioradas. Para efectos de estimación de costos se consideró que esto corresponde a un 30% de las vegas presentes.

- Implementación de medidas de manejo hídrico, si fuera necesario. Esta actividad se excluye de la estimación de costos.
- Construcción de estructuras de abrigo para fauna (madrigueras y pircas).
- Monitoreo de composición y productividad de las vegas incluidas en el plan, y la fauna residente en ellas.

- Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 8 años de desarrollado el plan:

- Inclusión de un 75% de las vegas bajo un esquema de manejo sustentable.
- Aumento de un 10% de la abundancia de las especies de fauna residente en las vegas.

- Carta Gantt

Item	Año	1	2	3	4	5	6	7	8
Evaluación fauna baja movilidad		█							
Catastro vegas y estimación productividad		█	█						
Talleres de involucramiento		█	█						
Elaboración plan de manejo		█	█	█					
Instalación de exclusiones y pircas			█	█	█	█	█	█	█
Monitoreos				█	█	█	█	█	█

Fuente: elaboración propia

- Costo estimado

Item	Total
Evaluación fauna baja movilidad	UF 851,0
Catastro vegas y estimación productividad	UF 1.347,1
Talleres de involucramiento	UF 750,2
Elaboración plan de manejo	UF 432,6
Instalación de exclusiones y pircas	UF 1.173,8
Monitoreos	UF 7.541,3
Total (UF)	12.096,1
Total USD	465.042,3
Superficie (ha)	45,6
Valor unitario (UF/ha)	265,4
Valor unitario (USD/ha)	10.205,0

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN	10.322,3
VPN USD	396.848,1
VPN UF/Ha	1,0
VPN USD/Ha	37,2

Fuente: elaboración propia

- Métrica de cuantificación compensación

Tabla 54: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de potenciamiento vegas de altura

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
MBMA La Be	Diversidad	0,50	0,50	7	7
	Fragmentación	0,01	0,01	0	0
	Conectividad	0,14	0,14	0	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 55: Puntaje métricas nivel Ecosistemas Terrestres, Proyecto de potenciamiento vegas de altura

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
MBMA La Be	Estado de la estructura	4	4
	Composición	4	4
	Ambientes de fauna	4	7
	Regeneración y reclutamiento	4	7

Fuente: elaboración propia

Tabla 56: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

MBMA La Be	δ de condición	0,08
	GNB*	2,14

Fuente: elaboración propia

S.N. CERRO POQUI

Matriz de componentes clave de biodiversidad

<p>Especies Flora</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Beilschmiedia berteroa</i> • <i>Chloraea prodigiosa</i> • <i>Dasyphyllum excelsum</i> • <i>Drimys winteri</i> • <i>Gilliesia graminea</i> • <i>Nothofagus glauca</i> • <i>Nothofagus macrocarpa</i> • <i>Persea lingue</i> • <i>Citronella mucronata</i> • <i>Aextoxicon punctatum</i> 	<p>Especies Fauna</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Leopardus guigna</i> • <i>Liolaemus curicensis</i> • <i>Liolaemus schroederi</i> • <i>Rhinella arunco</i> • <i>Alsodes cantillanensis</i> • <i>Vultur gryphus</i> • <i>Pristidactylus valeriae</i> • <i>Buteo albigula</i> • <i>Leopardus colocolo</i> • <i>Puma concolor</i> • <i>Conepatus chinga</i> • <i>Galictis cuja</i> • <i>Lycalopex griseus</i> • <i>Lycalopex culpaeus</i> • <i>Lasiurus cinereus</i>
<p>Comunidades/Hábitats</p> <p>Bosque Nativo Tipo forestal Esclerófilo Subtipo forestal Peumo, Quillay y Litre</p> <p>Bosque Nativo Tipo Forestal Roble-Hualo, Subtipo Forestal Roble-Hualo</p> <p>Bosque Nativo Tipo Forestal Roble-Hualo, Subtipo Forestal Roble Del Norte</p> <p>Matorral Arborescente de <i>Nothofagus glauca</i> y <i>Cryptocarya alba</i></p>	<p>Paisaje total/Ecosistema</p> <p>Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus macrocarpa</i> y <i>Ribes punctatum</i></p> <p>Bosque esclerófilo mediterráneo andino de de Quillaja saponaria y <i>Lithraea caustica</i></p> <p>Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Cryptocarya alba</i> y <i>Peumus boldus</i></p>

Plan de Restauración S.N. Cerro Poqui

Programa de control de amenazas

Se deja establecido un programa de control de amenazas para el Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui, cuyas actividades buscan apoyar la gestión del área bajo protección y del mismo modo apoyar a la adecuada materialización de los proyectos de restauración.

- Objetivo del Programa:

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los componentes clave que se busca potenciar con los proyectos de restauración desarrollados para el Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui, a través de medidas y actividades directas de control y prevención.

• Amenazas y actividades:

Amenaza	Actividades	Componentes claves involucrados
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. • Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. • Aseguramiento de suministro en estanque de acumulación dispuesto en el área para el apoyo al combate de incendios forestales. • Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. • Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. • Cierre de los accesos no regulados al Santuario. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tipo forestal Roble-Hualo ➤ Bosque higrófilo ➤ <i>Alsodes cantillanensis</i> ➤ Carnívoros
Extracción hídrica no regulada	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. • Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. • Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Santuario hacia la comunidad involucrada. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bosque higrófilo ➤ <i>Alsodes cantillanensis</i>
Turismo no regulado	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. • Desarrollo de programa de actividades de involucramiento con la comunidad vecina para puesta en valor y cuidado del Santuario. • Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. • Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tipo forestal Roble-Hualo ➤ Bosque higrófilo ➤ <i>Alsodes cantillanensis</i> ➤ Carnívoros
Cazadores y perros de caza	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. • Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. • Desarrollo de programa de actividades de educación e involucramiento con la comunidad vecina para controlar la cacería al interior del Santuario. • Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Alsodes cantillanensis</i> ➤ Carnívoros

Fuente: elaboración propia

Proyecto de restauración zona amortiguamiento bosque roble-hualo.

• Objetivo general del proyecto:

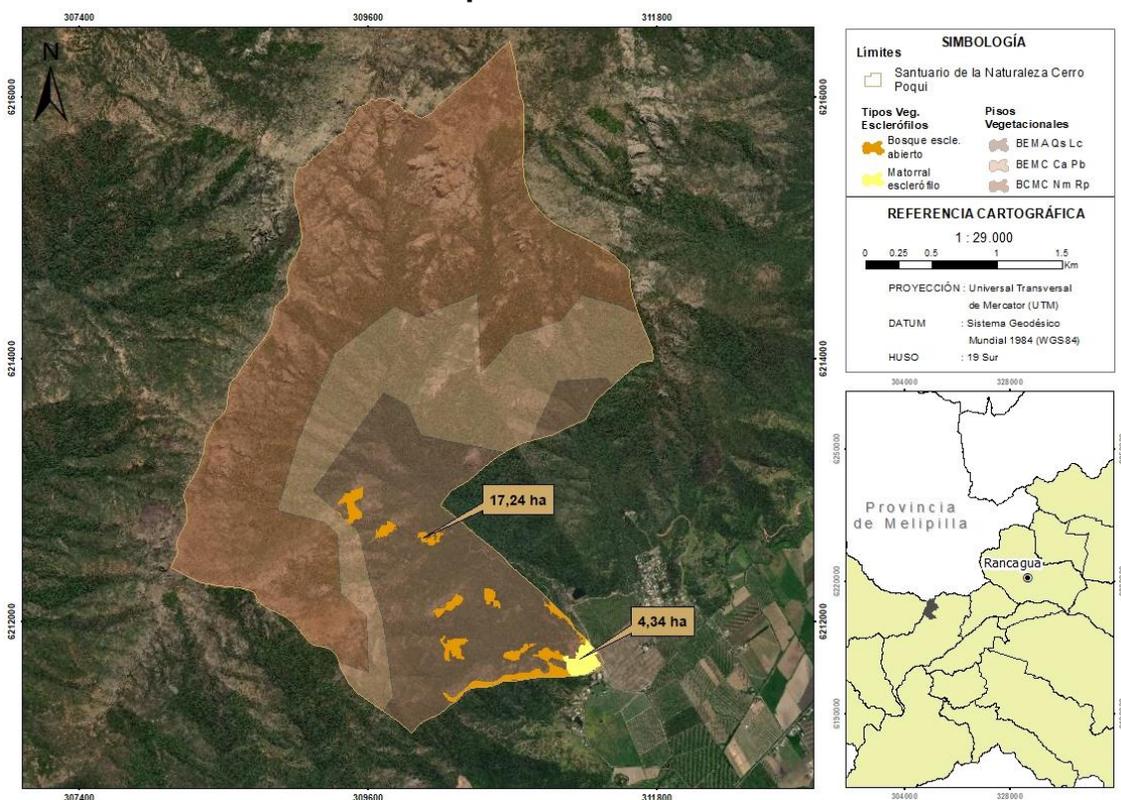
Recuperación y potenciamiento de la zona de amortiguamiento para el bosque del tipo forestal roble-hualo y poblaciones de carnívoros mediante el mejoramiento del ambiente esclerófilo de modo de generar un filtro a las amenazas y cargas del bosque de roble-hualo.

- **Objetivos específicos del proyecto:**
 Identificar sitios de vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat en el ambiente esclerófilo del SN Cerro Poqui.
 Conocer la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones de carnívoros en S.N. Cerro Poqui.
 Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.
 Restauración mediante revegetaciones de sitios con vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

- **Componentes claves involucrados**
 - Tipo forestal roble-hualo
 - Carnívoros

- **Selección de sitio y superficie involucrada**
 Se considera una superficie total de 21,58 ha tal como se presenta en la siguiente figura.

Figura 16: Unidades a reforestar proyecto restauración zona de amortiguamiento bosque tipo forestal roble-hualo.



Fuente: elaboración propia

- Actividades

Actividades año 1 al 2:

1. Cubicación superficie.

- Levantamiento cartografía de vegetación bajo cota 900 msnm, a lo menos escala 1:5.000.
- Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.
- Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su cubicación de superficie.

2. Evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones carnívoros.

- Diseño de muestreo en S.N Cerro Poqui.

- Instalación trampas cámara, para lo cual los costos se estimaron con 20 puntos.
- Evaluaciones estacionales, se considera la ejecución de cuatro campañas al año. La metodología considera la instalación de trampas olfativas, transectos y análisis de dieta, en punto representativos al interior del Santuario.

3. Vivero.

- Producción 10.000 plantas/año
- Producción en maceta (bolsa y bandeja).
- Tiempo de operación: 8 años.
- Superficie requerida: 120 m².
- Personal tiempo completo 1 jefe de vivero y 1 operario.
- Plantas producidas con germoplasma local.
- 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 3 al 4:

4. Plantación.

Se considera un total de 21,58 ha. Los criterios de diseño de la plantación son:

- Superficie de plantación anual: 10,8 ha
- Densidad de plantación: 660 pl/ha
- Construcción de zanjas de infiltración en todos los paños a plantar.
- Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
- Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
- Plantación en "cluster" (bosquetes), con abrigo lateral (no despeje vegetación actual).
- Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).
- Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.
- Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.

Actividades año 4 al 10:

5. Mantenimiento y riego plantación.

- Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas y de la infraestructura construida durante los 3 primeros años.
- Riego: 15 l/planta cada 15 días. 3 primeros años 6 meses, 2 años siguientes sólo riego 4 meses.

6. Monitoreo.

6.1 Monitoreo plantaciones

- Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos.
- Frecuencia: 3 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).

6.2 Monitoreo carnívoros (8 años)

- Parámetros por evaluar: registro de especies de carnívoros en las trampas cámara.
- Monitoreo con trampas cámara: 20 puntos.
- Revisión mensual al menos 25% de los puntos.

- Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 10 años de realizada la plantación:

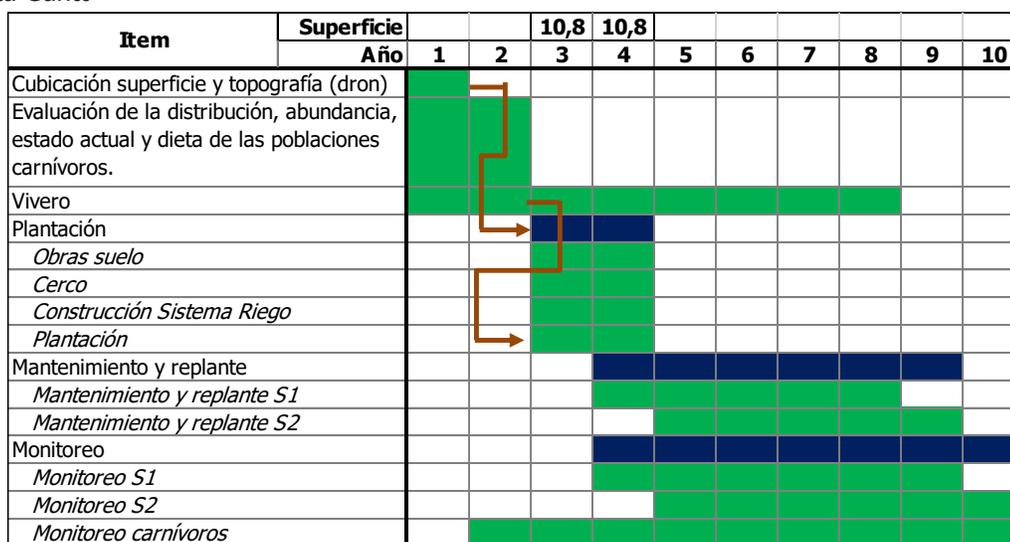
- Reforestación > 80% prendimiento, y altura media > 2 m.
- Verificación reclutamiento tipo forestal roble-hualo.
- Aumento abundancia carnívoros (10%).

Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

- Carta Gantt



Fuente: elaboración propia

- Costo estimado

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	UF 768,8
Evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones carnívoros.	UF 2.891,0
Vivero	UF 6.558,6
Obras suelo	UF 377,1
Cerco	UF 1.858,5
Plantación	UF 13.321,6
Riego	UF 8.007,7
Mantenimiento y replante	UF 36.037,5
Monitoreos	UF 9.803,1
Total (UF)	79.623,8
Total USD	3.061.190,8
Superficie (ha)	21,5
Valor unitario (UF/ha)	3.703,4
Valor unitario (USD/ha)	142.381,0

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	68.779,4
VPN USD	2.644.270,6
VPN UF/Ha	3.199,0
VPN USD/Ha	122.989,3

Fuente: elaboración propia

- Métrica de cuantificación compensación

Tabla 57: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Diversidad	0,09	0,01	0	0
	Fragmentación	0,98	0,99	10	10
	Conectividad	1,00	1,00	10	10

Fuente: elaboración propia

Tabla 58: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	4	7
	Composición	7	7

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	4	10

Fuente: elaboración propia

Tabla 59: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,11
	GNB*	1,52

Fuente: elaboración propia

Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.

- Objetivo general del proyecto:

Recuperación de la estructura del bosque higrófilo y del hábitat para *Alsodes cantillanensis* en el S.N. Cerro Poqui mediante la implementación de manejo de la vegetación y control de especies invasoras.

- Objetivos específicos del proyecto:

Identificar sitios de vegetación higrófila degradada y/o con potencial de generación de hábitat para *A. cantillanensis* en el SN Cerro Poqui.

Conocer la distribución, abundancia y estado actual de la población de *A. cantillanensis* en S.N. Cerro Poqui.

Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.

Restauración mediante revegetaciones de sitios con vegetación higrófila degradada y/o con potencial de generación de hábitat.

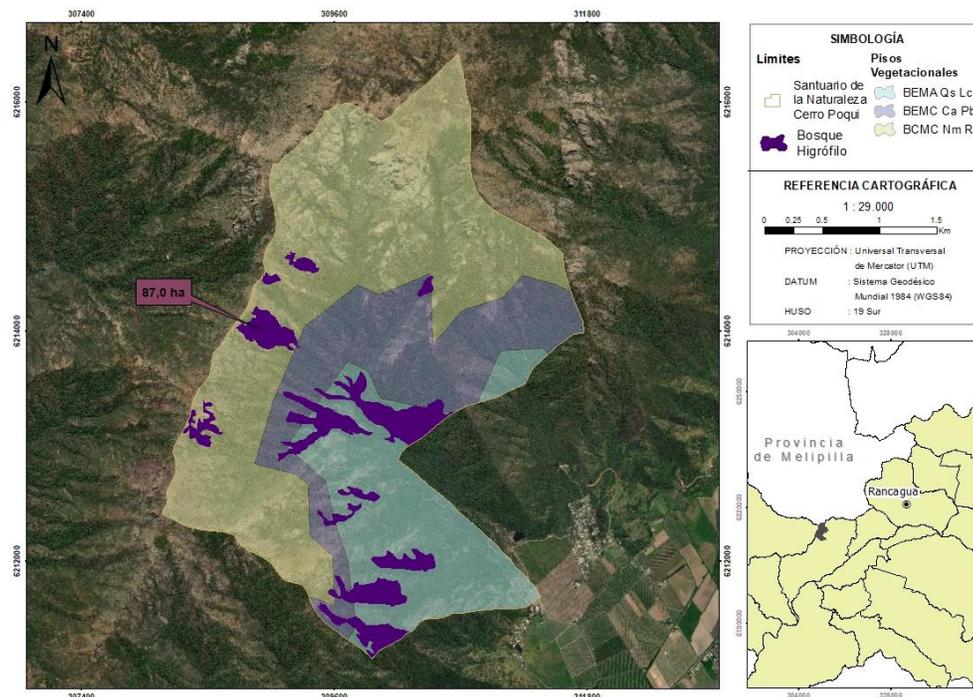
- Componentes claves involucrados

- Bosque higrófilo
- Alsodes cantillanensis*

- Selección de sitio y superficie involucrada

Se considera una superficie total de 87 ha tal como se grafica en la siguiente figura.

Figura 17: Bosques higrófilos en el Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui



Fuente: elaboración propia en base a Photosintesis Consultores. 2017

- Actividades

Actividades año 1 al 2:

1. Cubicación superficie.

- Levantamiento cartografía de vegetación, a lo menos escala 1:5.000.
- Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.
- Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su cubicación de superficie.

2. Evaluación de la distribución, abundancia y estado actual de la población de *Alsodes cantillanensis*.

- Diseño de muestreo en S.N Cerro Poqui.
- Evaluaciones estacionales, se considera la ejecución de cuatro campañas. La metodología considera la instalación de transectos auditivos y búsqueda activa en los ambientes higrófilos.

3. Vivero.

- Producción 10.000 plantas/año
- Producción en maceta (bolsa y bandeja).
- Tiempo de operación: 10 años.
- Superficie requerida: 120 m².
- Personal tiempo completo 1 jefe de vivero y 1 operario.
- Plantas producidas con germoplasma local: *Beilschmedia miersii*, *Crinodendron patagua*, *Aextoxicon punctatum*, *Persea lingue* y *Drymis winteri*.
- 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 3 al 6:

4. Plantación.

- Superficie anual: 21,8 ha
- Densidad de plantación: 330 pl/ha
- Limpieza y control especies vegetales invasoras en todos los paños.
- Obras de infiltración en todos los paños.
- Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
- Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
- Plantación en "cluster" (bosquetes) o reemplazo, con abrigo lateral (no despeje vegetación actual).
- Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).
- Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.
- Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.

Actividades año 4 al 12:

5. Mantenimiento y riego plantación.

- Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas y de la infraestructura construida durante los 3 primeros años.
- Riego: 10 l/planta cada 15 días. 3 primeros años 6 meses, 2 años siguientes sólo riego 4 meses.

7. Monitoreo.

7.1 Monitoreo plantaciones

- Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos.
- Frecuencia: 3 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).

7.2 Monitoreo *Alsodes cantillanensis* (10 años)

- Parámetros por evaluar: registro de especies en puntos de muestreo permanentes y transectos.
- Campañas estacionales, 4 veces al año.

- Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 10 años de realizada la plantación:

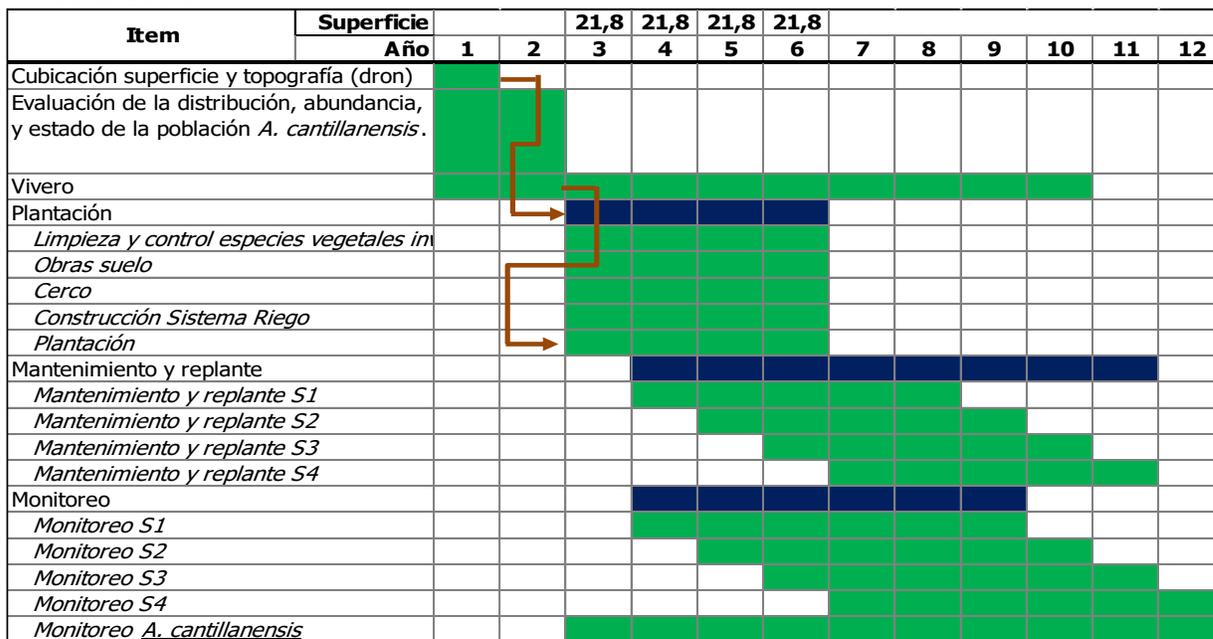
- Enriquecimiento > 80% prendimiento, y altura media > 2 m.
- Verificación reclutamiento especies forestales.
- Aumento abundancia *Alsodes cantillanensis* (10%)

Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

- Carta Gantt



Fuente: elaboración propia

- Costo estimado

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	UF 768,8
Evaluación de la distribución, abundancia y estado actual <i>A. cantillanensis</i>	UF 2.052,0
Vivero	UF 8.006,3
Limpieza y control sps vegetales invasoras	UF 9.184,6
Zanjas infiltración	UF 1.907,6
Cerco	UF 7.520,6
Plantación	UF 45.067,7
Riego	UF 30.434,3
Mantenimiento y replante	UF 125.264,5
Total (UF)	261.129,0
Total USD	10.039.283,8
Superficie (ha)	87,0
Valor unitario (UF/ha)	3.001,5
Valor unitario (USD/ha)	115.394,1

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	214.888,3
VPN USD	8.261.528,4
VPN UF/Ha	2.470,0
VPN USD/Ha	94.960,1

Fuente: elaboración propia

- Métrica de cuantificación compensación

Tabla 60: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Diversidad	0,84	0,84	10	10
	Fragmentación	0,23	0,23	0	0
	Conectividad	0,61	0,61	7	7
BEMC Ca Pb	Diversidad	0,67	0,67	7	7
	Fragmentación	0,07	0,07	0	0
	Conectividad	0,42	0,42	4	4
BCMC Nm Rp	Diversidad	0,90	0,90	10	10
	Fragmentación	0,07	0,07	0	0
	Conectividad	0,29	0,29	4	4

Fuente: elaboración propia

Tabla 61: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	7	10
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10
BEMC Ca Pb	Estado de la estructura	7	10
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10
BCMC Nm Rp	Estado de la estructura	7	10
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10

Fuente: elaboración propia

Tabla 62: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,15
	GNB*	5,29
BEMC Ca Pb	δ de condición	0,15
	GNB*	1,01
BCMC Nm Rp	δ de condición	0,15
	GNB*	1,86

Fuente: elaboración propia

RESERVA NATURAL ALTOS DE CANTILLANA

Matriz de componentes clave de biodiversidad

<p>Especies Flora</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Adiantum gertrudis</i> • <i>Alstroemeria garaventae</i> • <i>Alstroemeria zoellneri</i> • <i>Avellanita bustillosii</i> • <i>Beilschmiedia berteroaana</i> • <i>Beilschmiedia miersii</i> • <i>Calceolaria verbascifolia</i> • <i>Chloraea disoides var picta</i> • <i>Chloraea prodigiosa</i> • <i>Citronella mucronata</i> • <i>Drimys winteri</i> • <i>Gethyum atropurpureum</i> • <i>Gilliesia graminea</i> • <i>Jubaea chilensis</i> • <i>Kageneckia angustifolia</i> • <i>Leucocoryne conferta</i> • <i>Nothofagus glauca</i> • <i>Persea lingue</i> • <i>Porlieria chilensis</i> • <i>Nothofagus macrocarpa</i> • <i>Luma chequen</i> • <i>Laretia acaulis</i> • <i>Crinodendron patagua</i> 	<p>Especies Fauna</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Chelemys megalonyx</i> • <i>Lioaemus frassinetti</i> • <i>Liolaemus nitidus</i> • <i>Liolaemus gravenhorsti</i> • <i>Pristidactylus valeriae</i> • <i>Vultur gryphus</i> • <i>Alsodes cantillanensis</i> • <i>Trichomycterus areolatus</i> • <i>Percilia gillissi</i> • <i>Spalacopus cyanus</i> • <i>Lagidium viscacia</i> • <i>Pseudalopex culpaeus</i> • <i>Pseudalopex griseus</i> • <i>Galictus cuja</i> • <i>Leopardus guigna</i> • <i>Leopardus colocolo</i>
<p>Comunidades/Hábitats</p> <p>Bosque Nativo Tipo forestal Esclerófilo Subtipo forestal Peumo, Quillay y Litre</p> <p>Bosque Nativo Tipo forestal Roble-Hualo, Subtipo forestal Roble del Norte</p> <p>Matorral Arborescente de Colliguaja odorifera y Lithraea caustica</p> <p>Suculenta de Puya coerulea y Colliguaja odorifera</p>	<p>Paisaje total/Ecosistema</p> <p>Bosque caducifolio mediterráneo costero de Nothofagus macrocarpa y Ribes punctatum</p> <p>Bosque esclerófilo mediterráneo andino de de Quillaja saponaria y Lithraea caustica</p> <p>Bosque esclerófilo mediterráneo costero de Cryptocarya alba y Peumus boldus</p> <p>Matorral bajo mediterráneo costero de Chiquiraga oppositifolia y Mulinum spinosum</p>

Fuente: elaboración propia

Plan de Restauración Reserva Natural Alto de Cantillana

Programa de control de amenazas

Se deja establecido un programa de control de amenazas para la Reserva Natural Altos de Cantillana, cuyas actividades buscan apoyar la gestión del área bajo protección y del mismo modo apoyar a la adecuada materialización de los proyectos de restauración.

- Objetivo del Programa:

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los componentes clave que se busca potenciar con los proyectos de restauración desarrollados para la Reserva Natural Altos de Cantillana.

- Amenazas y actividades:

Amenaza	Actividades	Componentes claves involucrados
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. Aseguramiento de suministro en estanque de acumulación dispuesto en el área para el apoyo al combate de incendios forestales. Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. Cierre de los accesos no regulados al Santuario. 	<ul style="list-style-type: none"> Bosque esclerófilo Carnívoros
Ganadería	<ul style="list-style-type: none"> Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. Determinación de capacidad de carga y plan de "pastoreo" para ganado de arrieros autorizados (ordenación y potenciamiento de praderas, generación potreros). Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Santuario hacia la comunidad involucrada. 	<ul style="list-style-type: none"> Bosque esclerófilo Carnívoros
Perros de vida libre	<ul style="list-style-type: none"> Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. 	<ul style="list-style-type: none"> Carnívoros

Amenaza	Actividades	Componentes claves involucrados
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollo de programa de control de natalidad en perros asilvestrados ➤ Coordinación con planes de tenencia responsable municipales. 	

Fuente: elaboración propia

Proyecto de restauración bosque esclerófilo.

El presente proyecto busca dar continuidad a las formaciones vegetacionales de tipo bosque esclerófilo, a partir de la plantación y enriquecimiento de parches de matorral y matorral arborescente. La detección de las unidades potenciales para el desarrollo del proyecto se establecieron en base a la cartografía del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos año 2013. Así se obtuvo una gran área potencial con muchas situaciones, por lo cual se desarrolló el proyecto considerando dos escenarios de plantación, uno con 660 plantas/ha y otro con 330 plantas/ha. Además, y dada la superficie total resultante (586,0 ha) la cual se distribuye en tres pisos vegetacionales, se hace explícito que la eventual implementación del proyecto se puede realizar por etapas o en una fracción del área total propuesta.

El proyecto de restauración considera el total de superficie disponible, lo que no implica la obligación de su implementación en la totalidad de superficie, pudiéndose parcializar de acuerdo con las necesidades de compensación del titular que se haga cargo de este proyecto o parte de él.

- **Objetivo general del proyecto:**

Recuperación y potenciamiento de los bosques esclerófilos mediante el enriquecimiento de bosques abiertos y matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para este tipo de formación.

- **Objetivos específicos del proyecto:**

Identificar sitios de vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.
Generación de centro de producción de plantas para la restauración a partir de germoplasma local.
Restauración mediante revegetaciones de sitios con vegetación degradada y/o con potencial de recuperación y generación de hábitat.

- **Componentes claves involucrados**

- Bosque esclerófilo
- Fauna de baja movilidad

- **Criterios de selección de sitio y superficie involucrada**

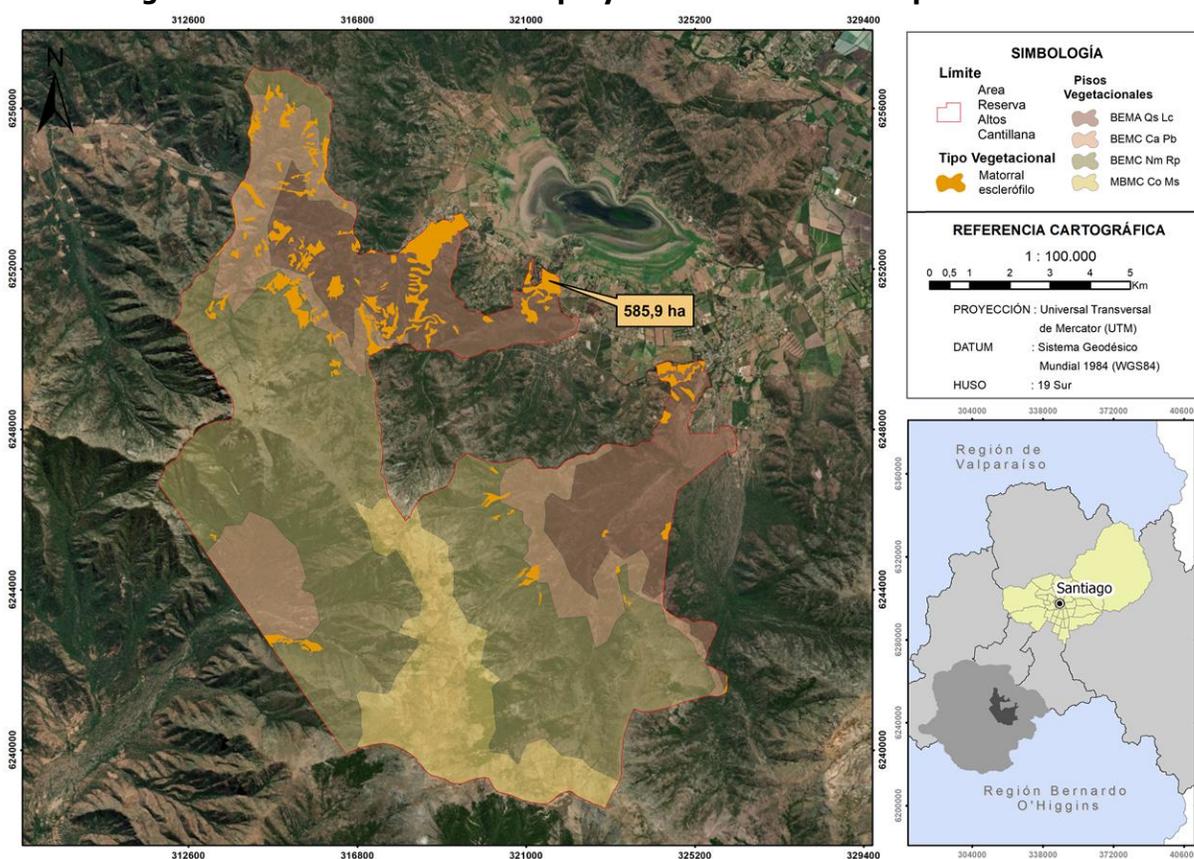
Se considera una superficie total de 586,0 ha, las cuales se distribuyen en los tres pisos vegetacionales del área, tal como se presenta en la tabla u figura siguiente.

Tabla 63: Superficie de sitios de plantación proyecto restauración bosques esclerófilos Altos de Cantillana

Piso vegetacional	Superficie (ha)
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Lithraea caustica</i>	348,6
Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Cryptocarya alba</i> y <i>Peumus boldus</i>	115,0
Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus macrocarpa</i> y <i>Ribes punctatum</i>	122,3
Total (ha)	586,0

Fuente: elaboración propia

Figura 18: Unidades a reforestar proyecto restauración bosque esclerófilo.



Fuente: elaboración propia

- Actividades

Actividades año 1 al 4:

1. Cubicación superficie.

- Levantamiento cartografía de vegetación bajo cota 1.200 msnm, a lo menos escala 1:5.000.
- Levantamiento topográfico general, dado que se requiere un nivel de precisión de curvas de nivel de 1 m, esta actividad se consideró realizarla con dron.

- Planificación priorizada de plantación, donde se establecerán los sitios finales y su cubicación de superficie.
2. Vivero.
- Producción 50.000 plantas/año (escenario plantación 660 pl/ha); 26.000 plantas/año (escenario plantación 330 pl/ha).
 - Producción en maceta (bolsa y bandeja).
 - Tiempo de operación: 15 años.
 - Superficie requerida: 600 m² (escenario 50.000 pl/año); 320 m² (escenario 26.000 pl/año).
 - Personal tiempo completo: 1 asesor técnico; 1 jefe de vivero, 2 o 3 operarios.
 - Plantas producidas con germoplasma local.
 - Al menos 2 temporadas de vivero para ser llevadas a terreno.

Actividades año 5 al 14:

3. Plantación.
- Superficie anual: 58,6 ha
 - Densidad de plantación: 660 pl/ha; 330 pl/ha
 - Zanjas de infiltración en todos los paños
 - Cerco perimetral (5 hebras, polines c/3m, portones de accesos c/2 ha).
 - Riego tecnificado: estanque acumulación, goteo. Considera compra de agua.
 - Plantación en "cluster" (bosquetes), con abrigo lateral (no despeje vegetación actual).
 - Protección individual/grupal (malla alambre y raschel).
 - Casilla de plantación 30 x 30 x 40 cm.
 - Aplicación en cada casilla de enmienda orgánica y fertilizante de lenta entrega.

Actividades año 6 al 20:

4. Mantenimiento y riego plantación.
- Reposición protecciones y replante para el 25% de las plantas instaladas y de la infraestructura construida durante los 3 primeros años.
 - Riego: 15 l/planta cada 15 días. 3 primeros años 6 meses, 2 años siguientes sólo riego 4 meses.
5. Monitoreo.
- 5.1 Monitoreo plantaciones
- Parámetros por evaluar: sobrevivencia o prendimiento y altura de los individuos.
 - Frecuencia: 3 primeros años 2 monitoreos (inicio primavera y inicio otoño). 3 años siguientes 1 monitoreo al año (inicio otoño).

• Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 6 años de realizada la plantación:

- Reforestación > 80% prendimiento, y altura media para especies arbóreas > 2 m y >1m para especies arbustivas.

Junto con lo anterior, se recomienda incorporar indicadores de éxito complementarios apuntados principalmente a la mejora en el suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad. Los indicadores recomendados serán comparados con puntos de referencia a definir en el entorno del área de

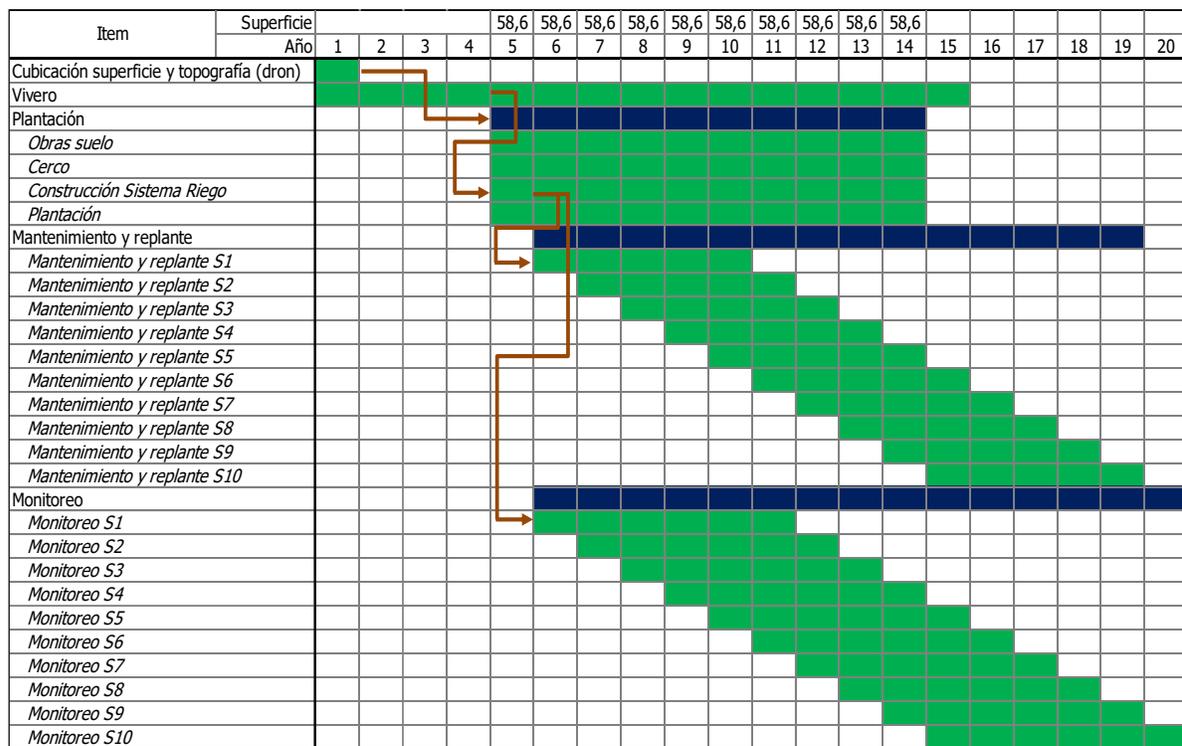
implementación de este proyecto, y deben representar una condición de menor intervención en suelo u objetivo como restauración. Así, se recomienda considerar al menos los siguientes indicadores:

- Contenido de materia orgánica en el suelo.
- Agua aprovechable.
- Mesofauna: riqueza y naturalidad.

El levantamiento de la información para evaluar estos indicadores no está considerado en la estimación de costo del presente proyecto.

- Carta Gantt

El programa de implementación considera 20 años para efectos del presente ejercicio, sin embargo esto puede variar de acuerdo con la planificación de detalle para su implementación, donde factores como los recursos disponibles, principalmente agua para riego, y respuesta de las plantas en terreno (prendimiento y crecimiento).



Fuente: elaboración propia

- Costo estimado

Si bien en el marco del presente nivel de desarrollo del proyecto de restauración se presenta un costo estimado para su implementación, el acceso del personal y transporte de materiales es un aspecto que se debe evaluar al momento de la ejecución, de acuerdo con los antecedentes de la administración de la Reserva, la utilización de helicópteros resulta efectivo en muchos de los sectores propuestos, sin embargo

este aspecto no se considera para la estimación, recomendándose su inclusión o evaluación al momento de planificar la ejecución del proyecto. El respaldo de los cálculos se adjunta en el Anexo 5.

- Escenario 660 pl/ha

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	UF 1.033,5
Vivero	UF 16.663,3
Obras suelo	UF 7.195,0
Cerco	UF 49.259,8
Plantación	UF 362.404,3
Riego	UF 218.249,7
Mantenimiento y replante	UF 982.200,2
Monitoreos	UF 181.288,1
Total (UF)	1.818.293,9
Total USD	69.905.555,2
Superficie (ha)	586,0
Valor unitario (UF/ha)	3103,0
Valor unitario (USD/ha)	119.296,5

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

tem	Total
VPN UF	1.248.899,4
VPN USD	48.014.794,7
VPN UF/Ha	2.131,3
VPN USD/Ha	81.939,1

Fuente: elaboración propia

- Escenario 330 pl/ha

Item	Total
Cubicación superficie y topografía (dron)	1.033,5
Vivero	13.333,5
Obras suelo	7.195,0
Cerco	49.259,8
Plantación	303.550,1
Riego	204.987,8
Mantenimiento y replante	925.231,6
Monitoreos	149.381,4
Total (UF)	1.653.972,6
Total USD	63.588.109,9
Superficie (ha)	586,0
Valor unitario (UF/ha)	2.822,6
Valor unitario (USD/ha)	108.515,5

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	1.138.863,0
VPN USD	43.784.367,0
VPN UF/Ha	1.943,5
VPN USD/Ha	74.719,7

Fuente: elaboración propia

- Métrica de cuantificación compensación

Tabla 64: Puntaje métricas nivel Localización y Paisaje, Proyecto de restauración bosque esclerófilo.

A. Localización y Paisaje					
Piso Veg	Parámetro	Vi	Vf	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Diversidad	0,43	0,32	4	4
	Fragmentación	0,76	0,86	10	10
	Conectividad	0,17	0,18	0	0
BEMC Ca Pb	Diversidad	0,58	0,57	7	7
	Fragmentación	0,60	0,63	7	7
	Conectividad	0,17	0,16	0	0
BEMC Nm Rp	Diversidad	0,81	0,81	10	10
	Fragmentación	0,13	0,14	0	0
	Conectividad	0,10	0,10	0	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 65: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de restauración bosque esclerófilo.

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	4	7
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	0	7
BEMC Ca Pb	Estado de la estructura	4	7
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	0	7
BEMC Nm Rp	Estado de la estructura	4	7
	Composición	7	7
	Ambientes de fauna	7	7
	Regeneración y reclutamiento	0	7

Fuente: elaboración propia

Tabla 66: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,13
	GNB*	27,24
BEMC Ca Pb	δ de condición	0,13
	GNB*	8,99
BCMC Nm Rp	δ de condición	0,13
	GNB*	9,56

Fuente: elaboración propia

Proyecto de potenciación hábitat carnívoros.

- Objetivo general del proyecto:

Recuperar y potenciar el hábitat para los carnívoros nativos presentes (zorros culpeo y chilla, quique, güiña, gato colocolo y puma) mediante el control de amenazas, restauración pasiva de ambientes preferentes y presas.

- Objetivos específicos del proyecto:

Conocer la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones de carnívoros en R.N. Altos de Cantillana.

Controlar el efecto de los perros de vida libre en las poblaciones de carnívoros de R.N. Altos de Cantillana.

