

Restauración del Ecosistema Cayumanque

Una experiencia de restauración a escala de paisaje desde la institucionalidad pública





Restauración del Ecosistema Cayumanque

Una experiencia de restauración a escala
de paisaje desde la institucionalidad pública



Contenido

5 Presentación Institucional

9 Introducción

13 Qué es la restauración de ecosistemas

27 El programa restauración del ecosistema Cayumanque: Origen

33 Estructura del programa Cayumanque

49 Acciones realizadas por el programa

141 Principales aprendizajes del programa

155 Epílogo

Edición

Seremi del Medio Ambiente de la Región del Biobío:

Pablo Azúa García

Esteban Vaquez Garrido

Nicolás Iribarra Iribarra

Diseño gráfico y diagramación:

Motif Diseño Integral SpA

Fotografías:

Archivo programa Restauración Ecosistema Cayumanque

Pablo Azúa García

Impreso en Chile, año 2020

Esta publicación puede ser reproducida total y/o parcialmente, y de cualquier forma, sólo para propósitos educacionales e informativos, citando la fuente de origen. No puede ser reproducida para fines comerciales.

Citar como:

Seremi del Medio Ambiente Región del Biobío, Gobierno Regional de Biobío. 2020. Restauración del Ecosistema Cayumanque, una experiencia de restauración a escala de paisaje desde la institucionalidad pública, Chile. 155 pp



Copihue (*Lapageria rosea*)

1

Presentación Institucional

El incendio del año 2012, que se inició en el sector *Pichiqueime*, devastó alrededor de 26.640 hectáreas en los territorios de las comunas de Ránquil, Quillón y Florida, región del Biobío, generando un significativo impacto ambiental. Ante este desastre, S.E. el Presidente de la República, Sr. Sebastián Piñera Echeñique, decretó el Estado de catástrofe para la zona. Complementado lo anterior, el Gobierno Regional del Biobío, a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), financió la implementación del programa “Restauración del Ecosistema Cayumanque”, y confió a la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente la ejecución de diversas actividades dirigidas a recuperar el ecosistema siniestrado asociado al cerro Cayumanque y zonas aledañas.

Para revertir la degradación generada a partir del mencionado evento, y las consecuencias negativas que acarreó, es que se hizo necesario realizar esfuerzos concretos y sostenidos en apoyar y asistir a la naturaleza en la recuperación hacia ecosistemas diversos, saludables y sostenibles. Este desafío fue el que marcó el desarrollo y acción del programa Restauración del Ecosistema Cayumanque.

El Programa, mediante acciones de restauración asociadas a plantación de especies nativas, manejo de regeneración natural, control de erosión y especies exóticas, educación ambiental y planificación para la conservación de ecosistemas, pasó a convertirse en un referente local y nacional para las acciones de restauración ambiental desde la esfera pública.



Todo el aprendizaje adquirido durante los 7 años de ejecución del programa Cayumanque, se materializa en un valioso legado que cobra gran valor para futuras acciones, y debe ser entregado a la comunidad interesada en la restauración de ecosistemas. He ahí el objetivo del libro que tiene en sus manos: **compartir nuestra experiencia, nuestros aciertos y errores, nuestros procesos, con el fin de aportar a mejores proyectos futuros de restauración.**

Para el Gobierno Regional del Biobío y la Seremi del Medio Ambiente, resulta fundamental dar a conocer la urgente necesidad de la restauración de ecosistemas. Tanto el país como la región aspiran a tener un desarrollo sustentable de manera de no comprometer el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Una de las vías para cumplir con dicha aspiración es generar conocimiento para acciones de restauración de territorios degradados, y esta publicación intenta aportar con ese fin.

Los invito a disfrutar este libro y a valorar y reconocer la importancia de la restauración de ecosistemas.

Mario Delannays Araya
Seremi del Medio Ambiente
Región del Biobío



Espino (*Acacia caven*)





2 Introducción

La restauración de ecosistemas consiste en asistir a la naturaleza en procesos de recuperación de territorios degradados desde el punto de vista ambiental, con el fin de recuperar los atributos virtuosos de los espacios naturales en buen estado de conservación. Esto, con el fin de contribuir al bienestar de comunidades rurales y urbanas que dependen de los servicios que entregan los ecosistemas.

La restauración es una disciplina reciente, donde aún quedan muchos caminos por recorrer y técnicas por depurar. Sin embargo, hoy es claro para un amplio espectro de la sociedad la urgencia de su aplicación en los territorios degradados. Gobiernos nacionales, regionales, locales, servicios del estado, comunidad local, universidades, empresas privadas y un sinnúmero de organizaciones están llamados a ser parte de la necesidad de acción en restauración.

El sábado 31 de diciembre de 2011 en el sector de Pichiqueime, comuna de Quillón, se inició uno de los incendios forestales más devastadores hasta esa fecha la antigua conformación de la región del Biobío, hoy región del Ñuble y para el país. Como consecuencia hubo que lamentar la muerte de dos personas, más de mil damnificados, la destrucción de 224 viviendas y la quema de más de 28 mil hectáreas de terrenos entre bosque nativo, plantaciones, pastizales y matorrales. Mediante Decreto Supremo N°4 de 2012, el Gobierno del Presidente Sebastián Piñera, declaró zonas afectadas por catástrofe por mega incendio forestal, las comunas de Quillón, San Rosendo, Ránquil y Florida, todas de la, en ese entonces, Región del Biobío.

Dado el impacto ambiental y social de la catástrofe, el Gobierno Regional del Biobío aprobó la ejecución por parte de la Seremi de Medio Ambiente de la región del Biobío del programa FNDR "Restauración Ecosistema Cayumanque" con un presupuesto de \$2.300.214.000, algo inédito a nivel país en lo referido a acciones de restauración de ecosistemas.

Bajo este contexto, desde al año 2012, el programa realizó una serie de acciones de restauración en el ecosistemas Cayumanque, entre las cuales cabe mencionar más



Litre (*Lithraea caustica*)



de 350 hectáreas intervenidas en forma directa, producción de plantas y plantación de especies nativas, control de especies exóticas no deseadas, implementación de sistemas de cosecha de aguas lluvia, manejo de regeneración nativa natural post incendio, entre otros, con muy buenos resultados. Todo esto en más de 70 predios, propiedad de pequeños y/o medianos propietarios privados, quienes se han constituido como actores fundamentales para la restauración del territorio, y con quienes se trabajó en base a acuerdos locales de conservación.

Más de 3.000 beneficiarios fueron parte de acciones de educación ambiental y conciencia pública en restauración de ecosistemas. Acciones comunitarias de restauración, programas de educación ambiental en establecimientos educacionales del territorio, talleres orientados a líderes locales, forman parte del abanico de acciones realizadas por el programa. Más de 30.000 plantas de especies nativas presentes en el territorio fueron donadas a distintas organizaciones de la comunidad local, con el fin de que la mayor cantidad de personas del territorio pudieran hacerse parte de las acciones.

Durante la ejecución del programa se publicaron 3 libros relacionados con la Biodiversidad del Ecosistema Cayumanque, con el fin de acercar el patrimonio natural del territorio a las personas.

Toda esta variedad de acciones, significó un gran esfuerzo por parte del equipo ejecutor, toda vez la restauración de ecosistemas correspondía por esos años (y aún lo es), a una disciplina joven, incipiente y donde en general las preguntas superaban largamente a las respuestas. Ante este escenario, el programa asumió una postura de vanguardia e innovación, aplicando en terreno diversas metodologías y técnicas con el fin de ir descubriendo las más apropiadas para la tarea encomendada.

Creemos que todo el aprendizaje adquirido por nuestro programa tiene mucho que aportar al conocimiento sobre la restauración de ecosistemas. He ahí el sentido de la publicación que usted tiene en sus manos: "entregar a la población interesada en la restauración nuestra experiencia, sus aciertos y desaciertos, con el fin de que los que sigan adelante con la noble tarea de la restauración de ecosistemas, puedan sacar sus propias conclusiones y aprendizajes, para lograr apoyar a la naturaleza en su camino hacia ecosistemas más diversos, resilientes y vigorosos".



Alcaparra (*Senna stipulaca*)





Lingue (*Persea lingue*)

3 Qué es la restauración de ecosistemas

Degradación y restauración: Problemáticas Globales y Nacionales

De acuerdo a la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas, IPBES, la degradación de la Tierra a nivel mundial empeora y ahora es “crítica”, poniendo en riesgo el bienestar de 3.200 millones de personas. Este fenómeno será la causa principal de la pérdida de especies y factor de la migración de millones de personas para el año 2050.

La exacerbada degradación del suelo causada por las actividades humanas, está poniendo en riesgo el bienestar de dos quintos de la humanidad, causando las extinciones de especies e intensificando el cambio climático. También, es una de las causas principales de la emigración humana y aumento del conflicto, según el primer informe integral de evaluación con base empírica del mundo sobre la degradación y restauración del suelo.

Los peligros de la degradación del suelo, significaron costos de alrededor del 10% del producto bruto anual mundial en 2010, a través de la pérdida de la diversidad biológica y servicios de los ecosistemas.

La importancia de la restauración ha sido reconocida en diversas instancias internacionales. El 1 de marzo de 2019, en la ciudad de Nueva York, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró los años 2021 a 2030, como la década de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas. El Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas reúne al mundo en torno a un objetivo común: prevenir, detener y revertir la degradación de los ecosistemas a nivel mundial. Los bosques, los pastizales, las tierras de cultivo, los



humedales, las sabanas y otros ecosistemas -que abarcan desde los ecosistemas terrestres hasta los ecosistemas de aguas continentales, ecosistemas marinos y costeros y entornos urbanos- necesitan todos ellos urgentemente cierto nivel de protección y restauración.



Terrenos degradados en faldeos del Cerro Cayumanque

Asimismo, dentro de los objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda de Sustentabilidad al 2030, de Naciones Unidas, se señala, “Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica” (objetivo 15, ODS). En tanto, la meta AICHI 15 del Plan Estratégico del Convenio de Diversidad Biológica 2011-2020, plantea, “Para 2020, se habrá incrementado la resiliencia de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono, mediante la conservación y la restauración, incluida la restauración de por lo menos el 15 por ciento de las tierras degradadas, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a este, así como a la lucha contra la desertificación.



Fuente: Organización de las Naciones Unidas (ONU)

Chile no escapa a la problemática global toda vez que los ecosistemas de nuestro país están sujetos a los mismos factores globales de degradación, vale decir, cambio climático, cambio de uso del suelo, especies exóticas invasoras y contaminación. Todo esto provoca deterioro o pérdida de nuestra biodiversidad, además de disfuncionamientos y disminución en la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar de la población y la sustentabilidad de



las actividades económicas (provisión de agua, por ejemplo). El país también ha visto sumarse a los incendios forestales como una causa cada vez más recurrente de degradación.

En las regiones del Biobío y Ñuble, por diversas causas que se arrastran desde hace ya un par de siglos, existe una gran superficie de ecosistemas naturales que se encuentran en una condición degradada, dañada o incluso destruida, con lo cual han visto afectada gravemente su biodiversidad, y al mismo tiempo perdido su capacidad de entregar servicios que aporten al bienestar humano de comunidades rurales y urbanas. Provisión de agua, regulación de caudales, polinización, regulación de temperaturas, provisión de alimentos y fibras, entre otros servicios que entregan los ecosistemas que se ven afectados en condiciones degradadas, y en consecuencia el bienestar de la ciudadanía de igual manera. Estas problemáticas, existentes a nivel mundial, se ven de igual manera reflejadas a nivel local en el ecosistema Cayumanque.

¿Qué es la restauración de ecosistemas?