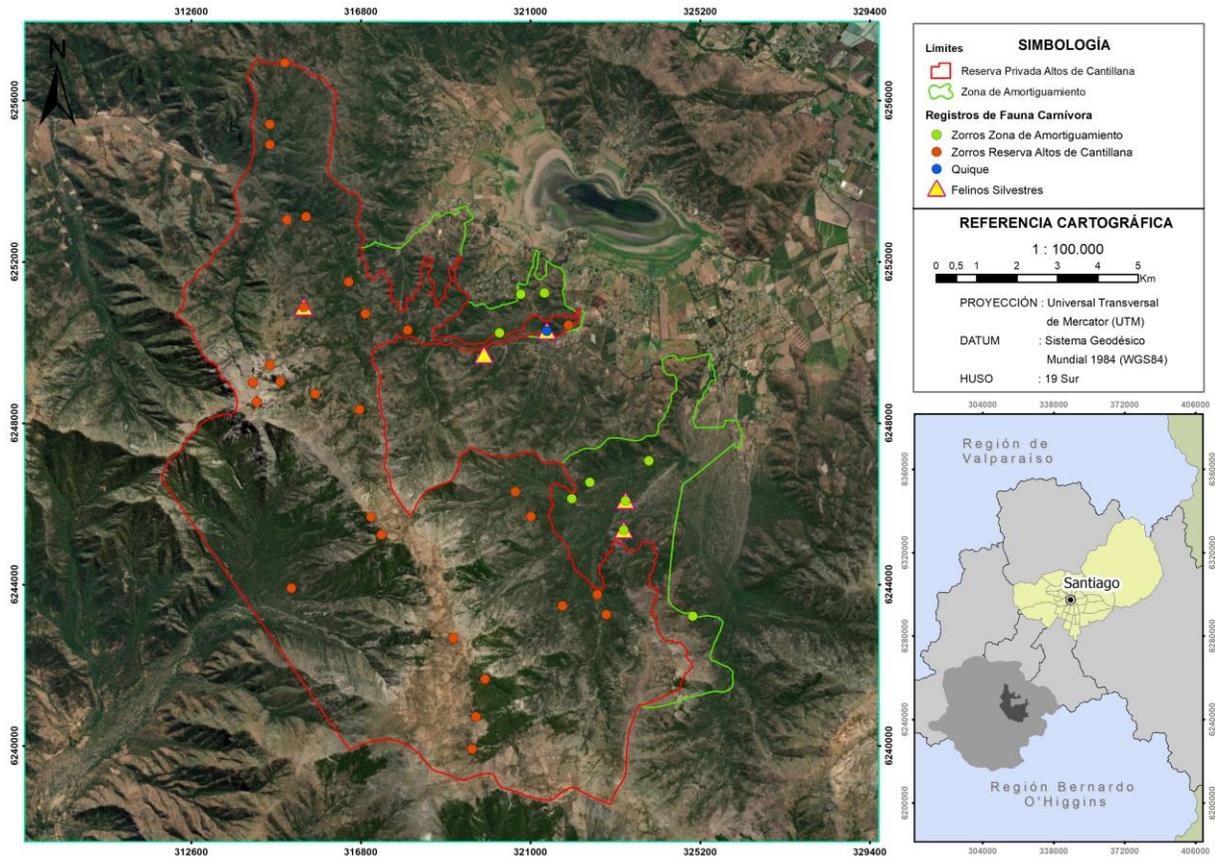
Recuperar el hábitat de las poblaciones de carnívoros de R.N. Altos de Cantillana mediante exclusión.

- Componentes claves involucrados
 - *Pseudalopex culpaeus* (Zorro culpeo)
 - *Pseudalopex griseus* (Zorro chilla)
 - *Leopardus guigna* (Güiña)
 - *Leopardus colocolo* (Gato colocolo)
 - *Galictis cuja* (Quique)
 - *Puma concolor* (Puma)

- Selección de sitio y superficie involucrada

Las especies de carnívoros presentes en la R.N. Altos de Cantillana son generalistas respecto de sus ambientes, salvo el caso de *Leopardus guigna* (Güiña) que tiene preferencia por los ambientes de bosque. Es por lo anterior, que se considera como superficie de implementación del proyecto, toda la superficie de la Reserva Natural, la cual llega a 10.667,25 ha, tal como lo muestra la Figura 11.

Figura 19: Registros de carnívoros R.N. Altos de Cantillana



Fuente: elaboración propia en base a registro de la R.N. Altos de Cantillana.

- Actividades

Estudios previos año 1 al 2:

1. Evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones carnívoros.
 - Diseño de muestreo en la R.N. Altos de Cantillana.
 - Instalación trampas cámara, para lo cual los costos se estimaron con 24 puntos.
 - Evaluaciones estacionales, se considera la ejecución de cuatro campañas al año. La metodología considera la instalación de trampas olfativas, transectos y análisis de dieta, en punto representativos al interior del Santuario.
 - Identificación de refugios y corredores.
2. Programa de control de perros de vida libre
 - Catastro de sitios de abandono de perros y gatos. Catastro de puntos con concentración de perros en un buffer de 2 kms en torno a la Reserva.
 - Diseño de detalle del programa de control

Actividades año 3 al 8:

3. Programa de control de perros asilvestrados
 - Esterilización perros asilvestrados: 2 años de ejecución, 1 semana 2 equipos, meta: 150 animales esterilizados al mes.

- Campaña de adopción de perros abandonados: 2 años de ejecución, equipo de rescate, mantención canil, stand para adopción, esterilización, chip y seguimiento.
- Apoyo a campañas de educación municipios y organizaciones ciudadana: 2 años de ejecución, monto mensual para charlas y material educativo.

4. Exclusión

- Cerco perimetral a la reserva: 81,4 km
- 60 % de extensión del cerco con alambre 5 hebras, 40% de extensión del cerco con refuerzo malla ursus.
- Plazo de construcción: 3 años.
- Mantención y refuerzo: 5 años (25% anual de reposición)

Actividades año 3 al 10:

5. Monitoreo carnívoros (8 años)

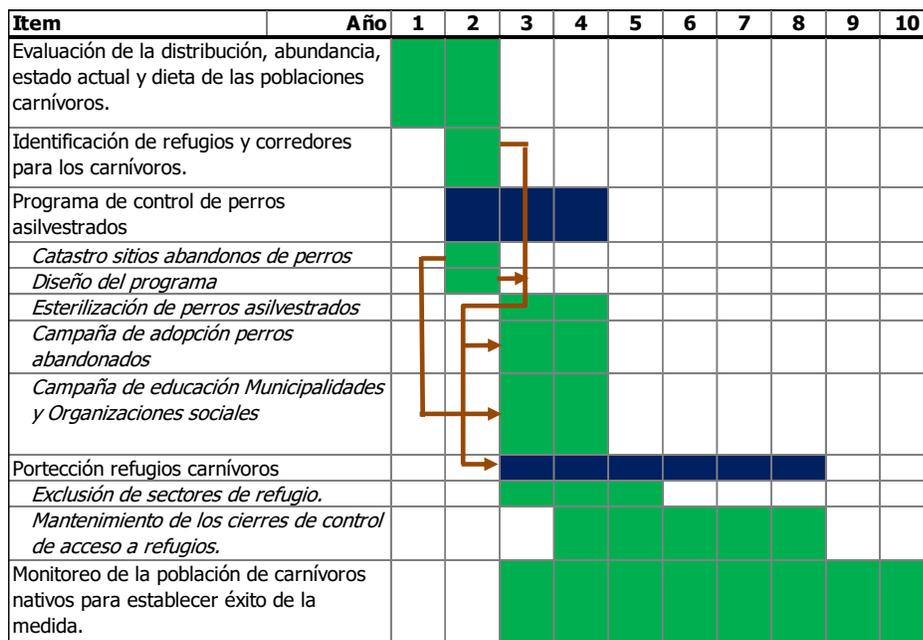
- Parámetros por evaluar: registro de especies de carnívoros en las trampas cámara.
- Monitoreo con trampas cámara: 24 puntos.
- Revisión mensual al menos 25% de los puntos.

- Indicador de éxito

Se establecen los siguientes indicadores de éxito al cabo de los 8 años de implementado del proyecto:

- Aumento en al menos 20% de los registros en las cámaras trampa de carnívoros en la R.N. Altos de Cantillana
- Disminución de un 80% de los eventos con perros de vida libre al interior de la Reserva.

- Carta Gantt



Fuente: elaboración propia

- Costo estimado

Item	Total
Evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones carnívoros.	UF 5.891,0
Identificación de refugios y corredores para los carnívoros.	UF 285,0
Desarrollo de control de perros asilvestrados	UF 21.899,2
Exclusión	UF 9.394,3
Mantenimiento exclusión	UF 11.742,8
Monitoreos	UF 7.200,0
Total (UF)	56.412,3
Total USD	2.168.808,5
Superficie (ha)	10.667,3
Valor unitario (UF/ha)	5,3
Valor unitario (USD/ha)	203,3

Fuente: elaboración propia

El Valor Presente Neto (VPN) de los costos calculado a partir del flujo de los costos se presenta a continuación:

Item	Total
VPN UF	48.642,7
VPN USD	1.870.102,2
VPN UF/Ha	4,6
VPN USD/Ha	175,3

Fuente: elaboración propia

- Métrica de cuantificación compensación

Tabla 67: Puntaje métricas nivel Ecosistema Terrestre, Proyecto de potenciamiento hábitat carnívoros.

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
BEMA Qs Lc	Estado de la estructura	7	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	4	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10
BEMC Ca Pb	Estado de la estructura	7	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	4	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10
BEMC Nm Rp	Estado de la estructura	7	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	4	10
	Regeneración y reclutamiento	4	10
MBMC Co Ms	Estado de la estructura	7	7
	Composición	4	7
	Ambientes de fauna	4	10

B. Ecosistema Terrestre			
Piso Veg	Parámetro	Ci	Cf
	Regeneración y reclutamiento	4	10

Fuente: elaboración propia

Tabla 68: Resultados de delta de condición y ganancia neta de biodiversidad parcial, por piso vegetal.

BEMA Qs Lc	δ de condición	0,19
	GNB*	52,21
BEMC Ca Pb	δ de condición	0,19
	GNB*	96,87
BCMC Nm Rp	δ de condición	0,19
	GNB*	386,87
MBMC Co Ms	δ de condición	0,19
	GNB*	15,12

Fuente: elaboración propia

Anexo 4: Propuestas de proyectos por sitio

S.N. Quebrada de la Plata

Para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, se proponen los siguientes planes:

1. Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector Mina.
2. Proyecto de restauración bosques peumo (*Cryptocarya alba*)
3. Proyecto de restauración bosques esclerófilos
4. Proyecto de restauración formaciones de guayacán (*Porlieria chilensis*)
5. Proyecto de restauración de hábitat fauna en exposición norte
6. Proyecto de restauración hábitat *Rhinella arunco* (sapo de rulo)
7. Programa de control de amenazas

A continuación, se pasan a detallar cada uno de los planes, estableciendo objetivos generales, componentes clave de la biodiversidad involucrados, sectores y superficie que abarca, un listado de actividades, y plazo estimado para lograr el objetivo planteado.

- **Proyecto de restauración ambiental y ecológica sector mina.**

Objetivo del Plan:

Recuperar el hábitat y servicios ecosistémicos alterados por la actividad minera en el S.N. Quebrada de la Plata.

Componentes claves involucrados:

- Ecosistemas de exposición norte
- Ecosistemas ladera exposición Sur
- Fauna de baja movilidad

Sectores y superficie involucrada:

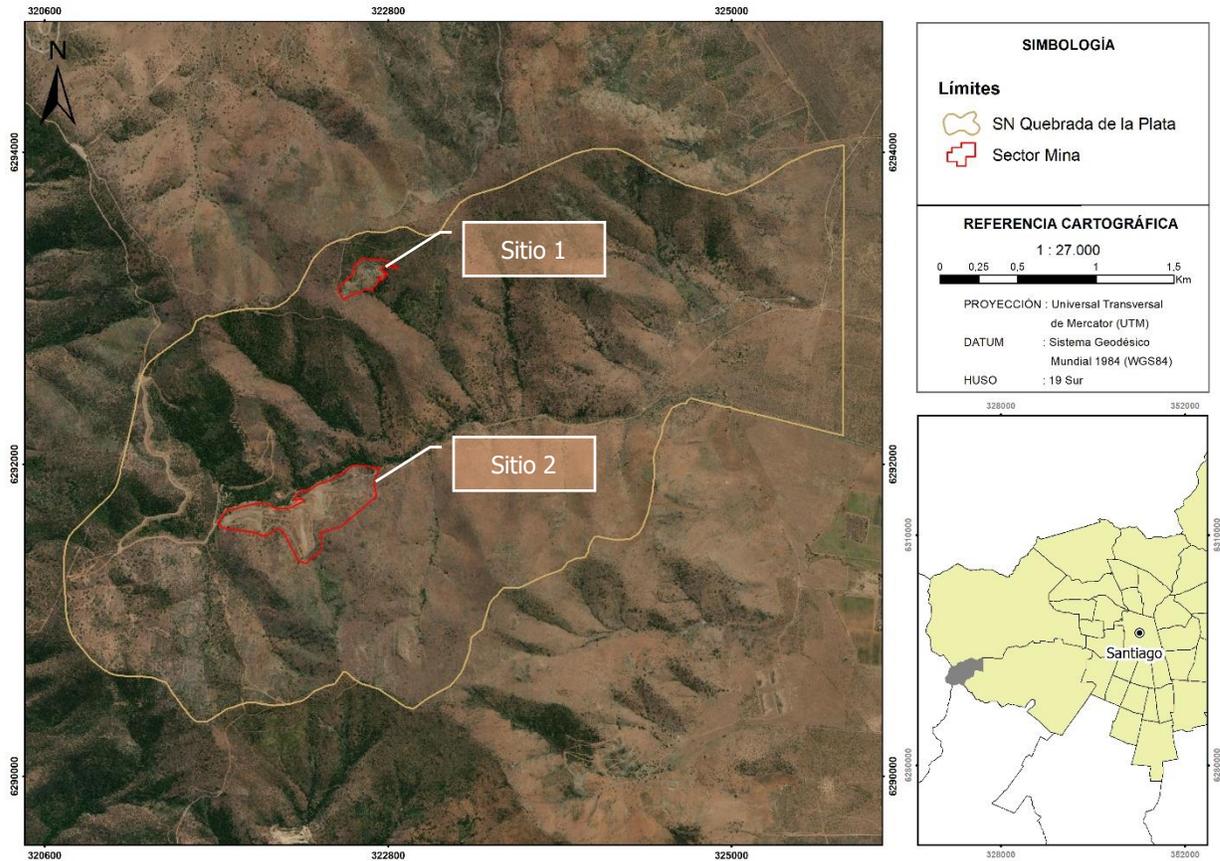
El plan de rehabilitación ambiental y ecológica involucra dos sectores en los cuales se ha generado una alteración por la actividad minera al interior del santuario. El total de superficie donde se contempla la realización del plan es de 29,8 ha divididos en dos (2) sectores, tal como lo resume a continuación.

Tabla 69: Superficies para implementación de rehabilitación sectores mineros

Sitio	Superficie (ha)
Sitio 1	4,1
Sitio 2	25,7
Total	29,8

Fuente: elaboración propia

Figura 20: Sectores a incorporar en el plan de rehabilitación ambiental y ecológica de los sectores mineros.



Fuente: elaboración propia

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapas inicial (año 1 al 3)

- Evaluación de línea de base componentes suelo, geomorfología, hidrología y topografía de detalle de los sitios a rehabilitar. Esta actividad busca generar los antecedentes necesarios para el diseño de detalle de las actividades de rehabilitación ambiental.
- Elaboración detalle plan de rehabilitación ambiental y ecológica.
- Elaboración, tramitación y aprobación plan de cierre minero SERNAGEOMIN, con foco en la rehabilitación ambiental y ecológica en el área. En este punto, se debe considerar un análisis legal respecto de quién figurará como responsable del plan de cierre ante SERNAGEOMIN.
- Construcción de cierre de sectores mineros y disposición de señalética.
- Generación de centro de producción de plantas para la revegetación. Junto con la construcción de un sitio de producción, se considera en esta etapa todas las tareas necesarias para contar con las especies en un número adecuado para la revegetación de los sitios a rehabilitar.

Etapa implementación (año 3 al 7)

- Estabilización de taludes, rellenos, preparación de suelo, construcción obras de conservación de suelo y control de erosión.
- Restitución hídrica. Construcción de drenes, canales de contorno y obras de manejo escorrentía.
- Revegetación. Se contempla la plantación de ejemplares, técnicas de siembra y restauración pasiva de sitios puntuales.
- Construcción de estructuras de abrigo para fauna (madrigueras y pircas).

Etapa mantención y seguimiento (año 7 al 15)

- Mantención de obras de conservación de suelo, control de erosión y de manejo escorrentía. Considera principalmente actividades de reparación de las obras.
- Mantención de revegetaciones. Considera el replante o reposición de ejemplares, riego e implementación de medidas para el establecimiento de la cubierta vegetal.
- Monitoreo de establecimiento de cubierta vegetal y repoblamiento fauna de baja movilidad.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir el establecimiento de una cubierta vegetal y verificar el repoblamiento de grupos de fauna de baja movilidad es al menos de 15 años. Sin perjuicio de lo anterior, es esperable que el plazo para el establecimiento y automantenimiento de la cubierta vegetal pueda ser mayor, lo que se evaluará en el año 15 definido. En caso de que se evalúe que la cubierta vegetal, utilizado como indicador de base o sostén del hábitat, no se puede mantener sin actividades suplementarias, en esta etapa se definirán un nuevo plazo y actividades para lograr este objetivo.

• **Proyecto de restauración bosques peumo (*Cryptocarya alba*)**

Objetivo del Plan:

Recuperación y potenciamiento de los bosques de peumo (*Cryptocarya alba*) mediante el enriquecimiento de bosques esclerófilos y matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para la especie objetivo.

Componentes claves involucrados:

- Bosque de peumo.
- Ecosistemas ladera exposición Sur
- Fauna de baja movilidad

Sectores y superficie involucrada:

La selección de los sectores donde implementar este plan se determinó a partir de las Unidades Territoriales Homogéneas (UTH) definidas en el Plan de Manejo, donde se seleccionaron aquellos polígonos de las unidades en que se indica la presencia de asociaciones vegetacionales de Peumo. Estos polígonos, a su vez, se clasificaron entre aquellos con estructura dominante de Bosque Nativo o Matorral Arborescente casos el Plan de Manejo no indica cuál es la estructura dominante entonces, estos se clasificaron con la estructura que dominaba según se podía apreciar en la imagen satelital (DigitalGlobe 0,5m resolución espacial con fecha 09 de noviembre del 2018). Se incluyeron igualmente las UTH con

cobertura abierta o muy abierta, cuyo potencial para ser incluido en esta medida es parte de su diseño de detalle.

Por otro lado, para la determinación de las áreas con potencial de restauración de Peumo, se escogieron las laderas de exposición sur⁴ estricta que intersectan con la superficie especificada con asociaciones vegetacionales de Peumo según el Plan de Manejo, este criterio se establece del trabajo de Tapia (2005) donde se establece como hábitat para Peumo en Quebrada de La Plata los sectores de exposición sur en distintos tipos de pendiente. También se subdividieron entre aquellos polígonos de exposición sur que están en áreas de estructura de bosque o matorral. Se eliminaron los polígonos de laderas de exposición sur que intersectaban con superficies con asociaciones de Peumo de cobertura semidensa a densa, ya que estos sectores representan la situación de imagen objetivo (Tapia, 2005), quedando como área potencial de restauración solo aquellos polígonos con cobertura abierta o muy abierta, según lo observado en la imagen satelital y de superficie mayor o igual a 1 ha. Sin perjuicio de lo anterior, se concibe un plan de control de amenazas, el cual se hace cargo de las amenazas que pueden afectar transversalmente a todas las formaciones vegetacionales, independiente si son sujeto de planes de restauración específicos.

De acuerdo con lo anterior, en este nivel de desarrollo del plan se contempla una superficie total de 627,6 ha donde el plan podría ser implementado, tal como lo detalla a continuación. Cabe señalar que se identifican sectores en mesoexposición norte los cuales resultan porque la información del Plan de Manejo del área señala que cuentan con peumo, lo cual debe ser verificado en el diseño de detalle de la medida.

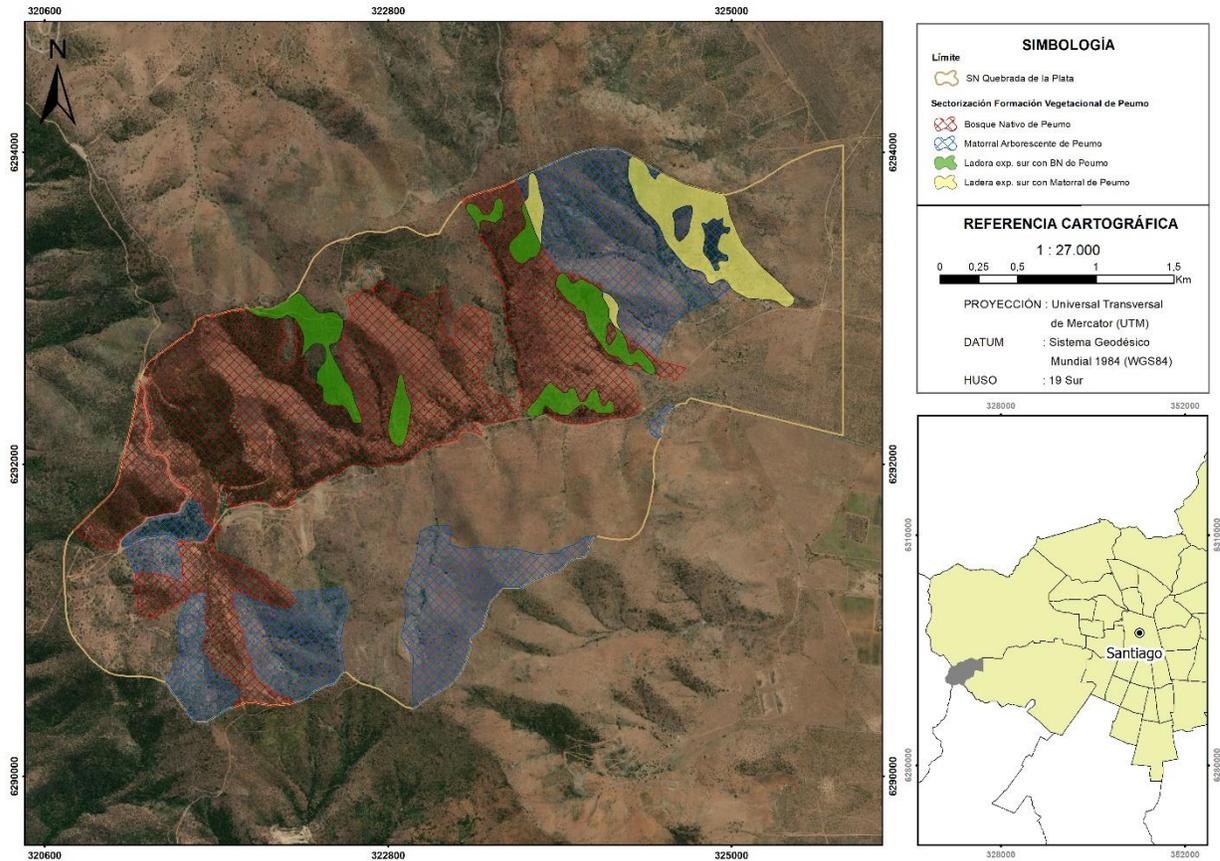
Tabla 70: Situaciones y superficie considerada en el plan de restauración de bosques de peumo

Situación	Superficie (ha)
Bosque Nativo de Peumo	332,6
Matorral Arborescente de Peumo	215,6
Ladera exp. sur con BN de Peumo	42,3
Ladera exp. sur con Matorral de Peumo	37,1
Total	627,6

Fuente: elaboración propia

⁴ La orientación de las laderas deriva de la capa DEM del satélite ALOS (sensor PALSAR) con resolución espacial de 12,5 m , año 2011

Figura 21: Sectores y situaciones consideradas en el plan de restauración bosques de peumo



Fuente: elaboración propia

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapa inicial (año 1 al 3)

- Evaluación y confirmación de detalle de los sitios para implementar la medida. Topografía y diseño de detalle de la plantación (composición y densidad de especies a plantar), considerando la implementación de obras de conservación de suelo. Esta actividad busca generar los antecedentes necesarios para el diseño de detalle de las actividades de rehabilitación ambiental.
- Generación de centro de producción de plantas para la revegetación. Junto con la construcción de un sitio de producción, se considera en esta etapa todas las tareas necesarias para contar con las especies en un número adecuado para la revegetación de los sitios a rehabilitar.

Etapa implementación (año 3 al 5)

- Construcción de cierres o cercos a las áreas a plantar.
- Construcción obras de conservación de suelo.

- Manejo de composición y estructura de la vegetación en los sitios a restaurar. Se considera en esta actividad la implementación de medidas de control de especies vegetales invasoras, raleos y podas de otras especies vegetales con el fin de mejorar las condiciones para el establecimiento de los ejemplares de peumo u otras especies acompañantes que se determine.
- Revegetación. Se contempla la plantación de ejemplares leñosos, principalmente peumo.

Etapa mantención y seguimiento (año 5 al 10)

- Mantención de obras de conservación de suelo, cierres y protección de plantas. Considera principalmente actividades de reparación de las obras.
- Mantención de revegetaciones. Considera el replante o reposición de ejemplares, riego e implementación de medidas para el establecimiento de la cubierta vegetal.
- Monitoreo de establecimiento de cubierta vegetal.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir el establecimiento de una cubierta vegetal y verificar el repoblamiento de grupos de fauna de baja movilidad es al menos de 10 años. Sin perjuicio de lo anterior, es esperable que el plazo para el establecimiento y automantenimiento de la cubierta vegetal pueda ser mayor, lo que se evaluará en el año 10 definido. En caso de que se evalúe que la cubierta vegetal, utilizado como indicador de base o sostén del hábitat, no se puede mantener sin actividades suplementarias, en esta etapa se definirán un nuevo plazo y actividades para lograr este objetivo.

- **Proyecto de restauración bosques esclerófilos**

Objetivo del Plan:

Recuperación y potenciamiento de los bosques esclerófilos de exposición sur mediante el enriquecimiento de bosques y matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para este tipo de formación.

Componentes claves involucrados:

- Ecosistemas ladera exposición Sur.
- Fauna de baja movilidad

Sectores y superficie involucrada:

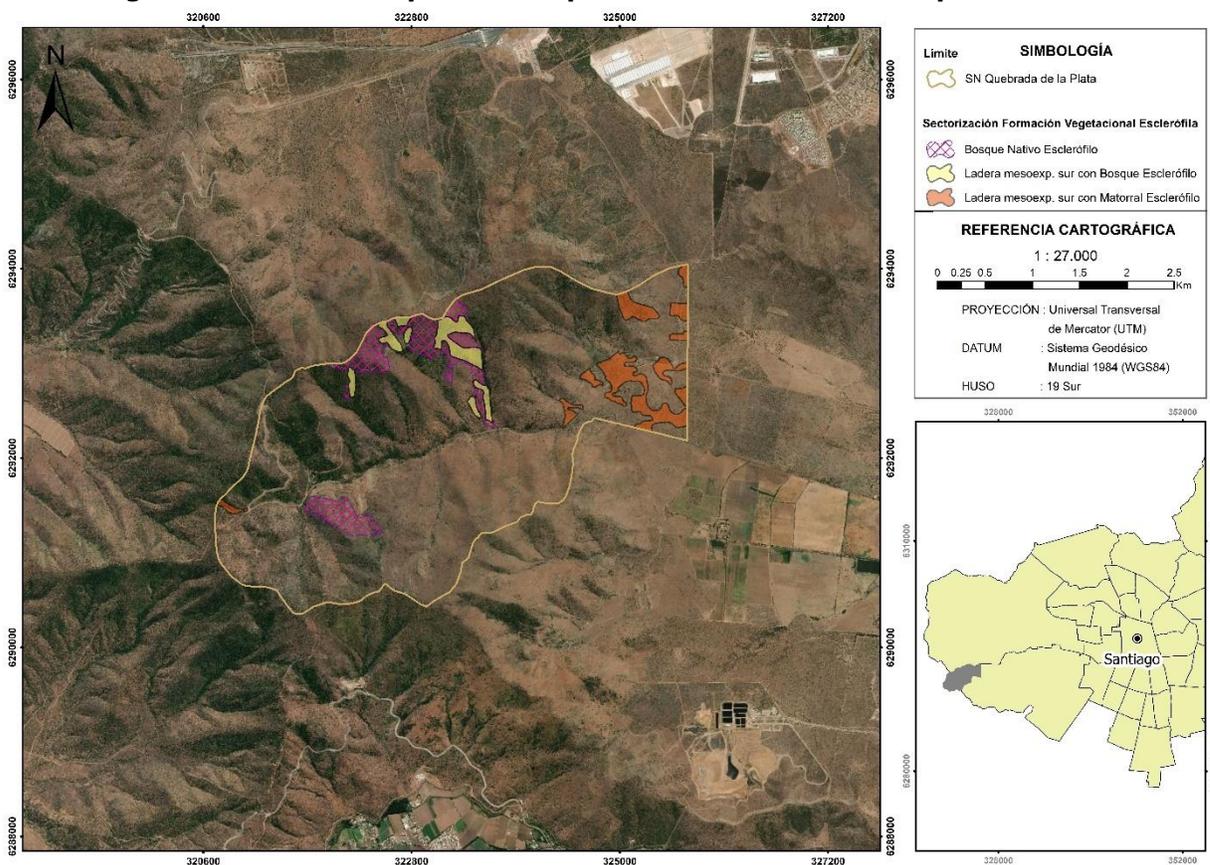
En la determinación de las áreas para la implementación del plan se consideraron los polígonos con formaciones vegetacionales esclerófilas que no contuvieran Peumo según lo detallado en el Plan de Manejo, la distinción se debió a que el Peumo presenta requerimientos de hábitat más estrictos con respecto a las otras especies del bosque esclerófilo presentes en el S.N. Quebrada de La Plata (Tapia 2005). Las orientaciones de las laderas consideradas como áreas potenciales de restauración de bosque esclerófilo son aquellas de mesoexposición sur mayores o iguales a 1 ha, lo anterior se basa en los antecedentes respecto de las condiciones de sitio para las comunidades de bosque: *Peumus boldus* – *Lithraea caustica*, *Quillaja saponaria* – *Lithraea caustica*, *Senna candolleana* y *Quillaja saponaria* caracterizadas en el S.N. Quebrada de La Plata por Tapia (2005). De acuerdo con esto, se considera un área potencial de 137,5 ha.

Tabla 71: Situaciones y superficies potenciales a incluir en la restauración del bosque esclerófilo

Situación	Superficie (ha)
Bosque Nativo Esclerófilo	62,0
Ladera mesoexp. Sur con Bosque Esclerófilo	26,5
Ladera mesoexp. Sur con Matorral Esclerófilo	49,0
Total	137,5

Fuente: elaboración propia

Figura 22: Situaciones potenciales para la restauración de bosque esclerófilo



Fuente: elaboración propia

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapas inicial (año 1 al 3)

- Evaluación y confirmación de detalle de los sitios para implementar la medida. Topografía y diseño de detalle de la plantación (composición y densidad de especies a plantar), considerando

- la implementación de obras de conservación de suelo. Esta actividad busca generar los antecedentes necesarios para el diseño de detalle de las actividades de rehabilitación ambiental.
- Generación de centro de producción de plantas para la revegetación. Junto con la construcción de un sitio de producción, se considera en esta etapa todas las tareas necesarias para contar con las especies en un número adecuado para la revegetación de los sitios a rehabilitar.

Etapa implementación (año 3 al 5)

- Construcción de cierres o cercos a las áreas a plantar.
- Construcción obras de conservación de suelo.
- Manejo de composición y estructura de la vegetación en los sitios a restaurar. Se considera en esta actividad la implementación de medidas de control de especies vegetales invasoras, raleos y podas de otras especies vegetales con el fin de mejorar las condiciones para el establecimiento de los ejemplares de peumo u otras especies acompañantes que se determine.
- Revegetación. Se contempla la plantación de ejemplares leñosos, principalmente especies arbóreas esclerófilas como *Quillaja saponaria* (quillay), *Lithraea caustica* (litre), *Schinus polygamus* (huingán), *Schinus latifolius* (molle), *Kageneckia oblonga* (bollén) y otras que se determinen como parte del diseño de detalle de la medida.

Etapa mantención y seguimiento (año 5 al 10)

- Mantención de obras de conservación de suelo, cierres y protección de plantas. Considera principalmente actividades de reparación de las obras.
- Mantención de revegetaciones. Considera el replante o reposición de ejemplares, riego e implementación de medidas para el establecimiento de la cubierta vegetal.
- Monitoreo de establecimiento de cubierta vegetal.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir el establecimiento de una cubierta vegetal y verificar el repoblamiento de grupos de fauna de baja movilidad es al menos de 10 años. Sin perjuicio de lo anterior, es esperable que el plazo para el establecimiento y automantenimiento de la cubierta vegetal pueda ser mayor, lo que se evaluará en el año 10 definido. En caso de que se evalúe que la cubierta vegetal, utilizado como indicador de base o sostén del hábitat, no se puede mantener sin actividades suplementarias, en esta etapa se definirán un nuevo plazo y actividades para lograr este objetivo.

- **Proyecto de restauración formaciones de guayacán (*Porlieria chilensis*)**

Objetivo del Plan:

Recuperar y aumentar los sectores con dominancia de *Porlieria chilensis* (guayacán), a partir del manejo de estructura y composición, o la plantación directa de ejemplares de la especie en sitios con hábitat potencial.

Componentes claves involucrados:

- Guayacán (*Porlieria chilensis*)

Sectores y superficie involucrada:

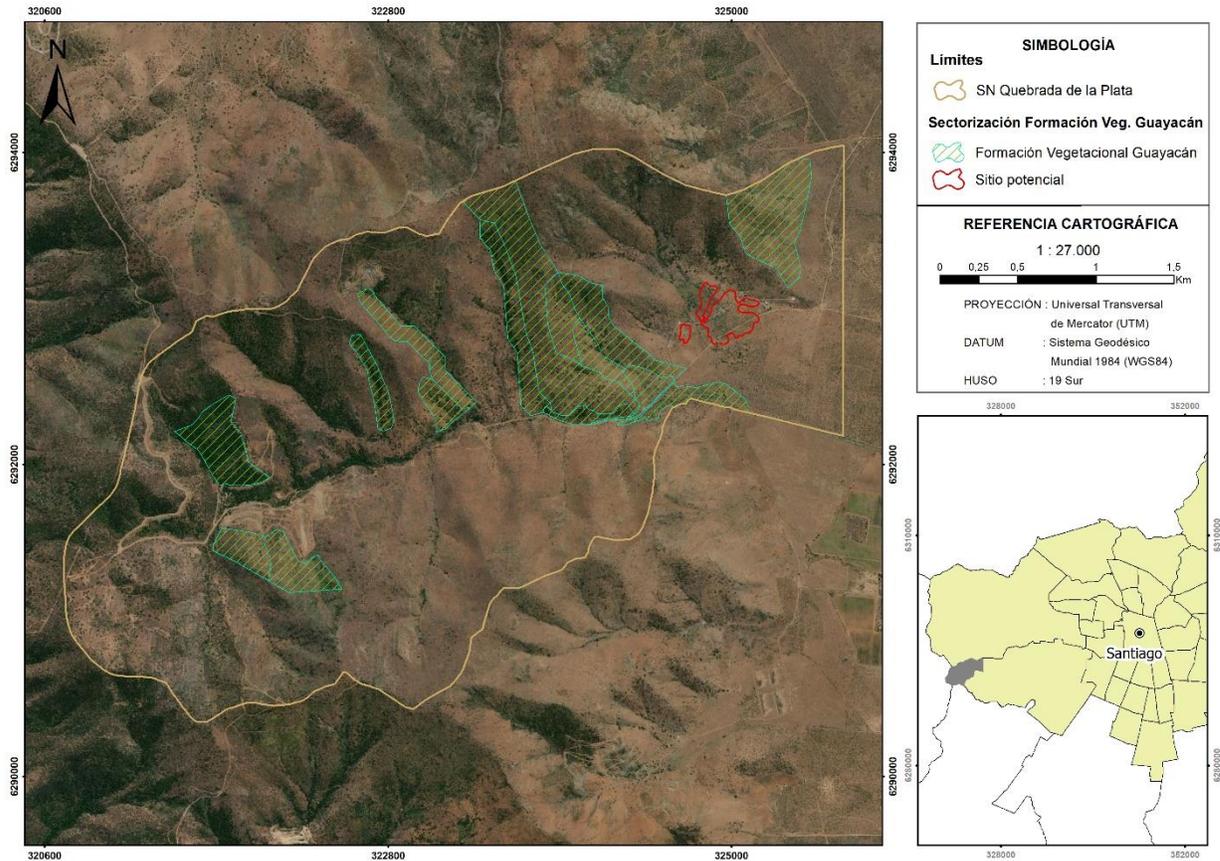
La determinación de las áreas para la restauración de las formaciones de guayacán se realizó a partir de la capa de UTH donde se seleccionaron los polígonos con presencia de asociaciones vegetacionales de Guayacán según lo indicado en el Plan de Manejo. De acuerdo con los antecedentes disponibles, se señala que la especie se encuentra muy adaptada a los escasos montos de precipitación y la alta variabilidad de precipitaciones entre un año y otro; donde las precipitaciones anuales varían desde los 80 mm en la parte norte hasta 250 mm en la parte sur, con 8-9 meses secos (Vita *et al.*, 2007). Además, es una especie tolerante al viento, que requiere de sitios de alta luminosidad, prefiriendo suelos de buen drenaje y con humedad aprovechable para crecer mejor (Riedemann *et al.*, 2005, Vita *et al.* 2007). De acuerdo con esto, el área propuesta como sitios potenciales para la restauración con Guayacán, corresponde a aquella superficie de orientación mesoexposición sur con pendiente menor a un 15% y superficie mayor o igual a 0,5 ha. El área potencial para el desarrollo de esta medida es de 190,3 ha.

Tabla 72: Superficie potencial para implementación de medida de restauración formaciones de guayacán

Situación	Superficie (ha)
Formación Vegetacional Guayacán	181,1
Sitio potencial	9,2
Total	190,3

Fuente: elaboración propia

Figura 23: Sectores potenciales para restauración de formaciones de guayacán



Fuente: elaboración propia

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapas inicial (año 1 al 3)

- Evaluación y confirmación de detalle de los sitios para implementar la medida. Topografía y diseño de detalle de la plantación (composición y densidad de especies a plantar), considerando la implementación de obras de conservación de suelo, y actividades de manejo de la estructura y composición de las formaciones donde actualmente se registra guayacán de modo de potenciar el desarrollo de los ejemplares y su regeneración natural. Esta actividad busca generar los antecedentes necesarios para el diseño de detalle de las actividades de rehabilitación ambiental.
- Generación de centro de producción de plantas para la revegetación. Junto con la construcción de un sitio de producción, se considera en esta etapa todas las tareas necesarias para contar con las especies en un número adecuado para la revegetación de los sitios a rehabilitar.

Etapas implementación (año 3 al 5)

- Construcción de cierres o cercos a las áreas a plantar.
- Construcción obras de conservación de suelo.

- Manejo de composición y estructura de la vegetación en los sitios a restaurar. Se considera en esta actividad la implementación de medidas de control de especies vegetales invasoras, raleos y podas de otras especies vegetales con el fin de mejorar las condiciones para el establecimiento de los ejemplares de peumo u otras especies acompañantes que se determine.
- Revegetación. Se contempla la plantación de ejemplares leñosos, principalmente peumo.

Etapa mantención y seguimiento (año 5 al 10)

- Mantención de obras de conservación de suelo, cierres y protección de plantas. Considera principalmente actividades de reparación de las obras.
- Mantención de revegetaciones. Considera el replante o reposición de ejemplares, riego e implementación de medidas para el establecimiento de la cubierta vegetal.
- Monitoreo de establecimiento de cubierta vegetal.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir el establecimiento de una cubierta vegetal con estructura, composición y abundancia deseada de guayacán es al menos de 10 años. Sin perjuicio de lo anterior, es esperable que el plazo para el establecimiento y automantenimiento de la cubierta vegetal pueda ser mayor, lo que se evaluará en el año 10 definido. En caso de que se evalúe que la cubierta vegetal, utilizado como indicador de base o sostén del hábitat, no se puede mantener sin actividades suplementarias, en esta etapa se definirán un nuevo plazo y actividades para lograr este objetivo.

- **Proyecto de restauración de hábitat fauna en exposición norte**

Objetivo del Plan:

Aumentar la población de las especies de fauna de baja movilidad a partir de la generación de refugios que generen hábitat.

Componentes claves involucrados:

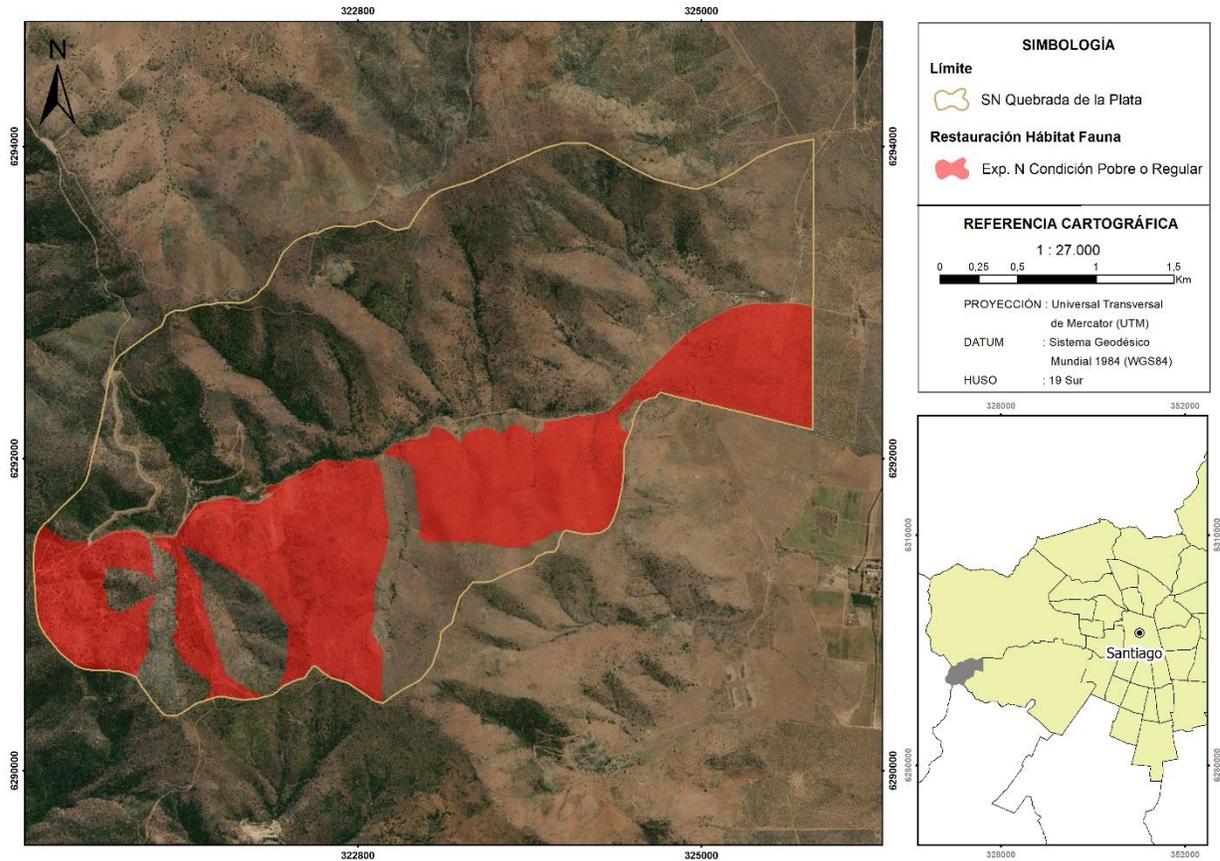
- Ecosistemas ladera exposición Norte
 - ✓ Matorral Arborescente de *Colliguaja odorifera* y *Baccharis linearis*
 - ✓ Matorral Arborescente de *Puya berteroniana* y *Trevoa trinervis*
 - ✓ Matorral con Suculentas de *Puya berteroniana* y *Trevoa trinervis*
 - ✓ Matorral de *Proustia cuneifolia* y *Trevoa trinervis*
- Fauna con movilidad reducida
 - ✓ Reptiles
 - Philodryas chamissonis*
 - Liolaemus chiliensis*
 - Liolaemus fuscus*
 - Liolaemus lemniscatus*
 - Liolaemus monticola*
 - Liolaemus tenuis*
 - Callopistes maculatus*

- Liolaemus nitidus*
- ✓ Anfibios
 - Spalacopus cyanus*
 - Abrothrix longipilis*
 - Abrothrix olivaceus*
 - Oligoryzomys longicaudatus*
 - Rhinella arunco*
 - Phyllotis darwini*
 - ✓ Micromamíferos
 - Octodon degus*
 - Thylamys elegans*

Sectores y superficie involucrada:

En la determinación de la superficie para la aplicación de la medida se consideraron UTH con condición de cubrimiento vegetal regular o pobre que se encuentran en la ladera norte de la quebrada (exposición norte, noreste, noroeste, este, etc.) establecidos en el Plan de Manejo del Santuario. El criterio de selección de situaciones con menor cubrimiento vegetal para llevarlas a una situación de mayor densidad vegetal, busca potenciar el hábitat local, aumentando los recursos y servicios ecosistémicos que presta la vegetación, y así aumentar la riqueza y abundancia de las comunidades de fauna de movilidad reducida que están presentes en el ecosistema de laderas de exposición norte, de acuerdo con lo antecedentes aportados por el Plan de Manejo del SN Quebrada de La Plata. Así, la superficie potencial para el desarrollo de esta medida es de 349,5 ha, distribuidas en varias unidades tal como se muestra a continuación.