Restaurar significa recomponer y reparar. La restauración de ecosistemas busca la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado por diferentes factores.



Voluntarios en acciones de restauración comunitaria

La implementación de las acciones de restauración depende del nivel de degradación del ecosistema. En virtud a las distintas condiciones posibles de encontrar degradación, distintas estrategias apuntan a la modificación de la biota y factores físicos para la recuperación de ecosistemas degradados:

Restauración ecológica

Acción humana cuyo objetivo es facilitar el tránsito del ecosistema degradado hacia algún estado de referencia histórico, que es representativo de la condición pre-perturbación, sea ésta natural o semi-natural. La restauración ecológica tiene varios objetivos fundamentales, incluyendo: detener las causas que originaron la degradación, recuperar la vegetación y fauna propia de los ecosistemas históricos del área, facilitar y acelerar el proceso de sucesión ecológica, estimulando la regeneración natural, y promover acciones de auto-recuperación que permitan al ecosistema sostener su condición en el futuro. En consecuencia, las acciones de restauración buscan generar un ecosistema más resiliente, es decir, que sea capaz de mantener su estructura, composición de especies y procesos ecológicos frente a variaciones ambientales, y que a la vez se integre dentro de un paisaje más amplio, adaptándose a condiciones climáticas cambiantes.

Rehabilitación

Acción que tiene como objetivo recuperar las funciones del ecosistema degradado e incrementar su capacidad de proveer bienes y servicios ecosistémicos. No considera necesaria la recuperación de la estructura, composición y diversidad del ecosistema histórico. Un ecosistema rehabilitado puede contener especies que realicen funciones similares a las del ecosistema histórico de referencia, pero no necesariamente se trata de las mismas especies que estaban presentes en el ecosistema antes de la perturbación.

Reconstrucción

Cuyos principales objetivos incluyen la estabilización de terrenos altamente degradados, ofrecer garantías de seguridad al público, mejorar estéticamente el lugar y mejorar un sitio degradado o sin utilidad, haciéndolo productivo otra vez. La reconstrucción de ecosistemas es comúnmente usado en sitios sometidos a actividades muy intensivas en el uso de la tierra. La revegetación es comúnmente



usada en proyectos de reemplazo y se realiza con el establecimiento de una o unas pocas especies.

En general, los procesos de restauración a una escala territorial mayor, donde es posible encontrar diversas condiciones de degradación, significan una combinación de estas tres estrategias. Esto corresponde a la **restauración a escala de paisaje**, y es el caso del programa Cayumanque.

La aplicación del enfoque de paisaje cobra mayor relevancia cuando se busca recuperar el bienestar de los habitantes locales y, al mismo tiempo, la integridad ecológica en extensos territorios. La restauración del paisaje implica recuperar atributos esenciales en paisajes forestales que han sido deforestados o degradados, pero sin desconocer la presencia de actividades productivas humanas en el territorio.



Figura de escala de paisaje

Principios fundamentales de la restauración

Ecosistema de referencia nativo

Para dirigir los esfuerzos de restauración se debe considerar la definición de un ecosistema de referencia. Dicho ecosistema puede ser un sitio o sitios que representan la integridad (o aspectos de la integridad) que se busca reparar mediante la restauración proyectada. Estos ecosistemas de referencia, si existen en el paisaje, pueden estar cerca o lejos del proyecto física y temporalmente. La definición y descripción del ecosistema de referencia es una información necesaria para definir los objetivos del proyecto de restauración y para evaluar su éxito a través del monitoreo y gestión adaptativa de los cambios de la condición del ecosistema perturbado respecto al ecosistema de referencia.



Bosque nativo en la comuna de Florida



La restauración es un proceso multiescala

La restauración debe ser diseñada considerando varias escalas, tanto desde las dimensiones sociales, políticas, económicas hasta la biodiversidad específica y especies que se deben restaurar, todo dentro del paisaje en el cual el ecosistema está inserto.

Debe ser eficiente

La restauración eficiente es la que maximiza los resultados positivos mientras minimiza los costos en tiempo, recursos y esfuerzo. La restauración de ecosistemas puede ser compleja y costosa (algo que veremos en detalle mas adelante), y la acción temprana para prevenir, parar o hacer retroceder la degradación es más eficiente que esperar para actuar hasta que el grado de degradación sea más severo. No obstante, la restauración también puede lograr beneficios significativos, además de sus metas inmediatas de conservación. Estos beneficios pueden estar relacionados, por ejemplo, con la adaptación y mitigación del cambio climático, la renovación y sobrevivencia cultural y el bienestar socio-económico, y en algunos casos pueden brindar beneficios económicos directos.

Debe ser atractiva y participativa

Una restauración atractiva es la que colabora con socios y grupos interesados, promueve la participación y mejora la conexión con la comunidad local. La colaboración y el apoyo de los socios y grupos interesados constituyen una base sólida para una restauración exitosa, particularmente cuando las áreas tienen pueblos indígenas y comunidades residentes o locales. Es importante considerar que las necesidades de restauración tienen que realizarse de manera tal que exista un balance de los objetivos sociales, económicos y ambientales y que exista una participación activa de todos los actores involucrados durante todo el proceso de restauración.

Beneficios de la restauración para las personas

La restauración de los ecosistemas es fundamental para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible, principalmente los relativos al cambio climático, la erradicación de la pobreza, la seguridad alimentaria, el agua y la conservación de la diversidad biológica. Estos son factores directamente relacionados con el **bienestar de la humanidad**.

Los ecosistemas sanos, como los bosques, manglares y turberas, actúan como sumideros de carbono absorbiendo un tercio de las emisiones de CO₂.

Los suelos sanos pueden almacenar más nutrientes y producir plantas de mayor calidad, lo que permitiría al mundo alimentar a nuestra creciente población -9.000 millones de personas previstas para 2050- sin talar más bosques.

La restauración de ecosistemas puede constituirse como un valioso impulso para las economías rurales a nivel local. Es fundamental no dejar de lado la perspectiva económica de la restauración e incorporarla activamente en los programas de acción para la restauración.

Los ecosistemas prósperos albergan una gran variedad de vida silvestre. Al protegerlos y restaurarlos, podemos ayudar a salvar al millón de especies animales y plantas que están actualmente amenazados de extinción, y cuya salud esta directamente relacionada con la salud de la humanidad.

La restauración de los ecosistemas costeros y marinos ayuda a proteger y recuperar algunas de las zonas críticas de diversidad biológica más ricas de la Tierra. Esos ecosistemas también proporcionan protección contra las tormentas, facilitan la pesca y el almacenamiento de carbono.

Grandes extensiones de áreas forestales en el mundo sufren amenazas constantes de actividades productivas que transforman su estructura y funcionamiento, situaciones que ponen en riesgo la provisión de servicios ecosistémicos. Los **servicios ecosistémicos** son los múltiples beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad. La calidad de estos servicios está intrínsecamente relacionada con la diversidad existente en los ecosistemas.



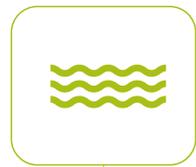
Los Servicios Ecosistémicos



Entradas
Abióticas



Servicios
Intermedios



Servicios
Finales



Beneficios

La tipificación de los servicios ecosistémicos puede clasificarse en cuatro niveles:

- a. entradas abióticas (como la luz solar, la lluvia o nutrientes),
- b. servicios intermedios (por ejemplo, la formación del suelo, la producción primaria, el ciclo de nutrientes, la fotosíntesis, la polinización, etc.,
- c. servicios finales (la regulación del ciclo del agua y la productividad primaria)
- d. beneficios, como el agua para la irrigación, para el consumo, la electricidad (generada por el viento, el agua), alimentos, servicios culturales, recreativos, productos maderables y no maderables

Esta clasificación muestra la importancia de los servicios ecosistémicos —y de los bosques— en el desarrollo presente y futuro de las poblaciones. A pesar de que éstos se generen en las áreas naturales, tanto las comunidades rurales como las urbanas nos beneficiamos de su existencia. La FAO reporta que la valoración de estos servicios asciende a más de 125 billones de dólares, sin embargo, no reciben la atención adecuada en las políticas y las normativas económicas y ambientales, ya que la pérdida y degradación de los bosques ha ido en aumento.

Políticas nacionales de restauración

A nivel nacional, existen una serie de políticas nacionales en construcción o existentes que respaldan la necesidad de restauración de los ecosistemas:

Plan nacional de restauración a escala de paisaje

En abril de 2020, el Gobierno de Chile hizo entrega oficial de la actualización de su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En el componente de integración, Chile establece que al 2021 se contará con el Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisajes, que considera la incorporación a procesos de restauración 1.000.000 hectáreas de paisajes al 2030, priorizando en aquellos con mayor vulnerabilidad social, económica y ambiental.

El Plan Nacional de Restauración de Paisajes traduce el esfuerzo de los Ministerios del Medio Ambiente y de Agricultura por llevar adelante un Plan que permita el desarrollo de una agenda Biministerial única y sinérgica en favor de la restauración de paisajes en el país.

Este esfuerzo de la política pública ha contado con el relevante apoyo del World Resources Institute (WRI), del World Wildlife Fund (WWF), de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), del Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE) y de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), organizaciones con alta experiencia en materia de restauración de paisajes. Su contribución al diseño del proceso y a las metodologías, y en términos de capacitación, han sido de enorme valor.

El objetivo general del plan es *“Promover la restauración de paisajes a fin de recuperar la biodiversidad, la funcionalidad de los ecosistemas y la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, aumentando la resiliencia de los territorios y comunidades frente al cambio climático y otros factores de degradación”*.



Las metas establecidas corresponden a:

1. Incorporar al proceso de restauración 1.000.000 hectáreas de paisajes estratégicos, priorizando en aquellos con mayor vulnerabilidad social, económica y ambiental, propiciando la recuperación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para el fortalecimiento de comunidades haciendo que estas sean económica y ambientalmente resilientes al cambio climático al año 2030.
2. Reducir los factores de amenazas y presiones que ocasionan deterioro de la biodiversidad, bienes y servicios ecosistémicos de los paisajes que afectan el bienestar de las comunidades.
3. Reducir la tasa de pérdida de bosque nativo y otros ecosistemas naturales, haciéndola tender a umbrales mínimos al 2030.
4. Reducir y mejorar la gestión de riesgos de incendios, inundaciones y sequías, y aumentar el nivel de prevención de poblaciones locales.
5. Determinar la línea base de inversión privada de impacto tanto de fondos de inversión como empresas en restauración al 2022, e impulsar un incremento del 100% de dicho valor al 2030, orientando esas inversiones a paisajes de mayor vulnerabilidad social, ambiental y económica.

Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030 y su Plan de Acción

La Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030, aprobada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y aprobada por decreto, se encuentra alineada con las Metas Aichi del Convenio sobre Diversidad Biológica. Este instrumento reconoce a la restauración ecológica como uno de sus objetivos centrales y, a la vez, lineamiento transversal en los distintos ámbitos de su Plan de Acción.

Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad 2014-2019

Instrumento de carácter nacional que es parte a la vez de la Política Nacional de Cambio Climático y de la Política Nacional de Biodiversidad. El instrumento, que ha concluido su primera fase y está ad portas de iniciar un proceso de actualización, consta de 50 acciones, varias de las cuales dicen relación directa con la restauración. Entre ellas destacan: un programa de restauración en áreas protegidas y otros espacios naturales; proyectos de la sociedad civil e iniciativas comunitarias para la generación de beneficios ambientales globales en la eco-región mediterránea; consideración de la biodiversidad en la planificación territorial en el contexto de la adaptación al cambio climático; proyectos piloto de recuperación y restauración de ecosistemas en predios militares para la generación de conectividad ecológica, entre otras.

Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales

El Ministerio de Agricultura y CONAF han liderado la elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025 (ENCCRV), sobre la base de un amplio proceso participativo con más de 3.000 actores nacionales e internacionales. La ENCCRV constituye un instrumento de política pública en el ámbito de los recursos vegetacionales nativos de Chile, que orienta e integra las actividades y medidas a adoptar como país para la mitigación y adaptación al cambio climático, así como el combate a la desertificación, la degradación de los suelos y la sequía. Actualmente la ENCCRV se encuentra en su tercera fase, y final, de pago por resultados, en la cual la acción más relevante corresponde al establecimiento de esquemas de Pagos por Resultados por Servicios Ambientales (PSA), enfatizando la retribución por reducción de emisiones e incremento de capturas de Gases de Efecto Invernadero (GEI).





Filu-lahuén (*Asplenium dareoides*)

4

El programa restauración del ecosistema Cayumanque: Origen

¿Por qué la autoridad política y la comunidad reaccionan positivamente a reparar el daño del valor patrimonial del Ecosistema Cayumanque?

Al tercer día de iniciado el incendio el 31 de diciembre de 2011, se realiza desde la Seremi de Medio Ambiente de la región del Biobío, la primera visita a terreno. El incendio había pasado y quedaban focos activos importantes que aún amenazaban casas, tratando de ser protegidas por helicópteros y brigadas. CONAF en su centro de operaciones en una cancha de baby fútbol coordinaba los recursos disponibles bajo el asedio del cansancio.





Incendio Forestal en faldeos del Cerro Cayumanque

La Municipalidad de Quillón, bullía y el movimiento de numerosas personas se ocupaban prioritariamente de recopilar y distribuir agua y otros enseres domésticos. Además atender las pérdidas irreparables, incluida la muerte, de numerosas familias. En ese contexto, la verdad, fue imposible abordar y obtener alguna información del daño del incendio sobre el importante valor ecológico del cerro. No obstante las condiciones se hizo necesario intentar evaluar la zona siniestrada. Se realizó primero un trayecto por Coyanco, camino de subida hacia la Gloria, constatando la destrucción de casas reducidas a un montón de latas retorcidas, plantaciones de cerezos y frutales quemados como también alcantarillas del camino, entre otros impactos.

“En una ladera del cerro Cayumanque, calcinada de un color gris estéril, estaban los esqueletos de madera, con sus ramas desnudas por el fuego, como un grito dirigido al cielo. Eran los cerezos soñados. Dos personas delgadas con sus miradas un tanto perdidas, intentaban reconstruir el cerco que no fue capaz de detener el fuego. Alambres de púa retorcidos y maderos inexistentes eran el principio de la restauración para ellos. Jubilados de Lirquén, ambos con sus pensiones,

*soñaron producir guindas en ese lugar que les encantaba. Querían terminar sus días ahí. A pesar del espectáculo dantesco, tras esa mirada se veía la persistente idea de **volver a empezar**”.*

Un segundo trayecto se realizó a pie. Por la ladera sur, empinándose gradualmente, fue posible observar cómo el fuego actúa, pero de manera distinta. Claramente existe una diferencia del cómo se propaga dependiendo si era por pastizales, bosques mixtos, bosque nativo de renoval, bosque primario y



Vegetación nativa rebrotando luego del fuego

plantaciones. La pradera chamuscada alimenta el fuego que avanza, más rápida y explosivamente por plantaciones que por el bosque nativo. En fotografías aéreas se nota que el avance del fuego por el suelo alcanza y quema uno o un grupo de árboles nativos que se ven como lunares anaranjados entre una arboleda verde. La plantación generalmente con los troncos quemados y desfoliados y en ocasiones solo cenizas. Se observa que la humedad y la diversidad de árboles y bosque nativo ralentizan la acción del fuego.

El ecosistema cambia radicalmente porque no está adaptado a este fenómeno disruptivo de los ciclos de la naturaleza, de origen antrópico-artificial casi en un 100% de, a diferencia de Australia por ejemplo, donde es un fenómeno natural.

“Solo se observan unas pocas aves volando, ningún insecto. El suelo en una extensión de varias hectáreas en ese lugar esta calcinado completamente con una cama de cenizas y por debajo de ellas raíces humeantes y otras ya inexistentes dejando una red de túneles oscuros sin aparente vida. De esa esterilidad surge de pronto un testimonio de respuesta ecológica resiliente. Una lagartija se asoma a este espectáculo dantesco desde el suelo humeante y observa nerviosa en todas direcciones. Vuelve a ingresar rápidamente. La vida sobre y bajo la primera capa de



suelo prácticamente desaparece. Insectos, hongos, reptiles y anfibios, bacterias, virus, micro y meso mamíferos, nidos activos, helechos, arbustos y árboles como hábitat, como ecosistema, quedan al límite”

Las instituciones a cargo con sus respectivas competencias abordaron prioritariamente la contención del incendio y de los impactos sobre la población local afectada por las pérdidas humanas y económicas. Paralelamente y por primera vez en el país, el impacto sobre el patrimonio del ecosistema cerro Cayumanque fue resentido por la opinión pública transversalmente.

Si bien, la Restauración, hasta ese momento no dejaba de ser una acción de perfil más bien académico, con seminarios y experiencias en terreno a escalas



Equipo de la seremi de medio ambiente y propietarios

muy reducidas y orientadas a pruebas de prendimiento, ensambles, exposición, regeneración, manejo de vegetación exótica, entre otras, los graves incendios en áreas protegidas como la Reserva Malleco, Parque Nacional Tolhuaca entre otros; ocurridos entre el 2000 y 2009, ya planteaban la necesidad de abordar esta acción a otra escala.

La experiencia de los incendios forestales que afectan directamente a las áreas de alto valor ambiental (áreas protegidas y ecosistemas amenazados), generaron por las contingencias y los efectos y riesgos asociados, una convergencia entre los Ministerios de Agricultura a través de la CONAF principalmente y el Ministerio del Medio Ambiente. Ambos organismos poseen las competencias legales y funcionales, tanto para reaccionar ante los eventos, como para avanzar en el diseño de propuestas en el marco de la implementación de la política pública de conservación de la biodiversidad.

Para una fracción cada vez más importante de la población y de las autoridades, los impactos de los incendios forestales van más allá de los daños y dolorosos efectos sobre las comunidades locales y sus bienes, que se enfrentan prioritariamente. Paralelamente, los graves efectos sobre la naturaleza y sus componentes que otorgan numerosos y vitales beneficios ambientales como el agua y alimentos, la sociedad recientemente ha ido comprendiendo y valorando la relación e importancia que tiene la salud de los ecosistemas para la salud humana.

En este contexto el incendio del Cerro Cayumanque, a inicios del año 2012, fue precursor de una iniciativa gubernamental que por primera vez en Chile, focalizaba una importante cantidad de recursos en una materia ambiental. La Restauración, temática de escaso desarrollo técnico y científico hasta ese momento, se instala en una discusión de los enfoques y experiencias en terreno para diseñar una propuesta. CONAF con la Seremi del Medio Ambiente de la región del Biobío, lideraron un grupo de trabajo junto a funcionarios del Gobierno Regional, representantes de corporaciones de desarrollo, empresariales y de ONG ambientales.





Chagualillo (*Puya coerulea*)

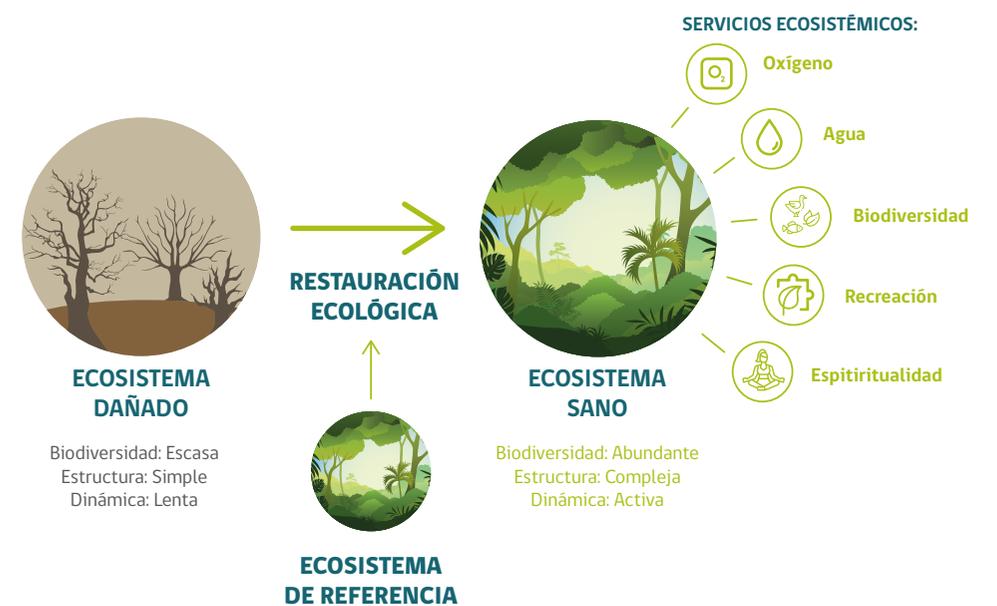
5

Estructura del programa Cayumanque

El programa Cayumanque tuvo como objetivo el lograr *“una alta viabilidad de la recuperación del ecosistema asociado al cerro Cayumanque y zonas aledañas, afectado por el incendio de enero de 2012, el cual comprende las comunas de Florida, Quillón y Ránquil”*.

Para el logro de este objetivo, el principio orientador e inspirador del trabajo del programa correspondió al *Ecosistema de referencia para la restauración del cerro Cayumanque*.

¿Qué es un ecosistema de referencia en restauración?