Figura 24: Situaciones potenciales para restauración de hábitat de fauna en exposición norte



Fuente: elaboración propia

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapa inicial (año 1)

- Evaluación y confirmación de detalle de los sitios para implementar la medida. Generación línea de base inicial para identificar las especies presentes y estimar su tamaño poblacional.

Etapa implementación (año 2 al 3)

- Construcción de pircas y refugios para la fauna.
- Control de acceso de fauna doméstica: ganado y perros asilvestrados.
- Revegetación. Se contempla la eventual plantación de ejemplares vegetales que potencien hábitats puntuales, como suculentas cactáceas (*Trichocereus chiloensis*) y bromeliáceas (*Puya berteriana*) y matorrales (*Colliguaja odorifera* y *Flourensia thurifera*).
- Monitoreo de poblaciones de especies de fauna de baja movilidad para establecer éxito de la medida.

Etapa mantención y seguimiento (año 3 al 5)

- Mantención de revegetaciones. Considera el replante o reposición de ejemplares, riego e implementación de medidas para el establecimiento de la cubierta vegetal, si se plantaron individuos.
- Monitoreo de poblaciones de especies de fauna de baja movilidad para establecer éxito de la medida.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir el establecimiento de una cubierta vegetal y verificar el repoblamiento de grupos de fauna de baja movilidad es al menos de 5 años. Sin perjuicio de lo anterior, se puede dar el caso que el plazo para el establecimiento y automantenimiento de la cubierta vegetal propuesta, principalmente suculentas y especies xerofíticas, sea mayor, por lo que se evaluará en el año 5 si se cumplió este objetivo. En caso de que se evalúe que la cubierta vegetal, utilizado como indicador de base o sostén del hábitat, no se puede mantener sin actividades suplementarias, en esta etapa se definirán un nuevo plazo y actividades para lograr este objetivo, y así generar los recursos para la fauna de movilidad reducida.

• **Proyecto de restauración hábitat *Rhinella arunco* (sapo de rulo)**

Objetivo del Plan:

Recuperar el hábitat para *Rhinella arunco* mediante el control del ganado en los cuerpos de agua y potenciando la recuperación hídrica de la cuenca.

Componentes claves involucrados:

- Fauna de baja movilidad
- Red hídrica

Sectores y superficie involucrada:

El área donde actualmente se identifica la presencia de *Rhinella arunco* abarca una superficie de 1,6 ha y corresponde a la UTH 74, la cual contiene el sector denominado "La Cascada" y el pozón. Junto con lo anterior, la restauración se puede extender a un manejo integral de la cuenca de modo de integrar verticalmente los factores que determinan la condición de los cuerpos de agua en el santuario.

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapa inicial (año 1 al 2)

- Evaluación de la distribución, abundancia y estado actual de la población de *Rhinella arunco* en el santuario.
- Construcción del cierre e instalación de control de acceso de poza con presencia de la especie.
- Identificación de sitios con potencial para generar cuerpos de agua o hábitat para la especie.
- Diseño de medidas para la cosecha e infiltración de agua en la cuenca.

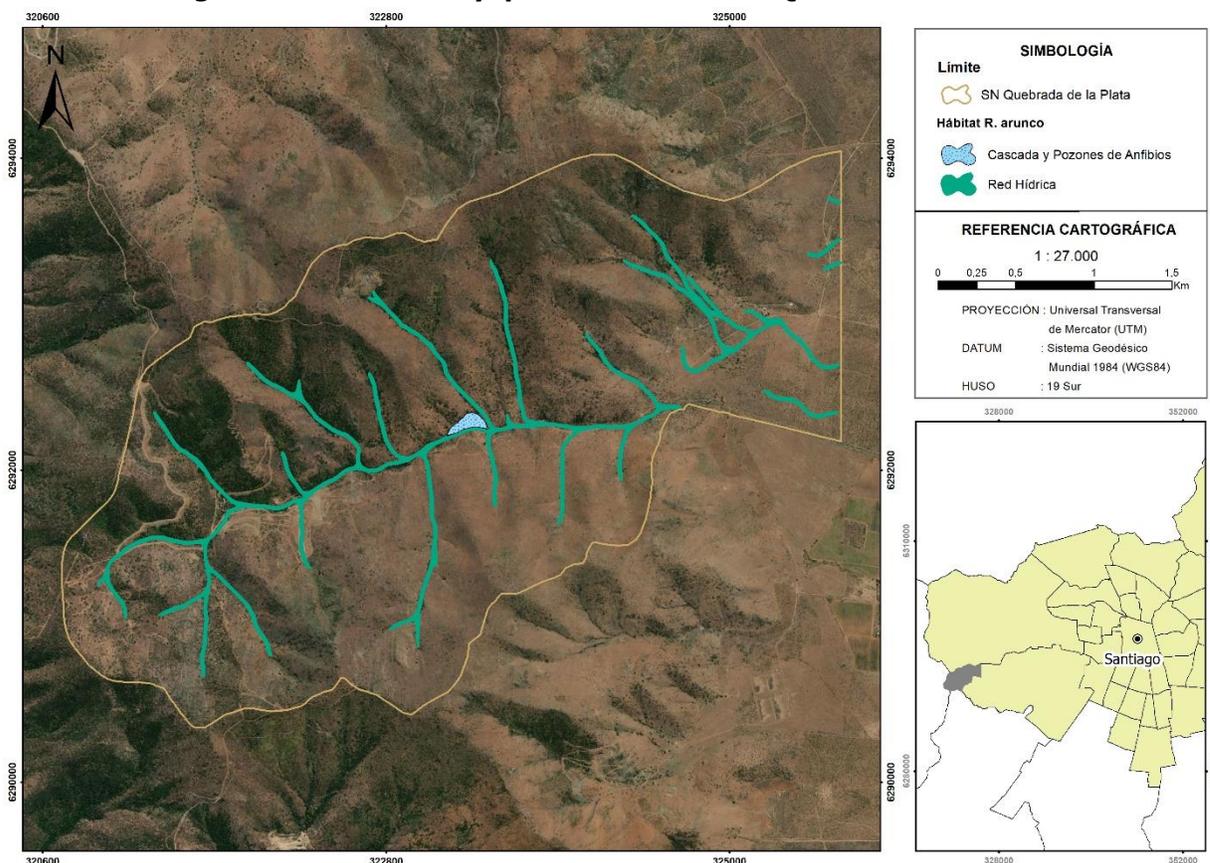
Etapa implementación y seguimiento (año 2 al 5)

- Construcción de pozas para potenciar el hábitat para *Rhinella arunco*.
- Monitoreo de la población de *Rhinella arunco* en el santuario para establecer éxito de la medida.
- Desarrollo de cultivo de ejemplares de *Rhinella arunco* para eventuales repoblamiento de nuevos hábitats al interior del santuario. Esta medida tiene sentido en la medida que se verifique la posibilidad de generar nuevas pozas como hábitat para la especie.
- Implementación de medidas para la cosecha e infiltración de agua en la cuenca.
- Mantenimiento al cierre de control de ganado en la poza con presencia de *Rhinella arunco*.

Etapa seguimiento (año 5 al 10)

- Monitoreo de la población de *Rhinella arunco* en el santuario para establecer éxito de la medida. Durante este seguimiento se deberían implementar medidas correctivas, de mantención o eventualmente adicionales, de modo de velar por la consecución del objetivo del presente plan.

Figura 25: Red hídrica y quebradas en el S.N. Quebrada de la Plata



Fuente: elaboración propia

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir un aumento de la población local de *Rhinella arunco* es de al menos de 10 años. Sin perjuicio de lo anterior, este es sólo un plazo referencial dada que se desconoce el comportamiento de la especie, es por esto que se establece que al año 10 se evalúe el cumplimiento del objetivo de este plan. Si en dicha fecha no se ha cumplido el objetivo, se definirán un nuevo plazo y actividades para su logro.

• **Programa de control de amenazas**

Objetivo del Plan:

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los objetos de conservación al interior del Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, a través de medidas y actividades directas de control y prevención.

Componentes claves involucrados:

- Bosque de Peumo
- Guayacán
- Ecosistemas ladera exposición Norte
- Ecosistemas ladera exposición Sur
- Fauna con movilidad reducida

Las amenazas que el plan busca controlar son:

- Incendios
- Extracción de Leña
- Remoción de tierra de hoja
- Ganado al interior del Santuario
- Motociclismo
- Actividades recreativas y deportivas incompatibles con objetivos del Santuario

Sectores y superficie involucrada:

Dado que este plan contempla el control de las amenazas identificadas en el Plan de Manejo sobre los objetos de conservación, es que se considera que involucra al santuario en su totalidad.

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades:

- Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales.
- Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales.
- Construcción de estanques de acumulación de agua para el apoyo al combate de incendios forestales.
- Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso.
- Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados.

- Cierre de los accesos no regulados al Santuario.
- Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantenimiento del Santuario.
- Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Santuario hacia la comunidad involucrada.

S.N. San Francisco de Lagunillas y Quillayal

Para el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas y Quillayal, se proponen los siguientes planes:

1. Proyecto de restauración bosques frangel (*Kageneckia angustifolia*)
2. Proyecto de restauración bosques esclerófilos
3. Proyecto de potenciamiento vegas de altura
4. Programa de control de amenazas

Si bien tres de los cuatro planes propuestos se focalizan en parte de los componentes clave identificados, se ha desarrollado el plan de control de amenazas el que busca disminuir y controlar agentes de degradación que son transversales a todos los otros componentes clave u objetos de conservación del área. A continuación, se pasan a detallar cada uno de los planes, estableciendo objetivos generales componentes clave de la biodiversidad involucrados, sectores y superficie que abarca, un listado de actividades, y plazo estimado para lograr el objetivo planteado.

• Proyecto de restauración bosques frangel (*Kageneckia angustifolia*)

Objetivo del Plan:

Recuperación y potenciamiento de los bosques de frangel (*Kageneckia angustifolia*) mediante el enriquecimiento de bosques esclerófilos y matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para la especie objetivo.

Componentes claves involucrados:

- Frangel.
- Vegetación esclerófila

Sectores y superficie involucrada:

La selección de los sectores donde implementar este plan se determinó a partir de las Unidades Territoriales Homogéneas (UTH) definidas en el Plan de Manejo, donde se seleccionaron aquellos polígonos en que se indica la presencia de asociaciones vegetacionales de frangel, se incluyeron tanto las formaciones de bosque como las de matorral con la presencia de la especie

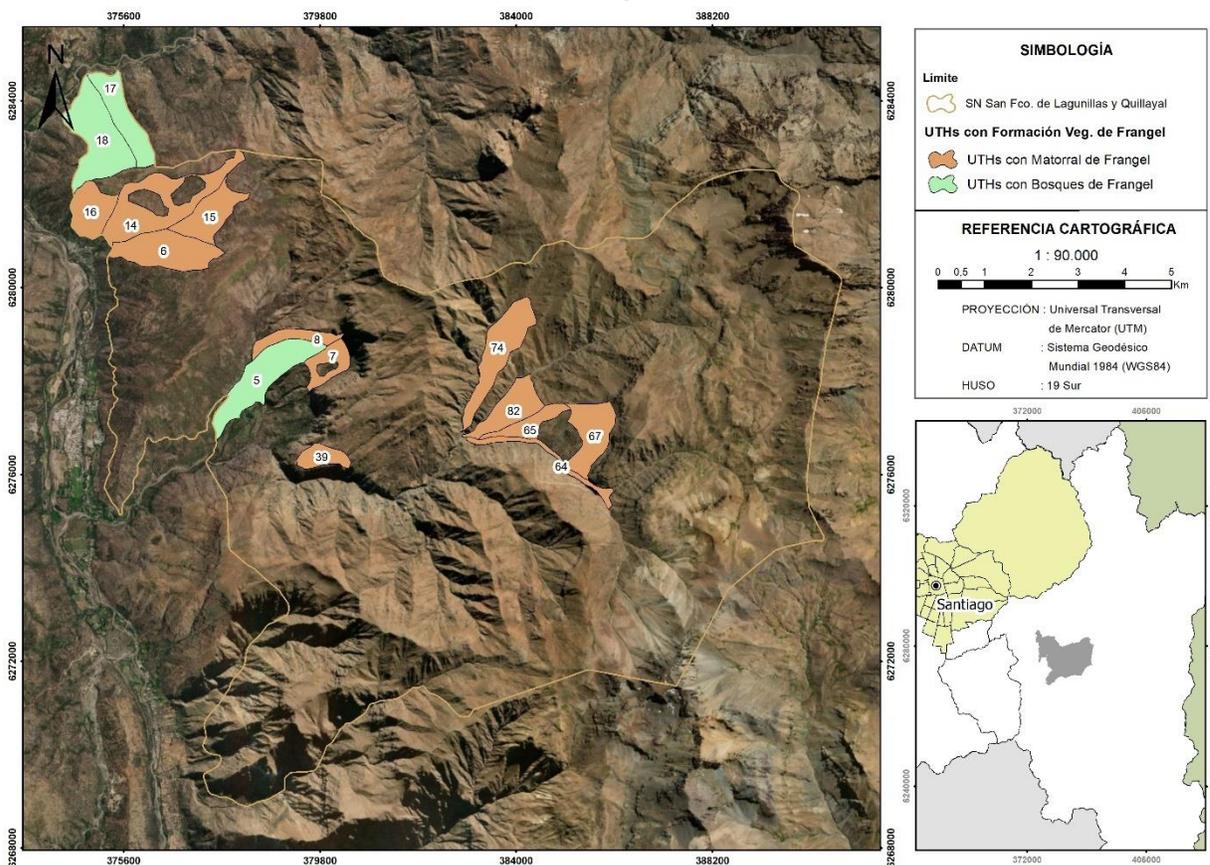
De acuerdo con lo anterior, en este nivel de desarrollo del plan se contempla una superficie total de 1.522,0 ha donde el plan podría ser implementado, tal como lo resume a continuación.

Tabla 73: Situaciones y superficie considerada en el plan de restauración de bosques de frangel

Situación	Superficie (ha)
UTHs con Bosques de Frangel	445,7
UTHs con Matorral de Frangel	1.076,3
Total	1.522,0

Fuente: elaboración propia

Figura 26: Sectores y situaciones consideradas en el plan de restauración bosques de frangel



Fuente: elaboración propia

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapa inicial (año 1 al 2)

- Evaluación y confirmación de detalle de los sitios para implementar la medida. Topografía y diseño de detalle de la plantación (composición y densidad de especies a plantar), considerando la implementación de obras de conservación de suelo. Esta actividad busca generar los antecedentes necesarios para el diseño de detalle de las actividades de rehabilitación ambiental.

- Generación de centro de producción de plantas para la revegetación. Junto con la construcción de un sitio de producción, se considera en esta etapa todas las tareas necesarias para contar con un número de individuos para la revegetación de los sitios a rehabilitar.

Etapa implementación (año 3 al 5)

- Construcción de cierres o cercos a las áreas a plantar.
- Construcción obras de conservación de suelo.
- Manejo de composición y estructura de la vegetación en los sitios a restaurar. Se considera en esta actividad la implementación de medidas de control de especies vegetales invasoras, raleos y podas de otras especies vegetales con el fin de mejorar las condiciones para el establecimiento de los ejemplares de frangel.
- Plantación de ejemplares de frangel y mantención a través de riego de los sitios plantados, se estima que riego de establecimiento de debe mantener al menos por 5 temporadas con una disminución gradual del monto a partir de la segunda temporada de plantados los ejemplares en terreno.

Etapa mantención y seguimiento (año 5 al 10)

- Mantención de obras de conservación de suelo, cierres y protección de plantas. Considera principalmente actividades de reparación de las obras.
- Mantención de revegetaciones. Considera el replante o reposición de ejemplares, riego e implementación de medidas para el establecimiento de la cubierta vegetal.
- Monitoreo de establecimiento de cubierta vegetal.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir el establecimiento de una cubierta vegetal y verificar el repoblamiento de grupos de fauna de baja movilidad es al menos de 10 años. Sin perjuicio de lo anterior, es esperable que el plazo para el establecimiento y automantenimiento de la cubierta vegetal pueda ser mayor, lo que se evaluará en el año 10 definido. En caso de que se evalúe que la cubierta vegetal, utilizado como indicador de base o sostén del hábitat, no se puede mantener sin actividades suplementarias, en esta etapa se definirán un nuevo plazo y actividades para lograr este objetivo.

• **Proyecto de restauración bosques esclerófilos**

Objetivo del Plan:

Recuperación y potenciamiento de los bosques esclerófilos mediante el enriquecimiento de bosques y matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para este tipo de formación.

Componentes claves involucrados:

- Vegetación esclerófila

Sectores y superficie involucrada:

En la determinación de las áreas para la implementación del plan se consideraron los polígonos con formaciones vegetacionales esclerófilas de tipo bosque y matorral arborescente que no contuvieran

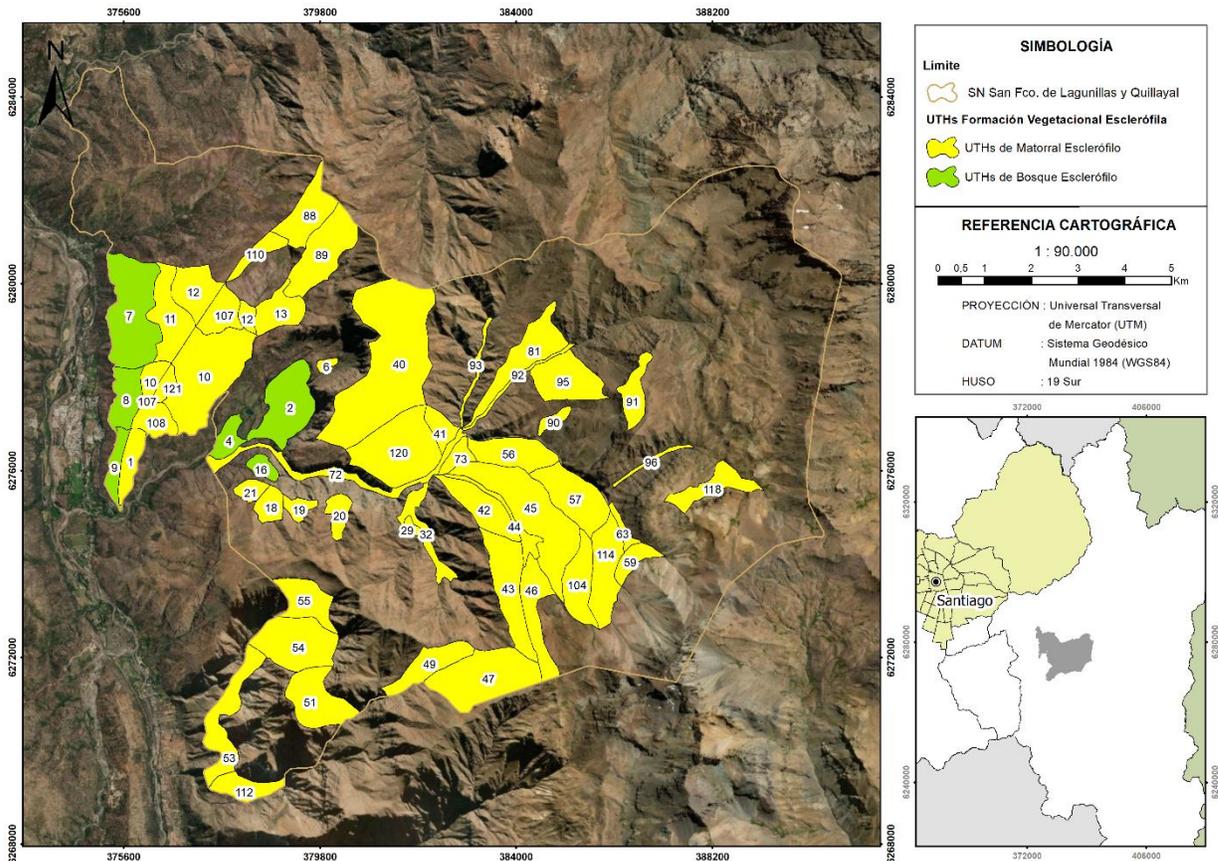
frangel según lo detallado en el Plan de Manejo, la distinción se debió a que los requerimientos de hábitat del Frangel son distintos al resto de las especies del bosque esclerófilo además de ser un objeto de conservación/componente clave explícito para el sitio en el Plan de Manejo. De acuerdo con esto, se considera un área potencial de 5.090,9 ha.