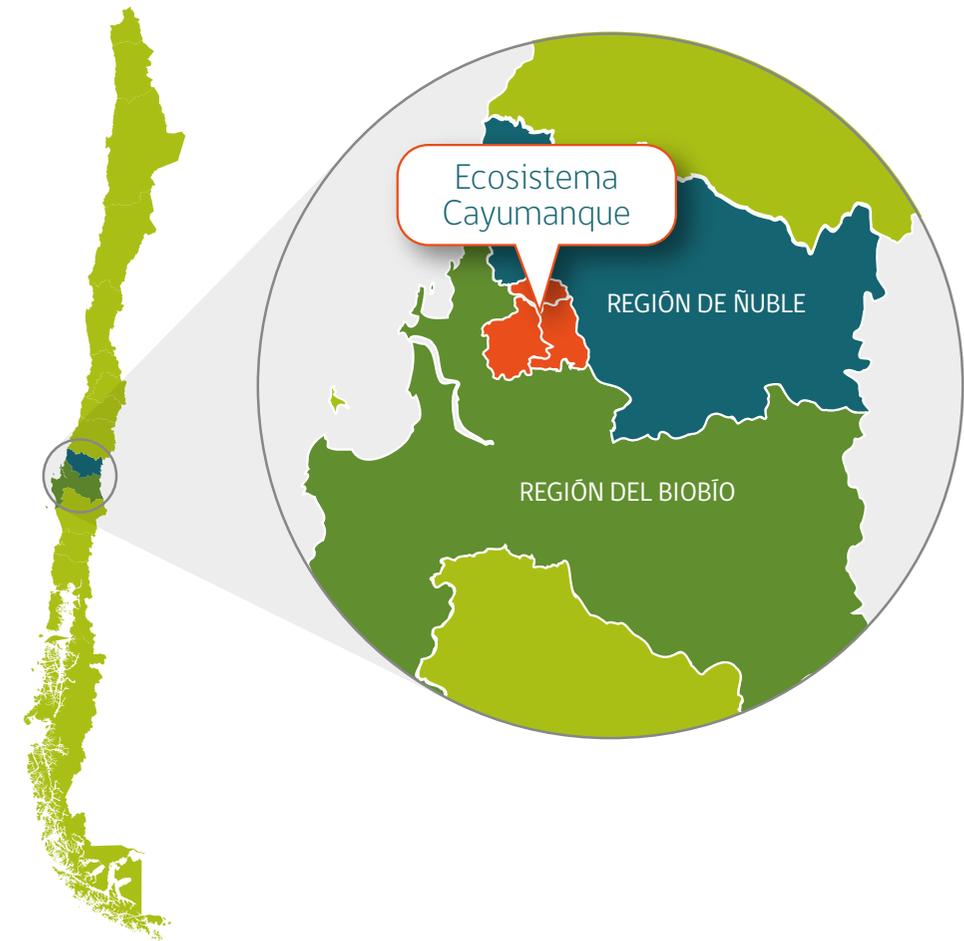


Para orientar los esfuerzos de restauración se debe considerar la definición de un ecosistema de referencia. Dicho ecosistema puede ser un sitio o sitios que representan la integridad (o aspectos de la integridad) que se busca reparar mediante la restauración proyectada. Estos ecosistemas de referencia, si existen en el paisaje, pueden estar cerca o lejos del proyecto física y temporalmente. En muchos casos no es posible recurrir a análogos existentes en el paisaje, por lo tanto las fuentes de información sobre ecosistemas de referencia deben considerar registros históricos para construir un modelo probable del ecosistema particular. La definición y descripción del ecosistema de referencias es una información necesaria para definir los objetivos del proyecto de restauración y para evaluar su éxito a través del monitoreo.

En el caso del programa Cayumanque, a través de la ejecución de los **“Planes de Gestión para la Biodiversidad del Ecosistema Cayumanque, Región del Biobío”** se estableció un estudio de línea base y análisis del sitio prioritario para la conservación de la Biodiversidad Cayumanque. En función a estos resultados, se estableció la imagen objetivo que inspiró las acciones de restauración del programa. Esta estuvo básicamente dada por la composición de especies nativas, su estructura espacial y la función que cumplen a través de la entrega de servicios ecosistémicos.

El **Sitio Prioritario Cayumanque** se localiza en los 36°42' de latitud Sur y los 72°31' de latitud Oeste, está inserto entre la comuna de Ránquil de la Provincia del Itata y la comuna de Quillón de la Provincia de Diguillín. En base a los límites del Sitio Prioritario establecidos por la Estrategia Nacional de Biodiversidad del año 2003, la superficie presentaba una extensión aproximada de 2.400 hectáreas. La cumbre alcanza los 760 metros de altitud y sobre los 400 metros presenta un fragmento de bosque nativo de gran importancia para la conservación a nivel local, nacional y global.

El fragmento de bosque nativo localizado en el cerro Cayumanque presenta una mezcla de elementos característicos del bosque esclerófilo de la zona centro-norte y del bosque valdiviano del sur de Chile conformando **una comunidad de especies de flora muy diversa y única en su tipo**. A su vez, constituye el hábitat para diversas especies de fauna y hongos, que están altamente amenazados por la pérdida de su hábitat y la creciente ocurrencia de incendios forestales. El bosque



Mapa de ubicación del ecosistema Cayumanque

nativo se concentra en la parte alta del cerro y las laderas presentan bosques exóticos de especies asilvestradas producto de la dinámica de cambio de uso de suelo desde la agricultura a plantaciones forestales. En los sectores más bajos con menor pendiente podemos encontrar coberturas de agricultura y pastoreo de animales, donde actualmente se está registrando un aumento de plantaciones de frutales.

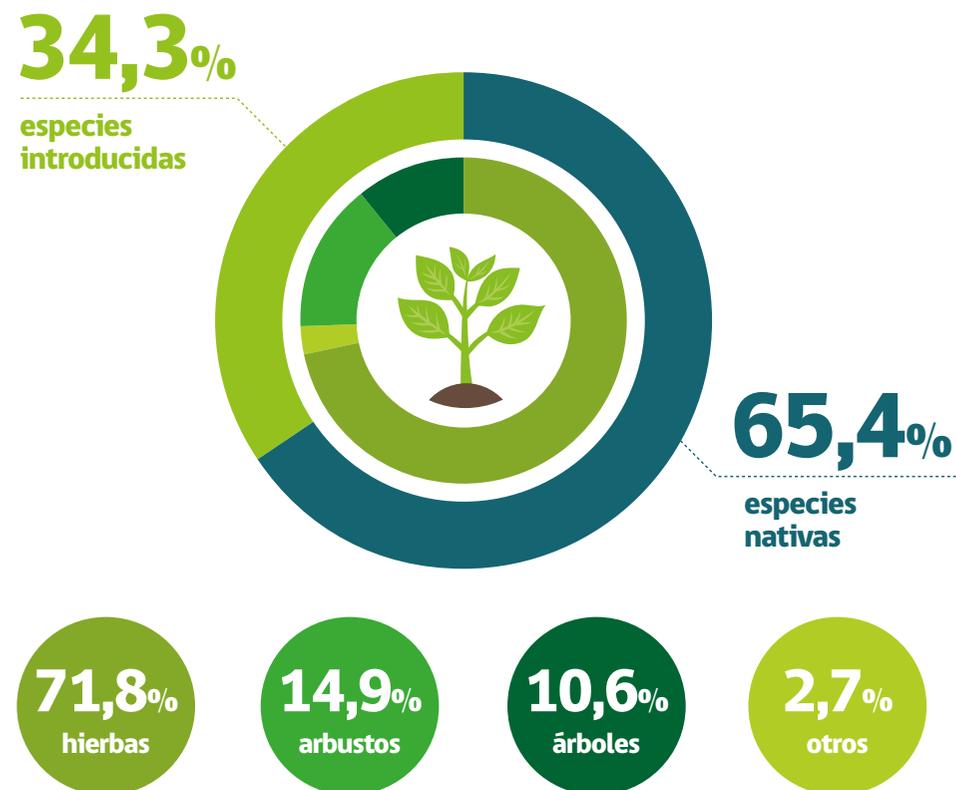
La caracterización de la flora y vegetación del Sitio Prioritario Cayumanque se realizó en base a un levantamiento de información en terreno, junto con una



revisión bibliográfica y trabajo con especímenes de herbario de la Universidad de Concepción para la identificación de las muestras colectadas en las distintas prospecciones realizadas en el área de estudio. La caracterización se realizó a través de inventarios florísticos y parcelas de vegetación. En cada unidad se realizó un muestreo de vegetación mediante parcelas de tamaño 1000 m² (50 x 20 metros).

Se realizó la prospección florística en 41 parcelas, más 33 puntos distribuidos en distintas formaciones representativas del territorio. A partir de estos muestreos se registró la presencia de **376 especies**.

Principales atributos de la composición de especies del ecosistema Cayumanque



De las especies encontradas, 246 correspondieron a especies nativas (65.4 %), de las cuales 91 son endémicas de Chile. Un 34.3% de las especies presentes en Cayumanque son introducidas, las cuales corresponden 129 taxones, varias de las cuales se encuentran catalogadas como especies invasoras para el país. Respecto del hábito (forma de crecimiento) de las especies, el 71.8% corresponde a hierbas (con 270 especies), mientras que el segundo tipo de hábito con más riqueza de especies es el arbustivo, con 56 taxones.

La distribución de la riqueza de especies no es homogénea entre las formaciones, existen sitios que pueden albergar hasta 74 especies (en un área de 1000 m²) y sitios donde no sobrepasa las 15 especies. Cabe destacar, que la distribución de las especies nativas no se encuentra restringida a los parches de vegetación nativa, existiendo un elevado número de especies nativas que crecen en plantaciones, praderas, matorrales y otras formaciones con alta intervención antrópica.

A partir del total de especies de flora vascular con presencia corroborada en el cerro Cayumanque, 15 están clasificados bajo alguna categoría de amenaza. Las especies con mayor importancia dentro de este grupo son la herbácea llamada **Liuto** (*Alstroemeria pulchra Sims subsp. Lavandulacea*), que sido clasificada como en Peligro de Extinción (EN), junto con el árbol llamado **huillipatagua o naranjillo** (*Citronella mucronata*) clasificado en categoría Vulnerable (VU). Diez taxones han sido clasificadas como de preocupación menor (LC), incluyendo siete helechos terrestres, un helecho epífita, una hierba y un árbol.

Además, dos especies mantienen su clasificación proveniente del Libro Rojo de Flora Terrestre: una especie rara (R) para la flor de la araña (*Arachnitis uniflora*), mientras que una especie (*Gilliesia montana*) se presentó como insuficientemente conocida (IC). A estas especies se debe agregar una de consideración especial, el arbusto trepador copihue (*Lapageria rosea*), declarada Flor nacional con prohibición de corta.



Especies de flora vascular del ecosistema Cayumanque, clasificadas en categorías de conservación.

Especie	Hábito	Categoría de Clasificación	Fuente de Categoría	Referencia o Decreto
<i>Adiantum chilense</i> Kaulf. var. <i>chilense</i>	Hierba (Helecho terrestre)	LC (Preocupación menor para Chile continental)	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 19/2012 MMA
<i>Adiantum chilense</i> Kaulf. var. <i>scabrum</i> (Kaulf.) Hicken	Hierba (Helecho terrestre)	LC (Preocupación menor)	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 38/2015 MMA
<i>Adiantum sulphureum</i> Kaulf. var. <i>sulphureum</i>	Hierba (Helecho terrestre)	LC (Preocupación menor)	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 38/2015 MMA
<i>Alstroemeria hookeri</i> Lodd. subsp. <i>sansebastianiana</i> Baeza & E. Ruiz	Hierba	LC (Preocupación menor) para el complejo <i>A. hookeri</i>	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 19/2012 MMA
<i>Alstroemeria pulchra</i> Sims subsp. <i>lavandulacea</i> Ehr. Bayer	Hierba	EN (En peligro de extinción) según criterios EN B1ab(iii)+2ab(iii)	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 13/2013 MMA
<i>Arachnitis uniflora</i> Phil.	Hierba	R (Rara)	Libro Rojo de la Flora Terrestre	
<i>Asplenium dareoides</i> Desv.	Hierba (Helecho epífita)	LC (Preocupación menor para Chile continental)	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 19/2012 MMA
<i>Blechnum chilense</i> (Kaulf.) Mett.	Hierba (Helecho terrestre)	LC (Preocupación menor para Chile continental)	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 19/2012 MMA

Especies de flora vascular del ecosistema Cayumanque, clasificadas en categorías de conservación.

Especie	Hábito	Categoría de Clasificación	Fuente de Categoría	Referencia o Decreto
<i>Blechnum hastatum</i> Kaulf.	Hierba (Helecho terrestre)	LC (Preocupación menor para Chile continental)	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 19/2012 MMA
<i>Cheilanthes hypoleuca</i> (Kunze) Mett.	Hierba (Helecho terrestre)	LC (Preocupación menor)	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 38/2015 MMA
<i>Citronella mucronata</i> (Ruiz & Pav.) D. Don	Árbol	VU (Vulnerable)	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 16/2016 MMA
<i>Drimys winteri</i> J.R. Forst. & G. Forst.	Árbol	LC (Preocupación menor para regiones de Maule al sur)	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 06/2017 MMA
<i>Gilliesia montana</i> Poepp. & Endl.	Hierba	IC (Insuficientemente conocida)	Libro Rojo de la Flora Terrestre	
<i>Hypolepis poeppigii</i> (Kunze) R.A. Rodr.	Hierba (Helecho terrestre)	LC (Preocupación menor para Chile continental)	RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Ministerio Medio Ambiente)	DS 52/2014 MMA
<i>Lapageria rosea</i> Ruiz & Pav.	Arbusto trepador	Flor Nacional	Prohibida su corta	DS 129/1971



Los principales tipos vegetacionales fueron clasificados en base a su estructura de desarrollo y a las principales especies dominantes, las cuales podemos resumir como:

A. Bosques con mejor grado de conservación

A.1. Bosques dominados por roble.

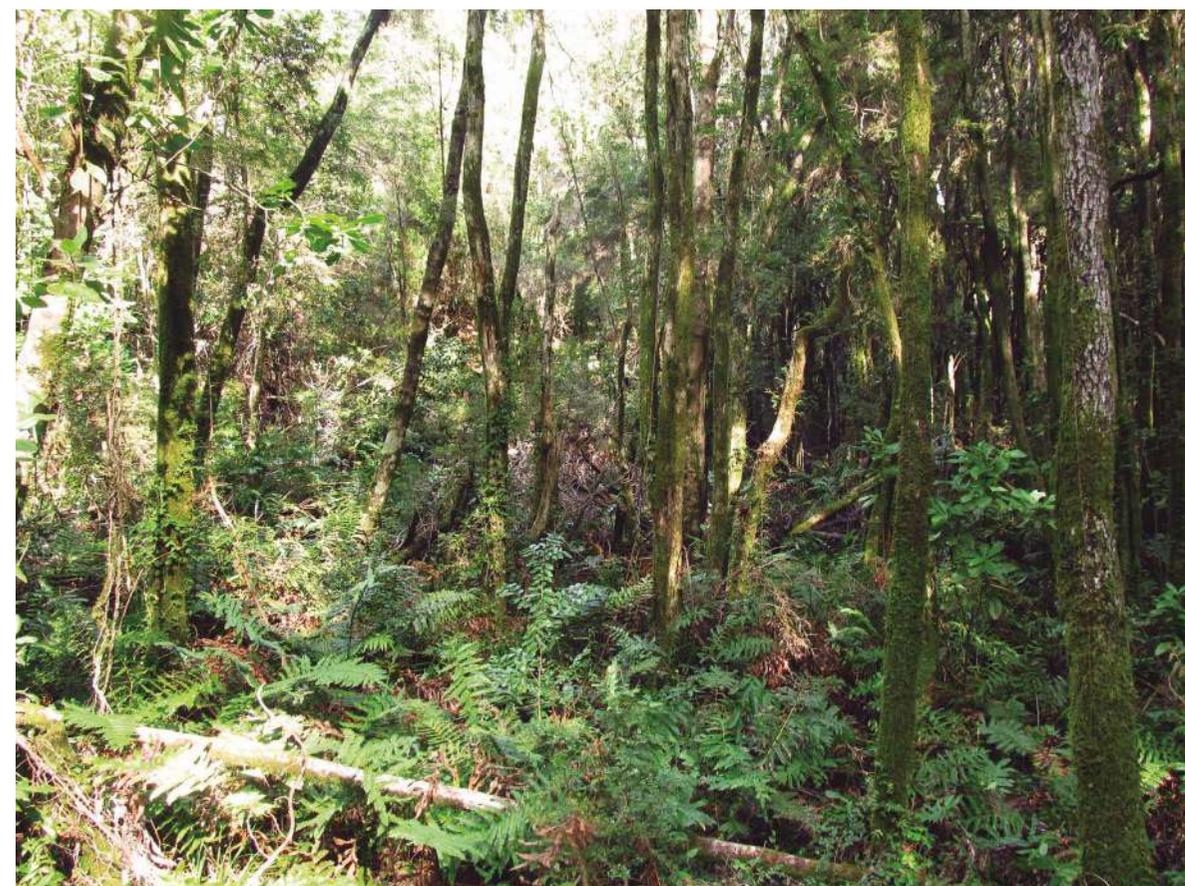
Los bosques clasificados como Bosque Nativo Denso o Bosque Nativo Renoval corresponden a los que están en mejor estado de conservación en el ecosistema Cayumanque. En general están dominados por una cobertura de roble o hualle (*Nothofagus obliqua*) en primer o segundo orden de importancia. Las especies acompañantes en los primeros órdenes de importancia en estas condiciones incluyen un grupo amplio de árboles como el peumo (*Cryptocarya alba*), olivillo (*Aextoxicon punctatum*), laurel (*Laurelia sempervirens*), quillay (*Quillaja saponaria*), avellano (*Gevuina avellana*), boldo (*Peumus boldus*), lingue (*Persea lingue*) o litre (*Lithrea caustica*). En las zonas definidas como Bosque Nativo Denso, se observa una condición de bosques de muy alta cobertura y con dominio de olivillo (*Aextoxicon punctatum*), seguida de roble (*Nothofagus obliqua*), y acompañadas de laurel (*Laurelia sempervirens*), lingue (*Persea lingue*) o peumo (*Cryptocarya alba*). Este último caso corresponde a una condición sucesional más avanzada con una mejor conservación de la estructura alta del bosque, localizado tanto en su cima como en la parte más alta de la ladera noroeste.



Bosque nativo dominado por roble

A.2. Azonales húmedos

Dentro de los bosques con mejor grado de conservación, existen rodales de muy escasa extensión en superficie que se hallan contenidos en ellos, y que corresponden a situaciones de vegetación denominada azonal, producto de condiciones locales más húmedas, o con algún grado de restricción al drenaje de sus suelos o constitutivas de las partes más profundas de las cabeceras altas de las cuencas de exposición sur o sureste, y dado lo anterior presentan un alto valor de conservación para la provisión de servicios ecosistémicos relacionados al ciclo hidrológico. Tales condiciones se caracterizan por la presencia de chequén (*Luma chequen*), pitra (*Myrceugenia exsucca*), canelo (*Drimys winteri*) o temu (*Blepharocalyx cruckshanksii*) dentro de las especies dominantes, mientras que la presencia de roble (*Nothofagus obliqua*) es sólo marginal o inexistente.



Bosque Húmedo



A.3. Bosques dominados por especies esclerófilas, sin roble

En las altitudes más bajas de los sectores sur y este del macizo Cayumanque (cerca de la zona urbana de Quillón) el roble (*Nothofagus obliqua*) se pierde para dar paso al dominio de especies esclerófilas. Esta condición se encuentra de manera marginal, donde los bosques están dominados por quillay (*Quillaja saponaria*), boldo (*Peumus boldus*), peumo (*Cryptocarya alba*), rarán (*Myrceugenia obtusa*) y litre (*Lithrea caustica*).



Bosque esclerófilo

B. Bosques dominados por especies invasoras

Los bosques clasificados como Bosque exótico asilvestrado o Bosque con exóticas invasoras incluyen diversas condiciones originadas producto del amplio dominio de especies forestales invasoras, pudiendo ser con dominio de pino (*Pinus radiata*), con aroma australiano (*Acacia melanoxylon*), con aroma Acacia dealbata, o con un dominio de eucalipto (*Eucalyptus globulus*).



Invasión de aroma (*acacia dealbata*)



C. Matorrales

Los matorrales presentes en el cerro Cayumanque y clasificados como Matorral exótico nativos, Matorral de nativos o Matorral con exóticas, corresponden a estadios intermedios de alteración o recuperación de las condiciones de bosque anteriormente mencionadas, luego de tala y/o quema. Presentan diversos grados de dominancia por especies invasoras presentes en el área: principalmente pino insigne (*Pinus radiata*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y aromos australianos (*Acacia dealbata* o *Acacia melanoxylon*). El tipo vegetacional al que corresponden o corresponderán, dependerá del desarrollo futuro de la competencia entre sus especies dominantes. Cuando presenten roble (*Nothofagus obliqua*) dentro de las especies más, podrán pasar a condiciones de bosques dominados por roble. Si sólo dominan especies esclerófilas en condición de ausencia de roble, podrán pasar a situación de bosques dominados por esclerófilas sin roble. Por último, si el dominio de las invasoras es tan alto, estos matorrales derivarán en bosques exóticos asilvestrados o dominadas por invasoras.



Matorral esclerófilo

D. Otras comunidades

Los otros tipos de vegetación registrados en Cayumanque se pueden clasificar como:

- D.1.** Vegetación ribereña a cuerpos de agua, con presencia importante de especies introducidas de la familia Salicaceae.
- D.2.** Praderas, situaciones en las que dominan las herbáceas anuales en su mayoría especies introducidas.
- D.3.** Plantaciones forestales. Estas condiciones corresponden a plantaciones de pino y plantaciones de eucalipto, bajo cuyos doseles pueden encontrarse especies herbáceas y regeneración de arbóreas y arbustivas, incluyendo nativas.



Praderas en sector la Palma, Florida



Teniendo como base el ecosistema de referencia descrito, en lo programático el trabajo se estructuró sobre cuatro líneas principales de trabajo, denominadas **componentes**.

- 1. Suelo protegido de erosión:** A través del cual se buscó proteger la condición de suelo desnudo o con presencia de vegetación calcinada, de la erosión y pérdida de suelo. Las acciones acá generadas, tuvieron un fuerte énfasis en evitar la activación de cárcavas ya existentes o nuevas generadas.
- 2. Viabilidad de regeneración vegetal nativa:** Correspondió al corazón del programa Cayumanque. Luego del incendio, el objetivo planteado fue la recuperación de la cobertura boscosa de carácter nativo en el territorio a través de intervenciones activas de restauración. Las acciones contempladas en este componente, tuvieron énfasis en la reforestación con especies nativas, en el manejo de la regeneración natural de especies nativas post - incendio y en el control de especies exóticas no deseadas.
- 3. Viabilidad de recuperación de fauna local:** A través de la cual se buscó generar las condiciones adecuadas para el retorno de las especies de fauna propias del territorio. Este componente basó su quehacer en la planificación para la conservación en predios del ecosistema Cayumanque, zonificación de áreas prioritarias para la presencia de fauna local.
- 4. Desarrollo de capacidades locales para colaborar en restauración:** Este componente correspondió a la dimensión humana/social de la restauración. No es posible realizar procesos de restauración de ecosistemas sin la participación activa de la comunidad local, por tanto, la generación de capacidades locales en restauración correspondió un pilar fundamental en la ejecución del programa. El énfasis estuvo puesto en la educación ambiental, tanto formal como informal, en la incorporación activa de la comunidad en las acciones de restauración a través del voluntariado, en la capacitación de líderes locales en restauración y en la publicación y difusión de material de Biodiversidad y restauración.

Junto a estos componentes, el ítem de gastos generales del programa contempló los recursos necesarios para la mantención del equipo ejecutor, así como también gastos asociados a traslados, alojamiento, viáticos, gastos de oficina y papelería.

Durante el ejercicio de la ejecución del programa se constató la necesidad de realizar ajustes en algunos componentes originalmente establecidos en el diseño del programa, así como también la pertinencia de ajustar el presupuesto y plazos de ejecución para dar un mejor cumplimiento a los objetivos comprometidos. En total, fueron necesarias 4 modificaciones del programa.

Originalmente hubo un quinto componente denominado *"Restablecimiento de ciclos en cuencas de agua"*, el cual durante el desarrollo del programa fue descartado. La razón: este componente apuntaba a soluciones de emergencia ante posibles remociones/ deslizamientos en masa luego del incendio, por causa de la pérdida de cobertura vegetal en altas pendientes. Sin embargo - y afortunadamente - la realidad en terreno fue que no ocurrieron estos deslizamientos, razón por la cual las acciones contempladas no llegaron a ejecutarse.