Tabla 74: Situaciones y superficies potenciales a incluir en la restauración del bosque esclerófilo

Situación	Superficie (ha)
UTHs de Matorral Esclerófilo	4.538,2
UTHs de Bosque Esclerófilo	552,7
Total	5.090,9

Fuente: elaboración propia

Figura 27: Situaciones potenciales para la restauración de bosque esclerófilo



Fuente: elaboración propia

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapa inicial (año 1 al 3)

- Evaluación y confirmación de detalle de los sitios para implementar la medida. Topografía y diseño de detalle de la plantación (composición y densidad de especies a plantar), considerando la implementación de obras de conservación de suelo. Esta actividad busca generar los antecedentes necesarios para el diseño de detalle de las actividades de rehabilitación ambiental.
- Generación de centro de producción de plantas para la revegetación. Junto con la construcción de un sitio de producción, se considera en esta etapa todas las tareas necesarias para contar con las especies en un número adecuado para la revegetación de los sitios a rehabilitar. Se contempla la producción de especies arbóreas esclerófilas como *Quillaja saponaria* (quillay), *Schinus montanus* (litrecillo), *Schinus polygamus* (huingán), *Kageneckia oblonga* (bollén) y otras que se determinen como parte del diseño de detalle de la medida, se debe contemplar además la producción de especies leñosas bajas para enriquecer la composición y estructura de estos grupos como *Guindilia trinervis* (guindilla) y *Colliguaja integerrima* (duraznillo) entre otras.

Etapa implementación (año 3 al 5)

- Construcción de cierres o cercos a las áreas a plantar.
- Construcción obras de conservación de suelo.
- Manejo de composición y estructura de la vegetación en los sitios a restaurar. Se considera en esta actividad la implementación de medidas de control de especies vegetales invasoras, raleos y podas de otras especies vegetales con el fin de mejorar las condiciones para el establecimiento de los ejemplares de peumo u otras especies acompañantes que se determine.
- Revegetación. Se contempla la plantación de ejemplares leñosos (árboles y arbustos), y mantención a través de riego de los sitios plantados, se estima que riego de establecimiento de debe mantener al menos por 5 temporadas con una disminución gradual del monto a partir de la segunda temporada de plantados los ejemplares en terreno.

Etapa mantención y seguimiento (año 5 al 10)

- Mantención de obras de conservación de suelo, cierres y protección de plantas. Considera principalmente actividades de reparación de las obras.
- Mantención de revegetaciones. Considera el replante o reposición de ejemplares, riego e implementación de medidas para el establecimiento de la cubierta vegetal.
- Monitoreo de establecimiento de cubierta vegetal.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir el establecimiento de una cubierta vegetal y verificar el repoblamiento de grupos de fauna de baja movilidad es al menos de 10 años. Este plazo claramente es referencial, ya que dependerá de la extensión en superficie que la plantación abarque.

• Proyecto de potenciamiento de vegas de altura

Objetivo del Plan:

Recuperar la composición y productividad de las vegas de altura del Santuario, mediante el manejo de la cosecha de material vegetal por el ganado doméstico.

Componentes claves involucrados:

- Vegas de altura
- Vegetación altoandina

Sectores y superficie involucrada:

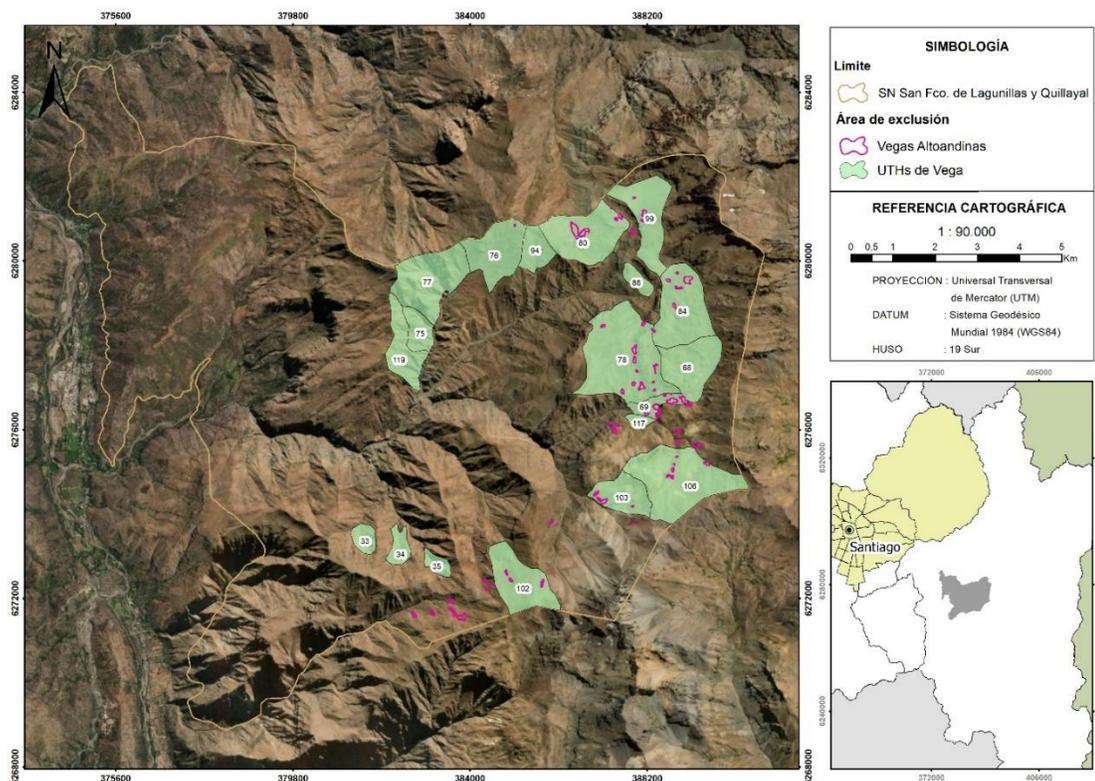
La superficie que potencialmente puede involucrar el plan de recuperación de las vegas de altura es de 2.388,1 ha, proveniente de la información de las UTH con vegas definidas en el Plan de Manejo del Santuario. Sin perjuicio de lo anterior, información más puntual aportada por un catastro de vegas altoandinas disponible para el área (BIOTA 2007) estiman la superficie de vegas altoandinas en 46,4 ha para el sitio en estudio, tal como lo resume a continuación.

Tabla 75: Superficies para implementación de rehabilitación sectores mineros

Sitio	Superficie (ha)
UTHs de Vega	2.388,1
Vegas Altoandinas (BIOTA 2007)	46,4
Total	2434,5

Fuente: elaboración propia

Figura 28: Sectores a incorporar en el plan de rehabilitación ambiental y ecológica de los sectores mineros.



Fuente: elaboración propia

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapa inicial (año 1 al 3)

- Catastro de vegas altoandinas del Santuario. Esta actividad busca generar los antecedentes necesarios para el diseño de detalle de las actividades del plan, principalmente confirmar las vegas presentes, su superficie, composición, estimación de productividad actual y determinación de amenazas o fuentes de impacto.
- Talleres de involucramiento y definición conjunta del uso con los actuales usuarios de las vegas altoandinas (arrieros).
- Instalación de exclusiones para la estimación de productividad en sitios definidos en conjunto con arrieros y administración del Santuario.
- Diseño de sistema de manejo y pastoreo sustentable de las vegas, en base a la productividad primaria estimada. Se debe contemplar medidas de recuperación de las vegas con mayor deterioro y establecimiento de capacidad de carga para las unidades que permitan su uso desde un comienzo.

Etapa implementación y seguimiento (año 3 al 8)

- Instalación de exclusiones e implementación de medidas de manejo para las vegas más deterioradas
- Instalación y seguimiento al esquema de manejo de pastoreo basado en la capacidad de carga de las vegas.
- Implementación de medidas de manejo hídrico, si fuera necesario.
- Construcción de estructuras de abrigo para fauna (madrigueras y pircas).
- Monitoreo de composición y productividad de las vegas incluidas en el plan.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir mejoras en la composición florística y aumento de la productividad en las vegas es al menos de 8 años. Dado el escaso conocimiento de este tipo de sistemas, es que en la etapa de desarrollo de detalle de este plan, se evaluará lo adecuado de este plazo en base a situaciones homologables (vegas de altura) en otras regiones o países.

• **Programa de control de amenazas**

Objetivo del Plan:

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los objetos de conservación al interior del Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas - Quillayal, a través de medidas y actividades directas de control y prevención.

Componentes claves involucrados:

- Frangel
- Vegetación esclerófila

➤ Vegas

Las amenazas que el plan busca controlar son:

- Incendios
- Especies invasoras
- Sobrepastoreo por ganado no regulado al interior del Santuario

Sectores y superficie involucrada:

Dado que este plan contempla el control de las amenazas identificadas sobre los objetos de conservación, es que se considera que involucra al santuario en su totalidad.

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades:

Amenaza	Actividades
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. • Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. • Construcción de estanques de acumulación de agua para el apoyo al combate de incendios forestales. • Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. • Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. • Cierre de los accesos no regulados al Santuario.
Especies invasoras	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. • Financiamiento a tareas de extracción y control de especies invasoras como conejos y rosa mosqueta.
Sobrepastoreo por ganado no regulado al interior del Santuario	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. • Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. • Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. • Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. • Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Santuario hacia la comunidad involucrada.

S.P. Las Cardillas – ICP Bosques de Tinguiririca

Para el Sitio Prioritario Las Cardillas – Bosques de Tinguiririca, se proponen los siguientes planes:

1. Plan de establecimiento de estatus de protección oficial del área y gobernanza.
2. Proyecto de preservación de bosques.
3. Programa de control de amenazas

A continuación, se pasan a detallar cada uno de los planes, estableciendo objetivos generales componentes clave de la biodiversidad involucrados, sectores y superficie que abarca, un listado de actividades, y plazo estimado para lograr el objetivo planteado.

• Plan de establecimiento de estatus de protección oficial del área y gobernanza

Objetivo del Plan:

Asegurar en el largo plazo el estatus de protección del Sitio Prioritario Las Cardillas, a través de la definición del instrumento de protección más adecuado, obtención de dicho estatus y generación de plan de gestión.

Componentes claves involucrados:

Se considera que la afectación del Sitio Prioritario en algún estatus de protección oficial permitirá conservar de manera adecuada y transversalmente todos los componentes claves de biodiversidad identificados en la matriz, y en sus distintos niveles. En particular se refieren a:

- Especies con problemas de conservación de flora y fauna registradas en el área.
- Formaciones boscosas (Tipos forestales Ciprés de la Cordillera, Esclerófilo y Roble-Hualo)
- Ecosistemas Vulnerables: Bosque caducifolio mediterráneo andino de *Nothofagus obliqua* y *Austrocedrus chilensis*; Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Lithraea caustica* y *Lomatia hirsuta*.

Sectores y superficie involucrada:

Esta medida involucra a toda la superficie del Sitio Prioritario Las Cardillas.

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

- Definición de instrumento de protección para el área.
- Generación de expediente para solicitar la afectación en una categoría de protección.
- Gestiones y obtención de la afectación del área en la categoría de protección o bajo el instrumento seleccionado.
- Elaboración del plan de manejo para el área.
- Constitución de la institucionalidad para la administración y del área.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir la afectación del área bajo un instrumento de protección oficial es de 2 a 3 años.

• **Proyecto de preservación de bosques**

Objetivo del Plan:

Asegurar en el largo plazo el desarrollo de las formaciones boscosas del Sitio Prioritario Las Cardillas, a través de medidas de restauración pasiva y control de factores de amenaza.

Componentes claves involucrados:

- Formaciones boscosas (Tipos forestales Ciprés de la Cordillera, Esclerófilo y Roble-Hualo)

Sectores y superficie involucrada:

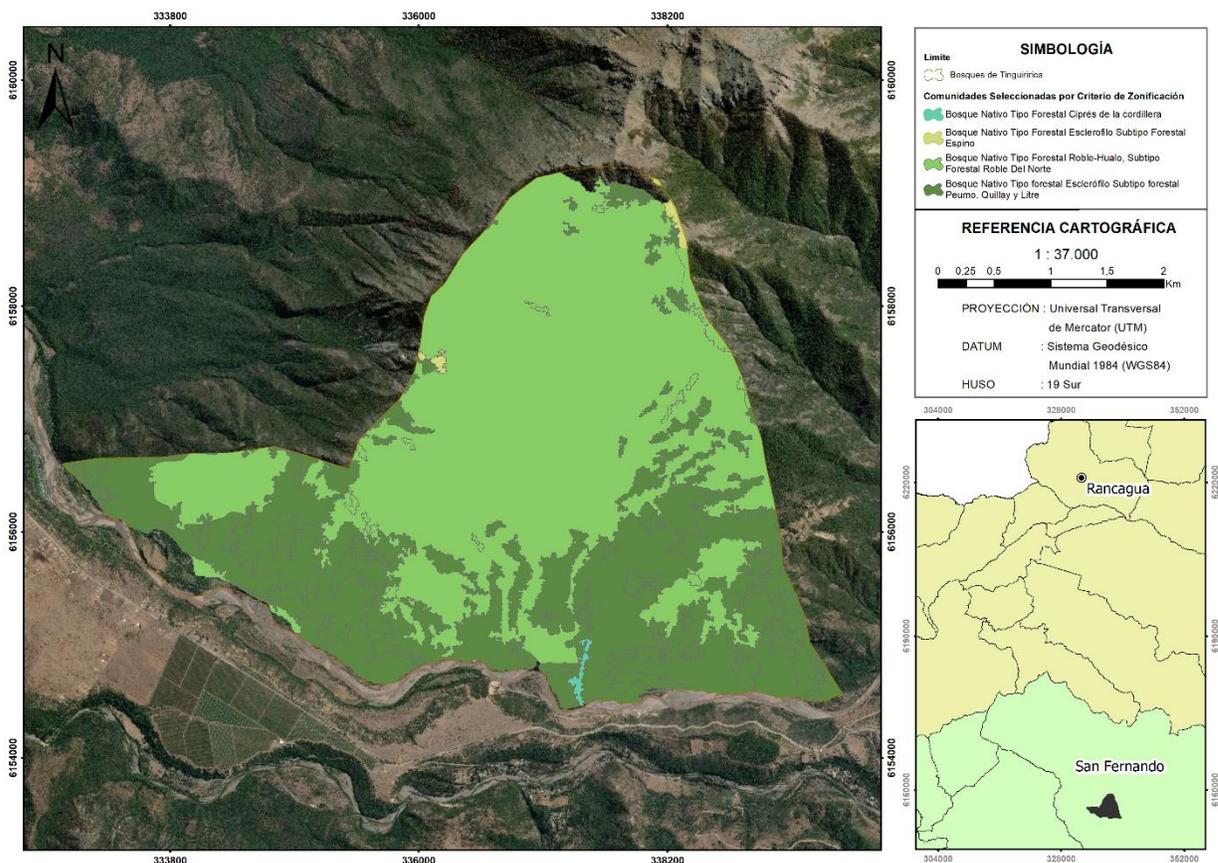
Esta medida involucra a la superficie de bosque en el Sitio Prioritario Las Cardillas, el cual cubre 1.646,2 ha., tal como se detalla a continuación.

Tabla 76: Superficies por tipo forestal en el S.P Las Cardillas

Tipo forestal	Superficie (ha)
Bosque Nativo Tipo Forestal Ciprés de la cordillera	3,4
Bosque Nativo Tipo forestal Esclerófilo Subtipo forestal Peumo, Quillay y Litre	663,7
Bosque Nativo Tipo Forestal Roble-Hualo, Subtipo Forestal Roble Del Norte	979,1
Total	1.646,2

Fuente: elaboración propia

Figura 29: Sectores por tipo forestal en el S.P. Las Cardillas



Fuente: elaboración propia

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapas inicial (año 1 al 2)

- Evaluación de la distribución, composición y estado actual de las formaciones de bosque en el sitio prioritario. Se debe generar una cartografía actualizada y de detalle (1:5.000) de los bosques, conocer su composición florística y faunística, sus parámetros dasométricos, estado sanitarios y de alteración antrópica.
- Generación de un plan de manejo con vías a la preservación de los bosques. Se estima que este plan debe apuntar a generar medidas para el control de las especies invasoras que se detecten.

Etapas implementación y seguimiento (año 2 al 10)

- Generación de medidas de cierre, protección perimetral y control de acceso al Sitio Prioritario.
- Implementación de plan de control de especies invasoras
- Monitoreo del estado y composición de los bosques. Se contempla el establecimiento de un módulo de monitoreo permanente que entregue datos cuantitativos de la evolución de los bosques, entendiendo su recuperación, bajo un esquema de restauración pasiva.

Plazo

Se estima que el plazo para la implementación y obtener datos cuantitativos de recuperación de los bosques, y principalmente el control de las especies invasoras es de 10 años. Posteriormente, se debiera reevaluar el alcance del plan y eventualmente plantear medidas para la nueva etapa.

• **Programa de control de amenazas**

Objetivo del Plan:

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los objetos de conservación al interior del bosque en el SP Las Cardillas – ICP Bosques Tinguiririca, a través de medidas y actividades directas de control y prevención.

Componentes claves involucrados:

- Especies con problemas de conservación de flora y fauna registradas en el área.
- Formaciones boscosas (Tipos forestales Ciprés de la Cordillera, Esclerófilo y Roble-Hualo).

La amenaza que el plan busca controlar es:

- Incendios forestales

Sectores y superficie involucrada:

Dado que este plan contempla el control de las amenazas identificadas sobre los objetos de conservación, es que se considera que involucra a esta área en su totalidad.

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades:

Amenaza	Actividades
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. • Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. • Construcción de estanques de acumulación de agua para el apoyo al combate de incendios forestales. • Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. • Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. • Cierre de los accesos no regulados al Sitio Prioritario

S.N. Cerro Poqui

Para el Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui, se proponen los siguientes planes:

1. Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.
2. Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.
3. Proyecto de potenciamiento de hábitat *Alsodes cantillanensis*
4. Programa de control de amenazas

A continuación, se pasan a detallar cada uno de los planes, estableciendo objetivos generales componentes clave de la biodiversidad involucrados, sectores y superficie que abarca, un listado de actividades, y plazo estimado para lograr el objetivo planteado.

- **Proyecto de restauración bosque tipo forestal roble – hualo.**

Objetivo del Plan:

Recuperación y potenciamiento de los bosques del tipo forestal roble - hualo mediante el enriquecimiento de los bosques existentes y la generación de nuevas superficies de bosques de este tipo forestal en los sitios con matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para las especies objetivo.

Componentes claves involucrados:

- Tipo forestal Roble-Hualo

Sectores y superficie involucrada:

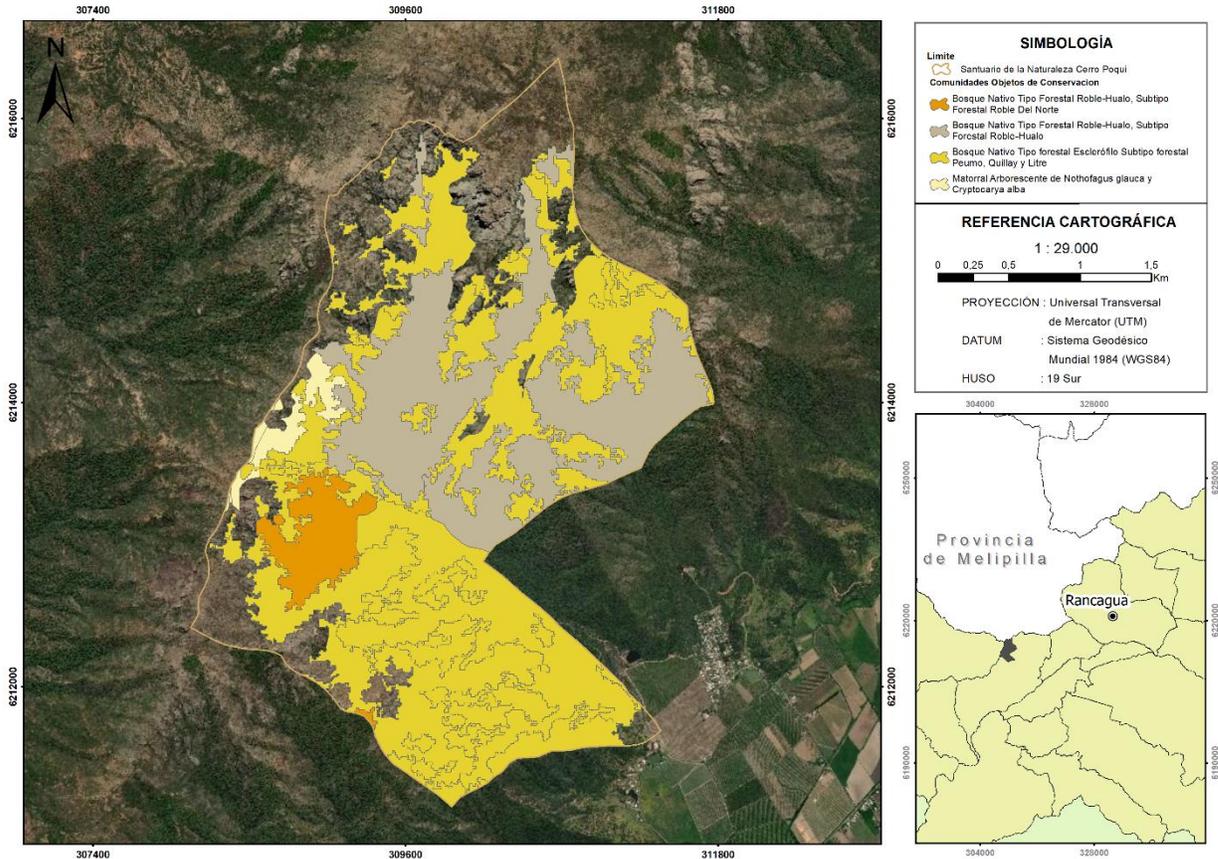
La selección de los sectores donde implementar este plan se determinó a partir de los polígonos de bosque del tipo forestal roble-hualo, y sus subtipos, descritos para el S.N. Cerro Poqui por el Catastro de los Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF & CIREN. 2013). De acuerdo con lo anterior, se considera al menos un área de 306,2 ha donde aplicar plan, tal como lo resume a continuación.