En relación a plazos de ejecución, el programa Cayumanque en su génesis estaba pensado a ser desarrollado en 60 meses, los cuales finalmente fueron 98 meses. La principal razón de la extensión de plazos, tuvo que ver con contar con el tiempo necesario para hacer una adecuada difusión, sistematización, análisis y evaluación de las acciones realizadas por el programa, de manera de que el legado de los aprendizajes obtenidos estuvieran disponibles de buena manera para otras instituciones, programas y usuarios que realicen acciones similares, al tiempo de incrementar las superficies bajo prácticas de restauración y aumentar el impacto de las acciones de educación ambiental en el territorio.

Los 5 años originales parecen un largo tiempo de ejecución, sin embargo, se volvieron limitados cuando el objeto de la intervención tuvo que ver con la recuperación de procesos y estados naturales que se llevan a escalas de tiempo diferentes. Un bosque adulto puede tardar más de un siglo en desarrollarse en su estado de equilibrio, y en general, los humanos tratamos de tener las respuestas y soluciones en el más breve plazo. La experiencia del programa nos mostró que, en la restauración de ecosistemas, los plazos son extensos y requieren del paso a paso de la naturaleza en su camino a la recuperación.

Sin duda, el contar con mayor plazo para realizar los procesos del programa, se tradujeron en una mejor ejecución y generación de información para la futura toma de decisiones en acciones de restauración de ecosistemas por parte de las políticas públicas.





Calahuala (*Synammia feullei*)

6

Acciones realizadas por el programa

En sus 7 años de ejecución, el Programa Cayumanque ejecutó más de 70 acciones concretas de restauración de ecosistemas donde destacan: Estudios de línea base y diagnósticos, capacitaciones ambientales, intervenciones específicas de restauración en campo, acciones de educación ambiental, entre muchas otras. Todas estas acciones fueron ejecutadas con la participación de distintos entes tanto públicos como privados. Con el fin de garantizar transparencia en la utilización de los recursos, las acciones se gestionaron a través del sistema de compras del Estado, a través de licitaciones públicas y/o contratos vía convenio marco, logrando así la contratación de los proveedores que mejor cumplían los requisitos del programa.

Se debe destacar el aporte de los distintos proveedores que fueron parte del programa. Contratistas forestales, fundaciones, personas naturales, empresas de servicios, viveristas, entre otros formaron parte de la diversidad de actores que fueron necesarios para llevar adelante iniciativas de restauración. Gracias a su compromiso con el programa, se obtuvieron importantes logros en el desarrollo de las actividades.

Las intervenciones fueron ejecutadas en el marco de los cuatro componentes del programa: a) Suelo protegido de erosión, b) Viabilidad de regeneración vegetal nativa, c) Viabilidad de recuperación de fauna local y d) Desarrollo de capacidades locales para colaborar en restauración.



Junto con los componentes descritos, la labor del programa estuvo siempre inspirada y guiada por el ecosistema de referencia descrito en el capítulo anterior.

1. Suelo protegido de erosión

El suelo es la base de la vida, la base de una cobertura arbórea. Si se pierde o degrada el suelo, no es posible sostener un ecosistema boscoso en la superficie.

La línea de trabajo de control de erosión post incendio, tuvo como objetivo el intentar minimizar la pérdida de suelo luego de que las superficies previamente cubiertas por bosques y plantaciones, perdieran esta cobertura y quedaran expuestas al lavado por agua o por vientos.

Las primeras acciones realizadas estuvieron asociadas a analizar el estado en el cual quedaron los suelos afectados por el incendio. Para estos fines se llevó a cabo el siguiente estudio: **Estudio Físico-químico y propuestas de manejo de suelos para programa Restauración Ecosistema Cayumanque, en las comunas de Quillón, Ránquil y Florida.**

El propósito de este estudio fue elaborar recomendaciones de manejo y de adecuación de suelos para la recuperación del ecosistema asociado al Cerro Cayumanque y zonas aledañas, afectados por el incendio ocurrido en enero del 2012.

Para este objetivo se realizaron análisis físico-químicos de suelos en 22 sitios en las comunas de Quillón, Ránquil y Florida previo análisis espacial de distribución de los lugares de toma de muestras.

A partir de los resultados del análisis físico-químico se pudo desprender que los suelos estudiados eran homogéneos en cuanto a propiedades relevantes como la capacidad de intercambio de cationes (CIC), Materia Orgánica (MO), pH, clase textural y capacidades de retención de agua. La CIC fue en general baja, evidencia de procesos intensos de degradación y **suelos de baja fertilidad natural.**

La propiedad más importante respecto del manejo de los suelos del área de trabajo del programa tuvo que ver con la relación directa entre la capacidad de retención de agua y los contenidos de MO. El estudio concluyó que las acciones para contribuir a la sustentabilidad y desenvolvimiento de los servicios ecosistémicos que brinda el suelo deben estar orientadas a aumentar la fracción orgánica. La materia orgánica es fundamental para la recuperación de terrenos

Importancia de la Materia Orgánica en el suelo



Aporta en el desarrollo del crecimiento vegetal.



Importantes efectos sobre absorción y retención de agua.



Base de transformaciones biológicas y químicas.



Aumenta la fertilidad.



Aumento de CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico)



no sólo por su aporte en el desarrollo y crecimiento vegetal mediante la entrega de nutrientes, sino también por su relevancia en la conformación de un suelo funcional, sustentable como reserva nutricional y adecuado en términos de sus propiedades físicas y químicas. La materia orgánica es la sede y la base de las transformaciones biológicas y químicas en el suelo. Ésta tiene importantes efectos sobre la absorción y retención de agua, el contenido de aire del suelo, la disminución del escurrimiento superficial del agua. La Materia Orgánica en el suelo favorece la agregación, aumenta la capacidad de intercambio catiónico (CIC), aumenta la fertilidad, con especial aporte de nitrógeno, azufre y fósforo, entre otros efectos beneficiosos.

Por otra parte, el análisis evidenció que existía una importante degradación por efecto de pérdida de suelos, la que se manifiesta como erosión de manto y de cárcavas. Esto implicaba que la retención de agua en los suelos a nivel de paisaje era escasa y fragmentada, por lo que una recuperación de esta función también resultaba crítica para el establecimiento de coberturas vegetales nativas.

Las principales recomendaciones acogidas del estudio, fueron la incorporación de materia orgánica en acciones de reforestación, el control de erosión y cárcavas y la fertilización de establecimiento en acciones de reforestación.

La incorporación de MO como parte de las faenas de reforestación, a través de su aplicación en las casillas de plantación buscó mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y favorecer la sostenibilidad de las plantaciones en el tiempo. Para conseguir grandes cantidades de MO a aplicar, se realizó el manejo de especies invasoras, particularmente aramo, pino y retamilla, cuyos residuos se trituraron (actividad comúnmente conocida como chipeo) quedando el material dispuesto en la superficie del suelo como mantillo o acolchado (mulch). Esta opción presentaba la ventaja de incorporar materia orgánica al suelo, impedir la proliferación de malezas y proteger el suelo de la erosión por efecto del mulch, y en términos de presupuesto se evitó el costo de traslado de material.

Si bien las acciones de reforestación se concentraron en especies nativas rústicas y adaptadas a las condiciones locales, la fertilización de las plantas no resultaba indispensable en primera instancia, pero sin duda que favorecería su desarrollo y



Mantillo o mulch en núcleo de plantación

crecimiento. Complementariamente a la incorporación de enmiendas orgánicas en la casilla de plantación, se consideró la incorporación de un fertilizante granulado completo que contenga macro y micronutrientes. Para este caso, se sugirió optar por aquellos con mezclas apropiadas para propiciar el desarrollo y crecimiento de nuevos tejidos. Dado que los suelos estudiados tenían muy baja capacidad de intercambio catiónico, se recomendó el uso de fertilizantes de liberación lenta. De lo contrario gran parte de los nutrientes aportados podrían perderse por lixiviación.

Respecto al control de erosión, la recomendación de manejo sobre este factor de degradación fue tomada con fuerte énfasis a través de sistemas de cosecha de agua lluvias y contención de cárcavas, los cuales se describen unas líneas más adelante.

Los siguientes pasos en el desarrollo de este componente estuvieron asociados a la formación de capital humano local para la protección del recurso suelo, con el fin de que la comunidad local pudiese conformarse como un actor relevante



en el control de erosión. En esta etapa, se realizaron dos acciones principales, siendo la primera de ellas: **Protección de recursos de agua y suelo del cerro Cayumanque, y a través de actividades de capacitación en sistema de cosecha de agua de lluvia.**

Las capacitaciones en el marco de esta licitación, consideraron la realización de diversas actividades de formación e implementación de tecnologías para la conservación de suelo y agua a nivel doméstico y para predios campesinos. Estas actividades se llevaron a cabo en espacios demostrativos en predios de los beneficiarios del programa, en cada una de las tres comunas de acción: Florida, Ránquil y Quillón.

Con estas capacitaciones se logró motivar a las familias participantes, quienes manifiestan gran entusiasmo en participar de una segunda etapa, en la cual se pudiesen implementar las técnicas aprendidas a una escala predial, y en un mayor número de predios beneficiados. En general, se logró generar conciencia de querer replicar lo aprendido con los vecinos y esto demuestra el éxito de la formación de "Promotor" que el proyecto quiso imprimir en los participantes.

Temas tratados en las capacitaciones

La Erosión de suelos y su problemática en el campo

Diversos sistemas de manejo ecológico de suelo y agua.

Sistemas acumuladores de agua lluvia y control de erosión

Sistemas de obtención, extracción y distribución de agua para riego.

Sistemas de cosecha de agua lluvia desde techos

Sistemas de riego eficiente

Prácticas de conservación y manejo de suelo

Sistemas de cosecha de agua lluvia en pozo acumulador de agua

Sistemas de cosecha de agua lluvia en Mini represa

Tecnologías para extracción manual de agua

La metodología diseñada para la ejecución de las acciones resultó un factor fundamental para el éxito final. La idea fue aprender que la solución de los problemas vinculados con la erosión y la disponibilidad de agua van más allá que la simple disponibilidad de ella, se requiere de una mirada integral cuya solución necesita abarcar múltiples factores ecológicos. Por esto fue fundamental lograr



Capacitación en cosecha de aguas lluvia, sector Pichaco, Florida



entregar los conocimientos para crear conciencia de que el agua lluvia muchas veces está disponible, pero las malas condiciones de los suelos impiden su infiltración y es por ello que el control de cárcavas y otras técnicas de conservación de suelo toman tanta importancia.

Junto a ello se logró crear conciencia en usar eficientemente los recursos que cuentan los predios, una muestra de ello, y que generó altísimo interés fue uso de las cárcavas las cuales pueden convertirse en buenos acumuladores de agua lluvia al tiempo de controlar la erosión.

La segunda acción asociada a la formación de capital humano local para la protección del recurso suelo fue: **Protección de los recursos vegetales a través de actividades de capacitación en sistema de cosecha de agua lluvia en el ecosistema Cayumanque, comuna de Florida.**

"No había tomado consciencia sobre la necesidad de cuidar nuestros suelos y controlar la erosión que afecta nuestros campos. El poder descubrir que podemos cosechar agua para riego además de recuperar suelos es algo que me llenó de esperanza y me motivó para poder promover estas tecnologías sencillas pero eficientes en nuestra comunidad".

Testimonio de Rosa Rubio

Vecina de la localidad de Peñablanca

Comuna de Quillón

El objetivo principal de esta actividad fue contar con un servicio de capacitación e implementación de sistemas demostrativos de cosecha de agua lluvia que permitiese entregar herramientas a la comunidad local sobre la conservación del recurso con fines de restauración de ecosistemas.

En este contexto, se implementaron cuatro obras demostrativas de cosecha de agua lluvia en la comuna de Florida a través de colecta de agua desde techumbre con disposición final en tranque acumulador, y se capacitaron un total de 21 líderes y dirigentes locales en las técnicas de implementación del sistema.

Una de las características principales de este programa fue la construcción participativa de los sistemas de cosecha de aguas, lo que tuvo tanto pros como contras. Los beneficios de haberlo hecho de esta manera es que se dio un ambiente muy distendido, con mucho humor, trabajo en equipo y donde se compartía de manera fraterna. Además, confluyeron los distintos conocimientos y experticias de los participantes, llegando a soluciones que quizás a una sola persona no hubiera visualizado. Dentro de las desventajas de este método, es que también puede verse más desordenado y la toma de decisiones y ejecución puede tomar más tiempo.

Para los beneficiarios del programa los principales valores positivos de la capacitación, tuvieron que ver con "el compartir aprendizajes variados aplicados a una tarea en común y juntar agua del techo", "aprender de los usos del tranque acumulador, como para riego de plantas", "aprender del aprovechamiento del agua" y sobre todo el "Trabajo en equipo, todo se hizo con alegría y motivación".

La tercera etapa en el desarrollo del componente **Suelo protegido de erosión**, una vez claro el diagnóstico y con actores comunitarios sensibilizados sobre la necesidad de combatir la pérdida de suelo, consistió en la implementación de obras en terreno de protección de suelo y agua, a través de la instalación a escala predial de sistemas de control de cárcavas y acumulación de agua.





Servicio de instalación de sistemas de cosecha de agua lluvia con fines de Restauración Ecológica en el ecosistema Cayumanque

A través de los sistemas de cosecha de aguas lluvia en cárcavas, por un lado, se buscó minimizar y reducir el impacto de erosión, al tiempo que se logró contar con agua para apoyar faenas de reforestación y para disponibilidad de consumo para la fauna nativa del entorno. De esta manera, se abordaron superficies altamente afectadas por la erosión y cuyos propietarios están interesados en recuperar con especies nativas, y al mismo tiempo aumentar la disponibilidad de agua en épocas estivales y de sequía.

Por otra parte, también se consideró la instalación de sistemas de cosecha de aguas lluvias desde techumbres en sectores rurales, con el fin de tener mayor disponibilidad de agua para fines de restablecimiento y enriquecimiento de coberturas vegetales.

La identificación y selección de sitios en las comunas de Florida, Ránquil y Quillón para ser incorporados al proyecto se realizó a través del contacto directo con profesionales de los respectivos municipios y representantes de los territorios que participaban en el proyecto GEF- Comunidades Mediterráneas. Se efectuaron visitas de promoción y preselección de predios en donde se contactó al propietario para explicar los objetivos del proyecto, sus características y metodología de trabajo. En terreno se evaluó la factibilidad de implementar los tipos de soluciones de cosecha de agua lluvia que el proyecto contempló.



Acciones de capacitación en cosecha de aguas lluvia



Los sistemas implementados fueron 3:

1. Sistema de cosecha a través de minitranque en cárcava

Esta es una técnica que permite cosechar agua lluvia aprovechando las aguas que escurren por las techumbres, a través de un sistema de canaletas y tubos de PVC que son dirigidos hacia un tranque acumulador, que dependiendo de las características del terreno, puede llegar a acumular hasta 30.000 litros. El sistema de conducción de cuenta con una cámara de limpieza para el mantenimiento. El tranque es impermeabilizado con geomembrana de mínimo 1 mm de espesor.



Cosecha de agua lluvia en minitranque

2. Sistema de cosecha a través de techumbre con disposición final en tranque

Esta es una técnica que permite cosechar agua lluvia aprovechando las aguas que escurren por las techumbres, a través de un sistema de canaletas y tubos de PVC que son dirigidos hacia un tranque acumulador, que dependiendo de las características del terreno, puede llegar a acumular hasta 30.000 litros. El sistema de conducción de cuenta con una cámara de limpieza para el mantenimiento. El tranque es impermeabilizado con geomembrana de 1 mínimo mm de espesor.



Cosecha de agua lluvia en tranque



3. Sistema de cosecha a través de techumbre a estanque plástico de 5.400 litros

El sistema consiste en la implementación de un sistema de canaletas y tubos de PVC que son dirigidos hacia un estanque acumulador. El sistema de conducción de cuenta con una cámara de limpieza para el mantenimiento. El estanque es instalado en una superficie preparada para estabilizar y soportar el peso del estanque.

Esta solución es recomendada para superficies de terreno limitadas, donde no es posible instalar un tranque acumulador.

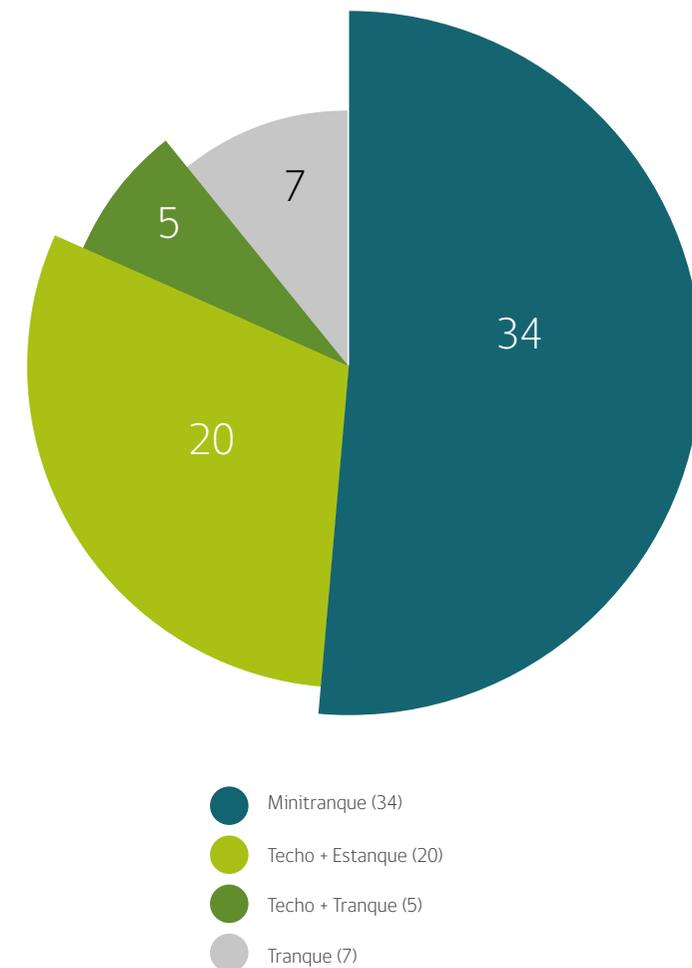


Cosecha de agua lluvia en estanque

En total se implementaron 66 obras de control de erosión en y cosecha de aguas lluvias, distribuidos de manera equitativa en las 3 comunas que formaron parte del programa.

Más de 50% de las obras fueron minitrانque, alrededor de un 40% cosecha desde techumbres a tranque, y un 10% cosecha desde techumbre a estanque plástico.

En total, gracias a la implementación de los sistemas de cosecha, se logran coleccionar anualmente más de 1 millón y medio de litros de agua, la cual está disponible para apoyar faenas de restauración ambiental, agricultura y disponibilidad de agua para la vida silvestre. De igual manera, se estima que de forma directa se lograron controlar más de 30 hectáreas afectadas por erosión grave, reduciendo la pérdida de suelo en esta superficie.



El impacto sobre las 66 familias beneficiadas fue tremendamente positivo. A juicio de **Maeva Durán**, quien posee un predio a los pies del cerro Cayumanque, **“Siempre había agua por estos lados, pero en los últimos años y luego del incendio, cada vez hay menos en los veranos. El poder conocer e implementar los sistemas de cosecha de agua lluvia en nuestro campo, nos abrió los ojos a la necesidad de cuidar nuestro ecosistema y poder recuperar áreas degradadas para poder disponer de agua para nuestros cultivos y consumo”.**



Propietarios y sistema de cosecha de agua lluvia

2. Viabilidad de regeneración vegetal nativa

No caben dudas que el impacto profundo de un incendio forestal se ve reflejado en la vegetación calcinada. Donde antes había verde, no queda más que gris y humo. Quedan al descubierto las heridas en la tierra producidas por la erosión, y los servicios que proveían los bosques dejan de fluir. Pero luego del desastre, la naturaleza y la vegetación encuentran los caminos para seguir adelante, y comienza la recuperación y el renacimiento del verdor. Es en esta etapa, donde en la práctica de la restauración, se acompañan directamente los procesos naturales para acelerarlos y encaminarlos hacia la nueva condición post incendio, en nuestro caso hacia una donde predomine la vegetación nativa y la diversidad de especies.

Fue en la recuperación de la cobertura vegetal nativa del ecosistema Cayumanque donde se concentraron los mayores esfuerzos del programa. El gran objetivo y mandato de ejecución tuvo que ver con poder recuperar de la mejor manera posible las superficies de bosque nativo existente previa al incendio, y de manera más ambiciosa, poder aumentar las superficies en esta condición, restaurando terrenos que previo al incendio no poseían cobertura nativa.

La complejidad de la restauración, se tradujo en múltiples y diversas acciones, que involucraron a una gran variedad de actores, entre propietarios, dirigentes locales, consultores, instituciones, universidades y gobiernos locales.

Para dar curso al camino de la recuperación de la cobertura vegetal nativa, el primer paso fue la realización de un diagnóstico sobre los efectos ambientales causados por el incendio forestal.



Diagnóstico y evaluación de efectos ambientales causados por incendios forestales en el marco del Programa Restauración Ecosistema Cayumanque

El objetivo principal de esta acción fue conocer la severidad de los incendios sobre los distintos componentes ambientales, y los impactos registrados sobre el ecosistema en los sectores afectados. Esto con el fin, de determinar las acciones de restauración más pertinentes de acuerdo con los resultados del diagnóstico.

El estudio en cuestión incluyó resultados sobre los impactos en el suelo, recursos hídricos, biodiversidad y efectos del fuego en la vegetación nativa y exótica. Se incluyó también una evaluación económica de los impactos y un informe de severidad del fuego y emisiones gaseosas.

Sin duda que este gran evento de fuego generó grandes pérdidas a las comunidades rurales y los propietarios de la tierra, en algunos casos por varios años no se pudo utilizar sus fuentes de sustento y en otras se atrasó la edad final de aprovechamiento de los recursos madereros. Además, se liberaron gases que aportan a agravar el efecto invernadero, como sería el caso de grandes cantidades de emisiones de CO₂.

Por otro lado, existió también un fuerte impacto en las comunidades vegetales y de fauna nativa de la zona, las cuales ya se habían estado viendo afectadas por incendios repetitivos en los últimos años, que son los que más daño pueden causar en el largo plazo.

En contra de lo que se pudiese imaginar, los resultados de recuperación de la vegetación nativa en los días posteriores al control del incendio fueron bastante



Especies nativas rebrotando post-incendio



positivos, pudiendo constatarse que el 100% de las especies nativas presentó rebrotes post - incendio, en algunas especies superando los 100 cm de altura a menos de un año de la catastrofe. **Esto resultó especialmente importante para las decisiones de manejo de las acciones de restauración del programa.**

Los resultados indicaron que en bosque nativo del ecosistema Cayumanque, la estrategia dominante de recuperación natural de las planas, fue persistencia (rebrote) y no reclutamiento de nuevos individuos a través de semillas.