Tabla 77: Superficie con bosque del tipo forestal roble-hualo, por subtipo, considerada en el plan de restauración de tipo forestal en el S.N. Cerro Poqui

Bosque	Superficie (ha)
Bosque Nativo Tipo Forestal Roble-Hualo, Subtipo Forestal Roble-Hualo	245,0
Bosque Nativo Tipo Forestal Roble-Hualo, Subtipo Forestal Roble Del Norte	42,4
Matorral Arborescente de <i>Nothofagus glauca</i> y <i>Cryptocarya alba</i>	18,8
Total	306,2

Fuente: elaboración propia

Figura 30: Sectores con bosques de tipo forestal roble-hualo en el S.N. Cerro Poqui



Fuente: elaboración propia

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapas inicial (año 1 al 3)

- Evaluación y confirmación de detalle de los sitios para implementar la medida. Cartografía de detalle (1:5.000) de las unidades de bosque y matorrales arborecentes. Topografía y diseño de detalle de la plantación (composición y densidad de especies a plantar), considerando la implementación de obras de conservación de suelo. Esta actividad busca generar los antecedentes necesarios para el diseño de detalle de las actividades de rehabilitación ambiental.
- Generación de centro de producción de plantas para la revegetación. Junto con la construcción de un sitio de producción, se considera en esta etapa todas las tareas necesarias para contar con las especies en un número adecuado para la revegetación de los sitios a rehabilitar.

Etapas implementación (año 3 al 5)

- Construcción de cierres o cercos a las áreas a plantar.
- Construcción obras de conservación de suelo.

- Manejo de composición y estructura de la vegetación en los sitios a restaurar. Se considera en esta actividad la implementación de medidas de control de especies vegetales invasoras, raleos y podas de otras especies vegetales con el fin de mejorar las condiciones para el establecimiento de los ejemplares de roble y/o hualo u otras especies acompañantes que se determine.
- Revegetación. Se contempla la plantación de ejemplares leñosos, principalmente roble y hualo. Luego de la plantación se debe considerar la mantención a través de riego de los sitios plantados, se estima que riego de establecimiento de debe mantener al menos por 5 temporadas con una disminución gradual del monto a partir de la segunda temporada de plantados los ejemplares en terreno.

Etapa mantención y seguimiento (año 5 al 10)

- Mantención de obras de conservación de suelo, cierres y protección de plantas. Considera principalmente actividades de reparación de las obras.
- Mantención de revegetaciones. Considera el replante o reposición de ejemplares, riego e implementación de medidas para el establecimiento de la cubierta vegetal.
- Monitoreo de establecimiento de cubierta vegetal.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir el establecimiento de una cubierta vegetal y verificar el repoblamiento de grupos de fauna de baja movilidad es al menos de 10 años.

• **Proyecto de restauración estructura y composición bosque higrófilo.**

Objetivo del Plan:

Recuperación y potenciamiento de la estructura y composición del bosque higrófilo presente en el S.N. Cerro Poqui mediante la implementación de raleos, podas, enriquecimiento y control de especies invasoras.

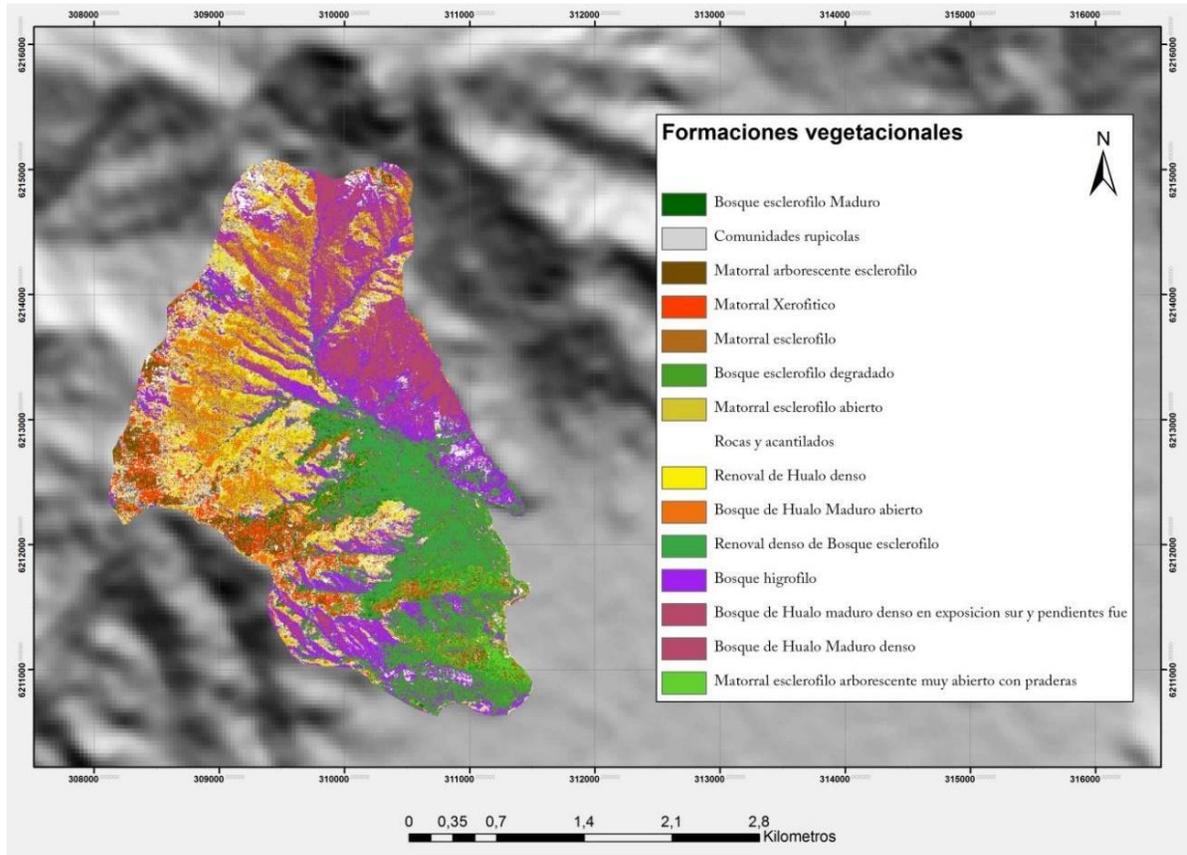
Componentes claves involucrados:

- Bosque higrófilo
- *Alsodes cantillanensis*

Sectores y superficie involucrada:

De acuerdo con los antecedentes presentados en el expediente para la declaratoria del S.N. Cerro Poqui (Photosintesis Consultores. 2017), en el área se identifica una superficie de 152,7 ha de bosque higrófilo, la cual constituye el área potencial mínima donde se puede implementar este plan. La ubicación de este tipo de bosque se puede observar a continuación.

Figura 31: Formaciones vegetacionales en el S.N. Cerro Poqui



Fuente: Photosintesis Consultores. 2017

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapa inicial (año 1 al 3)

- Evaluación y confirmación de detalle de los sitios para implementar la medida. Caracterización de la ubicación, superficie, composición florística y faunística, estructura de la vegetación (vertical y horizontal). Esta actividad busca generar los antecedentes necesarios para el diseño de detalle de las actividades de rehabilitación ambiental, en lo particular lo referente a la definición de las medidas de manejo de composición (plantación y control de especies invasoras) y estructura (raleos y podas), además del diseño de obras para el manejo hídrico de las quebradas donde se emplaza este tipo de bosque y que eventualmente potenciarán las condiciones ambientales para el establecimiento de los ejemplares a plantar.
- Generación de centro de producción de plantas para la revegetación. Junto con la construcción de un sitio de producción, se considera en esta etapa todas las tareas necesarias para contar con las especies en un número adecuado para la revegetación de los sitios a rehabilitar.

Etapa implementación (año 2 al 6)

- Construcción de cierres o cercos a las áreas a plantar.

- Construcción de obras de manejo hídrico.
- Manejo de composición y estructura de la vegetación en los sitios a restaurar. Se considera en esta actividad la implementación de medidas de control de especies vegetales invasoras, raleos y podas de otras especies vegetales con el fin de mejorar las condiciones para el establecimiento de los ejemplares de peumo u otras especies acompañantes que se determine.
- Revegetación. Se contempla la plantación de ejemplares leñosos, principalmente árboles estructurantes de bosques higrófilos como *Beilschmedia miersii*, *Crinodendron patagua*, *Aextoxicon punctatum* y *Drymis winteri*.

Etapa mantención y seguimiento (año 4 al 10)

- Mantención de obras de conservación de manejo hídrico, cierres y protección de plantas. Considera principalmente actividades de reparación de las obras.
- Mantención de revegetaciones. Considera el replante o reposición de ejemplares, riego e implementación de medidas para el establecimiento de la cubierta vegetal.
- Monitoreo de establecimiento de cubierta vegetal.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir el establecimiento de una cubierta vegetal y verificar el reemplazamiento de grupos de fauna de baja movilidad es al menos de 10 años.

• **Proyecto de potenciamiento hábitat *Alsodes cantillanensis***

Objetivo del Plan:

Recuperar y potenciar el hábitat para *Alsodes cantillanensis* mediante la limpieza de basura en las quebradas y generación de cuerpos de agua.

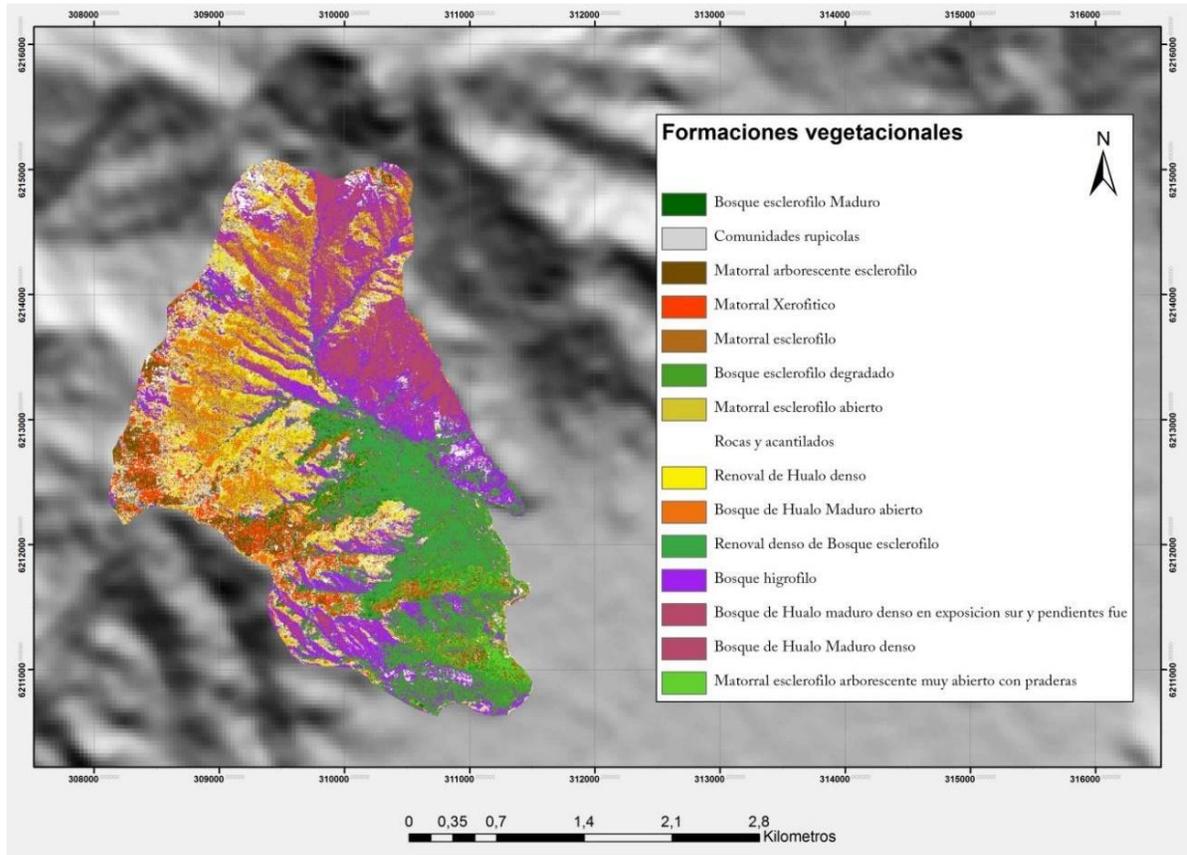
Componentes claves involucrados:

- *Alsodes cantillanensis*
- Bosque higrófilo

Sectores y superficie involucrada:

Se considera como sectores para la implementación del plan, la superficie equivalente a la identificada para el tipo de bosque higrófilo, la cual se establece en 152,7 ha de acuerdo con los antecedentes presentados en el expediente para la declaratoria del S.N. Cerro Poqui (Photosíntesis Consultores. 2017), sin perjuicio de lo anterior, en la etapa inicial de mayor definición del plan esta superficie puede ser ajustada, sea una disminución por una mejor definición de sitios de hábitat o un aumento por una extensión de las áreas potenciales para la implementación de la medida. La ubicación de este tipo de bosque se puede observar a continuación.

Figura 32: Formaciones vegetacionales en el S.N. Cerro Poqui



Fuente: Photosintesis Consultores. 2017

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades.

Etapas inicial (año 1)

- Evaluación de la distribución, abundancia y estado actual de la población de *Alsodes cantillanensi* en el santuario.
- Identificación de sitios con potencial para generar cuerpos de agua o hábitat para la especie.
- Diseño de medidas para generación de nuevos pozos, para la cosecha e infiltración de agua en la cuenca y para el control de especies invasoras.

Etapas implementación y seguimiento (año 2 al 5)

- Limpieza de basura y control de especies invasoras en sitios con presencia de *Alsodes cantillanensis*.
- Cierres y control de accesos en sectores con presencia de *Alsodes cantillanensis* en el santuario.
- Construcción de pozas para potenciar el hábitat para *Alsodes cantillanensis* en el santuario y construcción de cierres u obras de control de accesos en estas nuevas pozas.
- Monitoreo de la población de *Alsodes cantillanensis* en el santuario para establecer éxito de la medida.

- Implementación de medidas para la cosecha e infiltración de agua en la cuenca.
- Mantenimiento de los cierres de control de acceso en la pozas existentes o generadas para potenciar el hábitat de *Alsodes cantillanensis*.

Etapa seguimiento (año 5 al 10)

- Monitoreo de la población de *Alsodes cantillanensis* en el santuario para establecer éxito de la medida. Durante este seguimiento se deberían implementar medidas correctivas, de mantención o eventualmente adicionales, de modo de velar por la consecución del objetivo del presente plan.

Plazo

Se estima que el plazo para conseguir un aumento de la población local de *Alsodes cantillanensis* es de al menos de 10 años.

- **Programa de control de amenazas**

Objetivo del Plan:

Minimizar, y eventualmente eliminar, la acción de factores que deterioran el estado de los objetos de conservación al interior del Santuario de la Naturaleza Cerro Poqui, a través de medidas y actividades directas de control y prevención.

Componentes claves involucrados:

- Tipo forestal Roble-Hualo
- Bosque higrófilo
- *Alsodes cantillanensis*

Las amenazas que el plan busca controlar son:

- Incendios
- Extracción hídrica no regulada
- Turismo no regulado

Sectores y superficie involucrada:

Dado que este plan contempla el control de las amenazas identificadas sobre los objetos de conservación, es que se considera que involucra al santuario en su totalidad.

Actividades:

En el desarrollo del plan se consideran al menos las siguientes actividades:

Amenaza	Actividades
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. • Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. • Aseguramiento de suministro en estanque de acumulación dispuesto en el área para el apoyo al combate de incendios forestales.

Amenaza	Actividades
	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. • Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. • Cierre de los accesos no regulados al Santuario.
Extracción hídrica no regulada	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario. • Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. • Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Santuario hacia la comunidad involucrada.
Turismo no regulado	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Santuario. • Desarrollo de programa de actividades de involucramiento con la comunidad vecina para puesta en valor y cuidado del Santuario. • Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. • Cierre o control de los accesos no regulados al Santuario.

Reserva Natural Altos de Cantillana

Para la Reserva Natural Altos de Cantillana, se proponen los siguientes planes:

1. Proyecto de restauración bosque esclerófilo.
2. Proyecto de potenciamiento hábitat *Alsodes cantillanensis*
3. Proyecto de potenciamiento hábitat carnívoros.
4. Programa de control de amenazas

• Proyecto de restauración bosques esclerófilos

Objetivo del Plan:

Recuperación y potenciamiento de los bosques esclerófilos de exposición sur mediante el enriquecimiento de bosques y matorrales arborescentes en situaciones ambientales adecuadas y favorables para este tipo de formación.

Componentes claves involucrados:

- Bosque esclerófilo
- Fauna de baja movilidad

Actividades:

Etapas inicial (año 1 al 3)

- Evaluación y confirmación de detalle de los sitios para implementar la medida.
- Generación de centro de producción de plantas para la revegetación.

Etapa implementación (año 3 al 5)

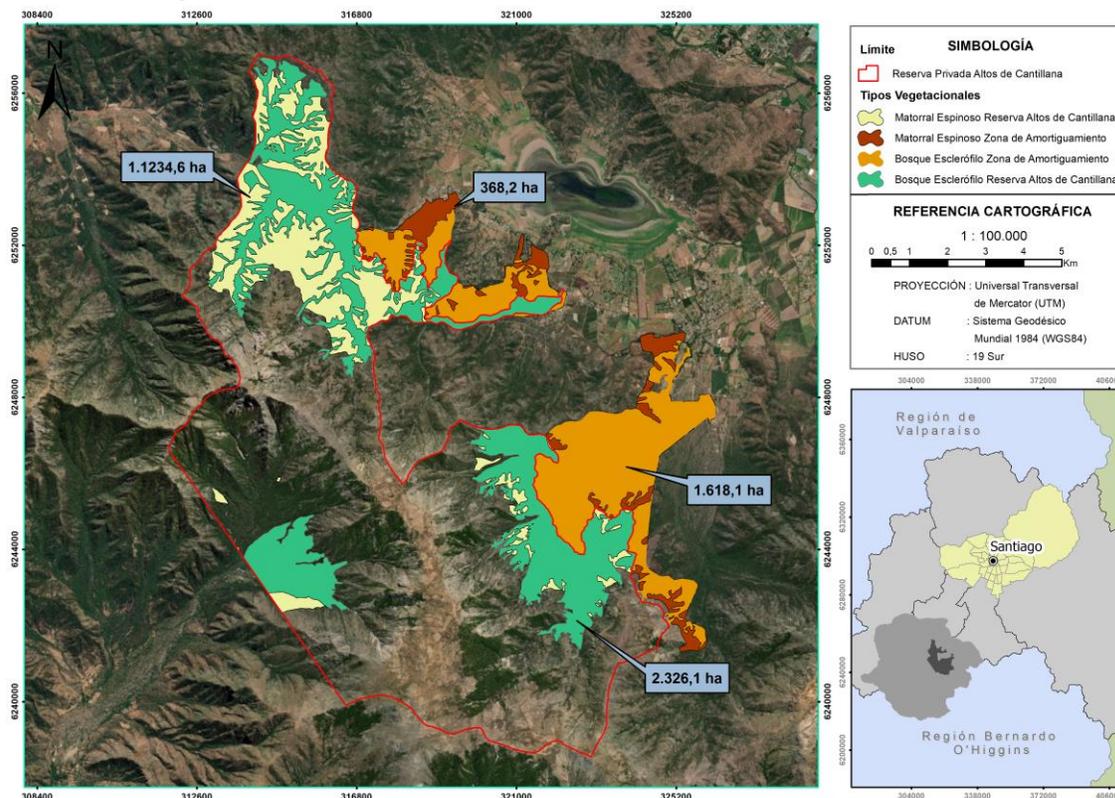
- Construcción de cierres o cercos a las áreas a plantar.
- Construcción obras de conservación de suelo.
- Manejo de composición y estructura de la vegetación en los sitios a restaurar (control de especies vegetales invasoras, raleos y podas).
- Revegetación privilegiando quillay, peumo, boldo, "belloto del norte", bollén y otras.

Etapa mantención y seguimiento (año 5 al 10)

- Mantención de obras de conservación de suelo, cierres y protección de plantas.
- Mantención de revegetaciones.
- Monitoreo de establecimiento de cubierta vegetal.

Sectores y superficies:

Figura 33: Formaciones de matorral esclerófilo en Altos de Cantillana.



Fuente: Elaboración propia.

- **Proyecto de potenciamiento hábitat *Alsodes cantillanensis***

Objetivo del Plan

Recuperar y potenciar el hábitat para *Alsodes cantillanensis* mediante la limpieza de basura en las quebradas y generación de cuerpos de agua.

Componentes claves involucrados:

- *Alsodes cantillanensis*
- Bosque higrófilo

Actividades:

Etapa inicial (año 1)

- Evaluación de la distribución, abundancia y estado actual de la población de *Alsodes cantillanensi* en el santuario.
- Identificación de sitios con potencial para generar cuerpos de agua o hábitat.
- Diseño de medidas para generación de nuevos pozos, para la cosecha e infiltración de agua en la cuenca y para el control de especies invasoras.

Etapa implementación (año 2 al 5)

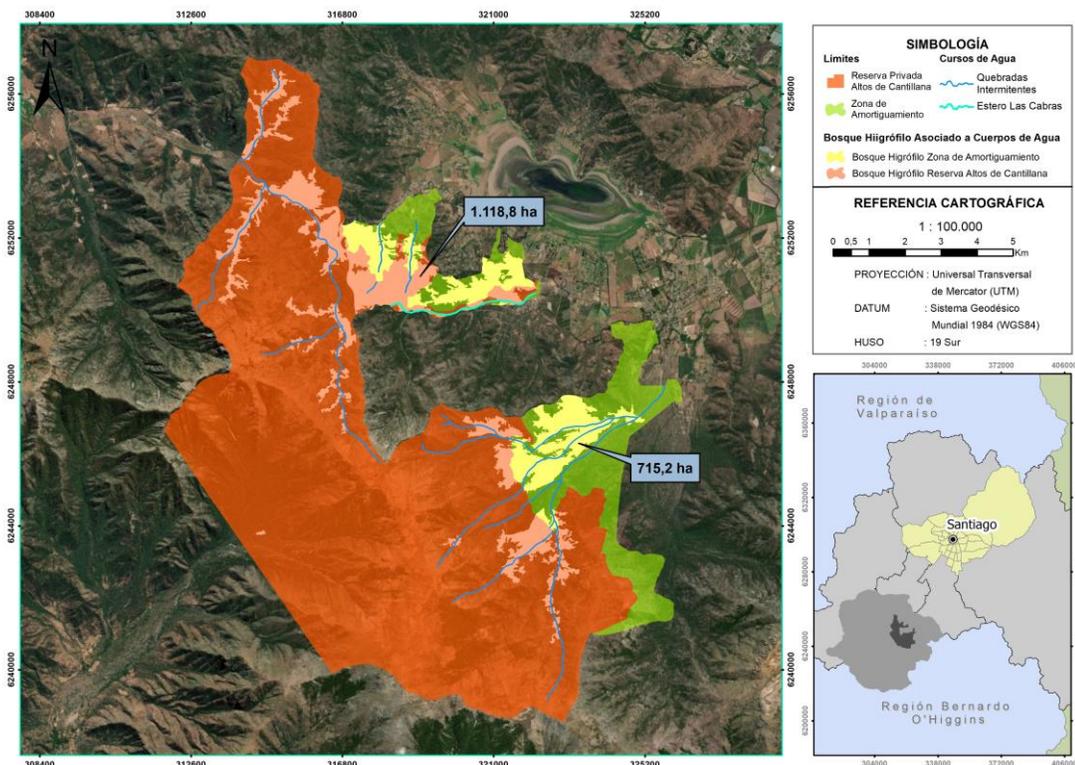
- Limpieza de basura y control de especies invasoras en sitios con presencia de *Alsodes cantillanensis*.
- Cierres y control de accesos en sectores con presencia de *Alsodes cantillanensis*.
- Construcción de pozas para potenciar el hábitat para *Alsodes cantillanensi* en el santuario y construcción de cierres u obras de control de accesos en estas nuevas pozas.
- Monitoreo de la población de *Alsodes cantillanensis* en el santuario para establecer éxito de la medida.
- Implementación de medidas para la cosecha e infiltración de agua en la cuenca.
- Mantenimiento de los cierres de control de acceso en la pozas existentes o generadas para potenciar el hábitat de *Alsodes cantillanensis*.

Etapa mantención y seguimiento (año 5 al 10)

- Monitoreo de la población de *Alsodes cantillanensis* para establecer éxito de la medida.

Sectores y superficies:

Figura 34: Lugares para el potenciamiento del hábitat de *Alsodes cantillanensis* en Altos de Cantillana.



Fuente: Elaboración propia.

- **Proyecto de potenciamiento hábitat carnívoros**

Objetivo del Plan:

Recuperar y potenciar el hábitat para los carnívoros nativos presentes (zorros culpeo y chilla, quique, güiña, gato colocolo) mediante el control de amenazas, restauración pasiva de ambientes preferentes y presas.

Componentes claves involucrados:

- *Pseudalopex culpaeus* (Zorro culpeo).
- *Pseudalopex griseus* (Zorro chilla).
- *Leopardus guigna* (Güiña).
- *Leopardus colocolo* (Gato colocolo).
- *Galictis cuja* (Quique).

Actividades:

Etapa inicial (año 1 - 2)

- Evaluación de la distribución, abundancia, estado actual y dieta de las poblaciones carnívoros.
- Identificación de refugios y corredores para los carnívoros.
- Puesta en marcha de control de perros asilvestrados.

Etapa implementación (año 3 al 5)

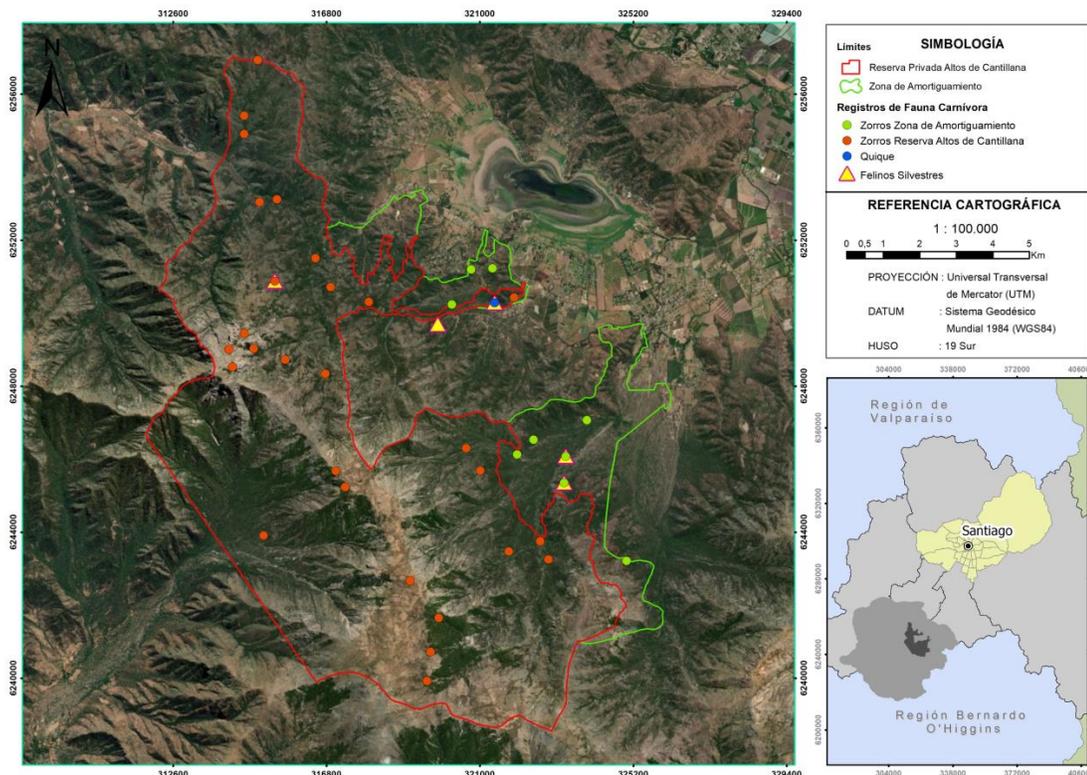
- Exclusión de sectores de refugio.
- Desarrollo de control de perros asilvestrados
- Monitoreo de la población de carnívoros nativos para establecer éxito de la medida.
- Mantenimiento de los cierres de control de acceso a refugios.

Etapa mantención y seguimiento (año 5 al 10)

- Monitoreo de la población de carnívoros nativos para establecer éxito de la medida.

Sectores y superficies:

Figura 35: Lugares para el potenciamiento del hábitat de carnívoros en Altos de Cantillana.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 78. Actividades a realizar durante la ejecución del plan de control de amenazas.

Componentes claves involucrados	Amenaza	Actividades
Bosque esclerófilo, <i>Alsodes cantillanensis</i> y carnívoros nativos	Incendios	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de plan de prevención y control de incendios forestales. • Instrucción e implementación de cuadrilla de combate de incendios forestales. • Aseguramiento de suministro en estanque de acumulación dispuesto en el área para el apoyo al combate de incendios forestales. • Diseño e instalación de señalética de educación ambiental y controles de acceso. • Cierre de caminos y huellas no reguladas en los sitios de restauración o rehabilitación de los planes antes señalados. • Cierre de los accesos no regulados al Sector.
Bosque esclerófilo y <i>Alsodes cantillanensis</i>	Ganadería	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre o control de los accesos no regulados al Sector. • Determinación de capacidad de carga y plan de "pastoreo" para ganado de arrieros autorizados (ordenación y potenciamiento de praderas, generación potreros). • Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Sector. • Apoyo permanente a las actividades de educación ambiental del Sector hacia la comunidad involucrada.
<i>Alsodes cantillanensis</i> y carnívoros nativos	Perros asilvestrados	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación y financiamiento para la generación de cuerpo de guardaparques que apoyen el control y mantención del Sector. • Desarrollo de programa de control de natalidad en perros asilvestrados • Coordinación con planes de tenencia responsable municipales.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5: Memorias de cálculo de los costos por proyecto propuesto.

Se adjuntan los archivos en formato digital

Anexo 6: Memoras de cálculo de las métricas para los proyectos propuestos.

Se adjuntan los archivos en formato digital

Anexo 7: Anexo cartográfico con los respaldos en SHP

Se adjuntan los archivos en formato digital

Anexo 8: Presentaciones realizadas a los propietarios y con la contraparte técnica

Se adjuntan los archivos en formato digital

Anexo 9: Glosario de términos

Amenaza: Factor que causa degradación, daño o destrucción, o que tiene el potencial para hacerlo.

Atributos: ver Categorías de atributos ecosistémicos clave.

Atributos ecosistémicos: ver Categorías de atributos ecosistémicos clave.

Barreras: factores bióticos o abióticos, naturales o artificiales, que impiden o limitan la recuperación de un atributo ecosistémico.

Biótico, biota: Los componentes vivos del ecosistema, incluyendo plantas, y animales, vivos, hongos, bacterias y otras formas de vida (microscópicas y grandes).

Cadena trófica: Niveles en redes de alimentación (e. g., productores, herbívoros, depredadores y descomponedores). Proceso de intercambio o flujo de energía entre la presa y el depredador.

Categorías de atributos ecosistémicos clave: categorías que fueron desarrolladas para la generación de estándares de restauración como forma de apoyar el trabajo de los profesionales en el proceso de evaluación de la recuperación de las propiedades y funciones bióticas y abióticas. Se identificaron seis categorías: ausencia de amenazas, condiciones físicas, composición de especies, estructura comunitaria, funcionalidad ecosistémica e intercambios externos (McDonald et al 2016). A partir de estos atributos emergen la complejidad, auto-organización, resiliencia y sustentabilidad.

Ciclaje (ecológico): corresponde a todos aquellos procesos de transferencia de recursos entre las partes de un ecosistema, tales como el agua, carbono, nitrógeno y otros elementos fundamentales para el cumplimiento de las funciones ecosistémicas.

Composición: corresponde a la variedad de organismos que constituyen un ecosistema. En planes de restauración o monitoreo, normalmente se refiere a la lista de las especies (o taxas en caso de que no sea posible determinar la especie) que es posible encontrar usualmente consiste en una lista de las

especies o géneros (para plantas o vertebrados), o al menos, de los órdenes (para invertebrados y microorganismos).

Construcción: métodos que se utilizan en componentes de ingeniería permanentes o temporales que no estaban previamente en el sitio, a diferencia de la "reconstrucción".

Creación: se refiere al diseño y construcción de un ecosistema distinto al que existía previamente, con fines utilitarios, sin tener como objetivo o meta un ecosistema de referencia (Clewell & Aronson 2013).

Daño (a un ecosistema): un impacto negativo agudo y evidente sobre un ecosistema (SER 2004).

Degradación (de un ecosistema): un impacto negativo a un ecosistema que resulta en la pérdida de biodiversidad y la simplificación o disrupción de su estructura, composición y funcionalidad. Generalmente conduce a la reducción en el flujo de bienes y servicios ecosistémicos (MA 2005, Alexander et al. 2011).

Ecosistema: ensamble a pequeña o gran escala de componentes bióticos o abióticos en cuerpos de agua o en ambientes terrestres en el que los componentes interactúan para formar redes tróficas complejas, ciclos de nutrientes y flujos de energía. El término "ecosistema" es usado en los Estándares para describir un ensamble ecológico de cualquier tamaño o escala.

Ecosistema de referencia: ecosistema cuyos componentes bióticos y abióticos son capaces de actuar como un punto o estándar de referencia para la restauración. Normalmente corresponde a una versión no degradada del ecosistema completo, con todos los elementos, procesos, funciones y estados sucesionales que se presentarían en el sitio si el daño o degradación no hubiera ocurrido.

Ecosistema nativo local: ecosistema que contiene las especies o taxas que son originarias del sitio, que se sabe que han evolucionado localmente o que han migrado recientemente de localidades vecinas debido a cambios en el clima. Esta definición excluye a las especies exóticas invasoras y a los ecosistemas culturales, si es que estos últimos han sufrido modificaciones sustanciales respecto a sus símiles naturales.

Especies deseadas: especies del ecosistema de referencia (o a veces, especies nodrizas no nativas), que permitirán que el ecosistema nativo local se recupere. Su contraparte son las especies indeseadas, las cuales usualmente (pero no siempre) son especies exóticas invasoras (McDonald et al. 2016).

Estrato, estratos: capa o capas en un ecosistema. Usualmente se refiere a capas de tipo vertical, tales como capas de árboles, arbustos y hierbas.

Estructura (de un ecosistema): ver la definición contenida en Diversidad estructural.

Estructura comunitaria: ver la definición de Diversidad estructural.

Flujo génico: proceso de intercambio de material genético entre los individuos que mantienen la diversidad genética de la población de una especie. Este intercambio se puede ver afectado por vectores de dispersión y barreras topográficas, como en los ambientes naturales y también puede estar limitado por la separación y el aislamiento en el caso de los ambientes fragmentados.

Función: corresponde a las interacciones y relaciones que existen entre los elementos bióticos y abióticos de un ecosistema. Esto incluye procesos como la producción primaria, la descomposición, el ciclaje de nutrientes, transpiración, competencia y resiliencia. Además, hace relación con el potencial del ecosistema de entregar servicios y bienes ecosistémicos a los seres humanos.

Germoplasma: corresponde al material regenerativo, en sus diversas formas (e.g., semillas, embriones, material vegetativo), que provee una fuente de material genético para futuras poblaciones.

Indicadores (de recuperación): características de un ecosistema que pueden ser usadas para medir el progreso hacia los objetivos de restauración en un sitio en particular (e. g., mediciones de presencia o ausencia y calidad de componentes bióticos o abióticos del ecosistema) (Conservation Measures Partnership 2013).

Intervención (restauración): acción llevada a cabo para alcanzar la restauración, tales como mejoramiento del sustrato, control de especies exóticas, acondicionamiento de hábitat y reintroducciones.

Línea base: corresponde a la descripción de los componentes bióticos y abióticos del sitio, previo al proceso de restauración. Una descripción de los elementos bióticos y abióticos del sitio antes de la restauración, incluyendo sus atributos estructurales, funcionales y composicionales y la condición actual (SER 2004). El inventario es implementado al comienzo de la fase de planificación de la restauración, junto con la elaboración del modelo de referencia, para entregar la base de información de la planificación, incluyendo las metas, objetivos medibles y la prescripción de tratamientos. Incluyendo

Manejo (ecosistémico o de un ecosistema): una amplia categorización que abarca el mantenimiento y la reparación de ecosistemas (incluyendo la restauración).

Manejo adaptativo: proceso continuo mediante el cual se lleva a cabo un mejoramiento continuo de las políticas y prácticas de manejo mediante la aplicación del conocimiento obtenido en la evaluación de las políticas y prácticas previamente empleadas, en proyectos y programas futuros (MA 2005). La práctica de revisar las decisiones de manejo y evaluarlas a la luz de la nueva información.

Niveles tróficos: Niveles en redes de alimentación (e.g., productores, herbívoros, depredadores y descomponedores).

Obras de conservación de suelo: se refiere a construcciones que tienen por objetivo disminuir la pérdida de suelo o recuperarlo (e.g. zanjas de infiltración, canales de desviación de aguas lluvia, diques).

Objeto de conservación: Entidades naturales valiosas que determinada normativa busca proteger, en el caso de la legislatura chilena se verifica que el objeto o los objetos de conservación de las áreas protegidas pueden referirse a: genes, especies, poblaciones, formaciones vegetacionales, ecosistemas, servicios ecosistémicos, áreas de nidificación o reproducción, hábitats, bosques relictos, belleza escénica, hallazgos arqueológicos o antropológicos, afloramientos geológicos y geoformas, cuerpos de agua, suelos frágiles o degradados. (MMA, 2019a)

Patrón espacial: parches de ensambles de especies que usualmente se organizan en un patrón espacial (ya sea en el plano horizontal, vertical o ambos) debido a diferencias en las características bióticas o abióticas del ensamble (topografía, vegetación, sustrato, etc.)

Plan de cierre: descripción detallada de los resultados medibles que se requieren obtener en un sitio de restauración antes de que los trabajos de restauración o rehabilitación se consideren completados por el ente regulador.

Plan de manejo: documento que contiene los objetivos, lineamientos estratégicos, metodología y medidas agines a los objetos de protección definidos para el área propuesta, así como una zonificación preliminar que establezca los usos a fin de cumplir con los objetivos de conservación planteados para el área (MMA, 2014).

Plan de restauración ecológica: plan de manejo destinado a reponer o reparar un ecosistema degradado, o parte de él, a una calidad similar a la que tenía con anterioridad a su pérdida, disminución o menoscabo (MMA, 2019b).

Productividad: tasa de generación de biomasa en un ecosistema debido al crecimiento y la reproducción de plantas y animales.

Programa de restauración: gran conjunto de múltiples proyectos de restauración pequeños ya sea en un solo sitio o en varios.

Proyecto de restauración: todos los trabajos realizados para alcanzar la recuperación de un ecosistema, desde la fase planificación, pasando por la implementación, hasta el punto de recuperación completa. El término "proyecto" es usado en este documento como un término genérico para cualquier proyecto o programa, a menos que se especifique que se trata de un "programa". No es usado en este documento para hacer referencia a un conjunto limitado de trabajos restringidos por un contrato o bases de financiamiento.

Rango de condiciones climáticas: se refiere al rango de amplitud climática en la que se distribuye la población de una especie (Pearson & Dawson 2003). Con el cambio climático es probable que tales rangos se trasladen.

Recuperación: proceso mediante el cual un ecosistema vuelve a tener la composición, estructura y funcionalidad en los niveles identificados para el ecosistema de referencia. En la restauración, la recuperación es asistida por actividades de restauración. La recuperación puede ser parcial o total.

Referencia ecológica: ver Ecosistema de referencia.

Regeneración: ver Regeneración asistida y Regeneración natural.

Regeneración asistida: este tipo de regeneración se enfoca en prestar ayuda de forma activa a la capacidad natural del ecosistema de regenerarse, sin reintroducir biota al sitio ni dejar que se regenere naturalmente (sin ayuda) (Clewel & McDonald 2009). Si bien esta aproximación es típicamente usada en sitios con degradación baja a intermedio, incluso algunos sitios altamente degradados han demostrado ser capaces recuperarse mediante la regeneración asistida cuando se realizan los tratamientos apropiados en plazos de tiempo suficientes (Prach & Hobbs 2008). Las intervenciones incluyen la remoción de plagas, el restablecimiento de regímenes ecológicos de perturbaciones y la instalación de recursos que promueven la colonización.

Regeneración natural (o espontánea): germinación, nacimiento u otra forma de reclutamiento de biota, incluyendo plantas, animales y microbiota, ya sea si surge de la colonización o de procesos in situ. Una aproximación de restauración de "regeneración natural" depende del aumento de individuos después de la remoción de las fuentes de impacto, sin plantación ni siembra directa, a diferencia de una aproximación de "regeneración natural asistida", la cual depende de la intervención activa (Prach y Hobbs 2008, Clewell y McDonald 2009).

Rehabilitación: acciones directas o indirectas que apuntan a restituir un nivel de funcionalidad del ecosistema donde no se pretende hacer restauración ecológica, sino más bien entregar una provisión renovada y continua de bienes y servicios ecosistémicos.

Reparación ambiental: cualquier actividad recuperativa que mejore la funcionalidad ecosistémica, los servicios ecosistémicos o la biodiversidad (McDonald et al. 2016).

Resiliencia ecosistémica: capacidad que posee un ecosistema de absorber una perturbación y reorganizarse manteniendo sus funciones, estructura y retroalimentación (Suding 2011). En el caso de las plantas y animales, esta capacidad es altamente dependiente de las modificaciones o adaptaciones que posea cada especie para adaptarse a las perturbaciones o estrés, en función de las condiciones a la que estuvo expuesta durante su proceso evolutivo.

Restauración: ver Restauración ecológica.

Restauración ecológica (sinónimo Restauración ecosistémica): el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER 2004).

Revegetación: establecimiento, por cualquier mecanismo, de plantas (nativas y/o exóticas) en el sitio (terrestre, de agua dulce o marino).

Secuestro de carbono: se refiere a la captura y almacenamiento de dióxido de carbono atmosférico, en el largo plazo y normalmente en forma de acumulación de biomasa durante el proceso de fotosíntesis y crecimiento de la vegetación. Puede ser un proceso natural o como acciones diseñadas para reducir los impactos del cambio climático.

Servicios ecosistémicos: contribuciones directas o indirectas de los ecosistemas al bienestar humano. Incluyen la producción de suelo, agua y aire limpios, y la regulación del clima y enfermedades, ciclaje de nutrientes y polinización, la provisión de un rango de bienes útiles para los seres humanos y el potencial para satisfacer valores humanos estéticos, recreacionales o de otro tipo. Las metas de restauración pueden referirse específicamente al restablecimiento de un servicio ecosistémico en particular o mejorar la calidad y flujo de uno o más servicios (de Groot et al. 2010).

Sitio: área o locación discreta. Puede ocurrir a diferentes escalas, pero generalmente ocurre a escala de parche o de propiedad (i. e., más pequeña que paisaje).

Sucesión (ecológica): proceso que incluye los patrones de cambio y reemplazo de un ecosistema en el tiempo como respuesta a las perturbaciones. Los ecosistemas que poseen adaptaciones a las perturbaciones requieren que ocurran dichas perturbaciones para mantener su diversidad de estados sucesionales o un estado sucesional en particular.

Umbral: punto en el cual cualquier cambio en las condiciones ambientales o biofísicas causaría el paso de un estado ecológico a otro en un ecosistema (Holling 1973, May 1977). Después de haber traspasado uno o más umbrales ecológicos, un ecosistema no podría volver fácilmente a su estado original o previo sin intervenciones humanas importantes.



Ministerio del
Medio
Ambiente

BIOTA

**ELABORACIÓN DE PROYECTOS
DE PRESERVACION Y/O
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN
TERRITORIOS DE ALTO VALOR
PARA LA CONSERVACIÓN DE LA
REGIÓN METROPOLITANA Y LA
SEXTA REGIÓN DEL
LIBERTADOR BERNARDO
O'HIGGINS, PARA UN PILOTO
DE BANCO DE PROYECTOS DE
COMPENSACIONES EN
BIODIVERSIDAD**

Informe Final