La razón de la baja regeneración por semillas del bosque nativo tiene varias causas, la primera de ellas es que la mayoría de las especies del dosel superior del bosque de la zona (N. obliqua, C. alba, A. punctatum y Persea lingue) no poseen un banco edáfico permanente de semillas, solo poseen un banco aéreo o edáfico transitorio, banco que el fuego dañó en su totalidad y muy pocas semillas sobrevivieron a tan magno evento. Por otro lado, la mayoría de las especies nativas producen semillas en forma cíclica y no necesariamente los incendios coinciden con una buena temporada de producción de semillas. Por último, si posterior al incendio se aportó una carga de semillas adicional esta habría sufrido un intenso consumo por la fauna sobreviviente ante la escasez post incendio de alimentos en la zona.

Los resultados de regeneración vía semillas podrían parecer un poco lapidarios e indicadores de un retroceso del bosque nativo ante la acción de los incendios. Sin embargo, en el caso de Cayumanque, la situación no fue así porque se pudo constatar que los fragmentos de bosque nativo tuvieron una gran capacidad de persistencia, es decir una gran cantidad de rebrote post incendio. De hecho, esta condición se apreciaba ya a las 3 semanas de ocurrido los incendios porque se observaron varias especies nativas rebrotando, entre ellas: L. caustica (litre), Acacia caven (espino), Otholobium glandulosum (culen), Myrceugenia exsuca (arrayan) y N. obliqua (roble). A 9 meses del incendio, todas las especies nativas presentes en los rodales quemados por el incendio mostraban rebrote, confirmando que el 100% de ellas tiene la capacidad de rebrotar ante la acción del fuego y es la principal estrategia para persistir en los ecosistemas.

Especies nativas presentes en el Ecosistema Cayumanque que presentan rebrote post incendio

Especie	Nombre científico
Aromo de castilla	<i>Azara dentata</i>
Arrayan	<i>Luma apiculata</i>
Arrayan macho	<i>Rhaphithamnus spinosus</i>
Avellanillo	<i>Lomatia dentata</i>
Avellano	<i>Gevuina avellana</i>
Michay	<i>Berberis serratodentata</i>
Boldo	<i>Peumus boldus</i>
Canelo	<i>Drimys winteri</i>
Chequen	<i>Luma chequen</i>
Chilca	<i>Baccharis racemosa</i>
Coguil	<i>Lardizabala biternata</i>
Colletia	<i>Colletia spinosissima</i>
Copihue	<i>Lapageria rosea</i>
Corcolen	<i>Azara integrifolia</i>
Culen	<i>Otholobium glandulosum</i>
Escalonia	<i>Escallonia sp.</i>
Espino	<i>Acacia caven</i>
Huillipatagua	<i>Citronela mucronata</i>



Especies nativas presentes en el Ecosistema Cayumanque que presentan rebrote post incendio

Especie	Nombre científico
Huingan	<i>Schinus polygamus</i>
Lingue	<i>Persea lingue</i>
Litre	<i>Lithraea caustica</i>
Corontillo	<i>Escallonia pulverulenta</i>
Maiten	<i>Maytenus boaria</i>
Maqui	<i>Aristotelia chilensis</i>
Mayo	<i>Sophora macrocarpa</i>
Olivillo	<i>Aextoxicum punctatum</i>
Peumo	<i>Cryptocarya alba</i>
Pilpil voqui	<i>Boquila trifoliolata</i>
Pitra	<i>Myrceugenia exsucca</i>
Quila	<i>Chusquea quila</i>
Quillay	<i>Quillaja saponaria</i>
Quilo	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>
Roble	<i>Nothofagus obliqua</i>
Voqui Blanco	<i>Proustia pyrifolia</i>
Voqui colorado	<i>Cissus striata</i>

Los resultados encontrados coincidieron con lo reportado en la literatura donde se indicaba que la persistencia es la estrategia que domina en la regeneración de la vegetación natural y no el reclutamiento por semillas como suele creerse. En muchas oportunidades se asume que la regeneración post incendios es prácticamente nula, pero se subestima la capacidad de rebrote que es la estrategia de persistencia del bosque nativo. **Estos resultados resultan particularmente importantes para las estrategias de restauración, donde en la mayoría de los casos, se opta por la reforestación, y en mucho menor grado al manejo de la regeneración natural.** Para verificar si se requiere realizar acciones de reforestación post incendio, se debería evaluar si existen sitios donde no ocurrió rebrote al final de la primera temporada de crecimiento, es decir inicios de otoño del año siguiente al incendio. Sólo en estos sitios sería necesario apoyar con estímulos la regeneración natural o con enriquecimiento a través de plantación.

De acuerdo al estudio si bien existieron niveles de erosión moderados post incendio, la mayoría de las cárcavas no se activaron y el suelo se observó con una buena cubierta de hierbas a poco tiempo del disturbio.

También, fue muy positiva la respuesta de recuperación de la población de aves de la zona, pudiendo registrarse a un año del incendio 39 especies en actividades de alimentación y reproducción en la zona quemada.

Entre los aspectos más preocupantes, se pudo identificar la fuerte amenaza de invasión de especies exóticas, las cuales están relacionadas con dos especies de aramo (*Acacia dealbata* y *Acacia melanoxylon*) y *Pinus radiata*.



Invasión de aramo (*acacia dealbata*)



Resultó realmente alarmante ver el potencial invasor de los aromos (*Acacia dealbata* y *Acacia melanoxylon*), su capacidad de regenerarse post incendio por semillas y rebrotes les permite ocupar el sitio con miles de individuos por metro cuadrado, lo cual limita el establecimiento de cualquier especie nativa. Además, presenta una estrategia competitiva muy eficaz porque a diferencia de las especies nativas que germinan en primavera, el aromo tiene la capacidad de germinar en otoño.

La presencia de aromos y la posibilidad que la regeneración de *P. radiata* avance hacia los relictos de bosque nativo es realmente una amenaza de degradación del bosque nativo. Las altas densidades de regeneración en *P. radiata* adulto, más de 33.000 plantas/ha en rodales mayores a 15 años y de más de 99.200.000 plantas/ha en rodales puros de *A. melanoxylon* representan una amenaza como competencia excluyente porque tomarán el sitio y no permitirán la regeneración por semillas del bosque nativo.

Considerando lo anterior, el informe sostuvo que la mayor amenaza para los ecosistemas de la zona son los incendios que ocurran con mayor frecuencia e intensidad y la amenaza de expansión de las especies invasoras introducidas.

Complementario a la elaboración de acciones de diagnóstico post incendio, el siguiente paso tuvo que ver con la realización de pruebas de reforestación a través de la siguiente acción: ***Establecimiento de piloto de Reforestación con Especies Nativas en el Cerro Cayumanque.***

Considerando lo anterior, el informe sostuvo que la mayor amenaza para los ecosistemas de la zona son los incendios que ocurran con mayor frecuencia e intensidad y la amenaza de expansión de las especies invasoras introducidas.

En los comienzos del programa Cayumanque, el establecimiento de plantaciones de especies nativas en el país había sido escasamente estudiado. La utilización de plantas de calidad y ecológicamente apropiadas, y la definición de sus respectivas técnicas de establecimiento se constituía como un problema complejo y central para el programa de restauración.

En este contexto, en conjunto con el Instituto Forestal (INFOR), en el año 2014 se estableció un piloto reforestación con especies nativas, cuyo objetivo principal

fue evaluar técnicas silviculturales que favorezcan la supervivencia y crecimiento de plantas de *Aextoxicon punctatum* (olivillo), *Laurelia sempervirens* (laurel) y *Nothofagus obliqua* (roble) establecidas en sitios contrastantes del cerro Cayumanque.



Establecimiento de pilotos



Las principales conclusiones que entregó el piloto fueron las siguientes:

1. Las respuestas de plantas establecidas en el cerro Cayumanque en términos de crecimiento y sobrevivencia mostraron que Roble, tanto en exposición norte como sur, obtuvo mejores resultados en comparación con las otras especies (Laurel, Olivillo, Quillay y Peumo).

2. La utilización de la malla protectora mostró que independiente de la especie que se utilicen, esta influye favorablemente en su desarrollo en términos de crecimiento y supervivencia.

3. Se recomienda utilizar la malla raschel, para asegurar el buen crecimiento y supervivencia de las plantas. La malla favorece el crecimiento de las especies utilizadas, especialmente para aquellas ubicadas en zonas descubiertas, ya sea norte o sur.

4. La malla produce regulaciones de temperaturas y humedad relativa que favorecen el desarrollo de las plantas.

5. No se detectaron preferencias de exposición sur o norte por las especies utilizadas, aunque en la literatura se indicaba que en exposición norte se deberían utilizar mayoritariamente Roble, Quillay y Peumo, en tanto en exposición sur de preferencia especies como Laurel y Olivillo. Lo anterior no excluye que las especies recomendadas para la exposición norte, no se utilicen en exposición sur.

6. Coberturas arbóreas densas favorecen el desarrollo de especies nativas como Laurel y Olivillo, en tanto Roble, Quillay y Peumo, son afectadas por dicha coberturas.

De igual manera, el piloto entregó una serie de recomendaciones a ser consideradas para las faenas de plantación a realizar en los años venideros:

Control de especies exóticas: Debido a la alta presencia de especies exóticas post incendio, se recomendó realizar desbroce manual acompañado de control químico, especialmente cuando exista presencia las malezas tales como zarzamora, aramo, gramíneas anuales, etc. La actividad de control debe realizarse previa a la plantación, desde abril hasta la primera quincena de mayo.

Preparación del Suelo: Dado las pendientes del área, se recomienda realizar preparación manual. Esta debe ejecutarse en casillas como mínimo de 40x40 x40 centímetros.

Época de Plantación: Factor relevante para favorecer el desarrollo en crecimiento y supervivencia, por ello se recomienda realizar la plantación entre los meses de junio a julio.

Selección de Plantas: Las plantas deben cumplir estándares de calidad mínimos para su establecimiento en terreno, para ello se debe tener en consideración evitar utilizar:

- Plantas carentes de yemas susceptibles de producir un brote apical
- Plantas con cuello dañado
- Plantas con heridas no cicatrizadas
- Plantas parcial o totalmente desecadas
- Plantas que presentan graves daños causados por organismos nocivos
- Plantas con raíces principales intensamente enrolladas o torcidas
- Plantas con raíces secundarias ausentes o seriamente amputadas
- Plantas con tallos severamente curvados.



Tipo de Plantas: Se debe tener en consideración utilizar plantas que sean producidas en contenedores de plantas de al menos 130 cc, especialmente cuando se utilizan plantas sobre 30 cm de altura y 4 mm de diámetro.

Edad de las Plantas: Para todas las especies mencionadas se recomendó que estas no tengan más de dos temporadas en vivero. Más temporadas afecta el sistema radicular de las plantas se compactan y dificultan su desarrollo en terreno.

Cantidad de Plantas a Trasladar a Terreno: Al momento de la plantación se recomendó que las plantas que se utilizan permanezcan el menor tiempo posible en terreno, es decir, se debe llevar a campo solo aquellas que se planten en el día de trabajo.

Transporte de Plantas: Las plantas que se utilizan, deben ser transportadas en cajas de plástico (o cajas plantadoras). Estos recipientes son cerrados, de modo de impedir que por efecto de su transporte se produzca el secamiento por el viento. Otro resguardo es utilizar vehículos cerrados para llevar las plantas desde el vivero al lugar de plantación.

Control de Malezas post Plantación: En los meses de octubre a noviembre se recomendó realizar control de malezas post plantación. Este control puede ser de dos tipos; químico o desbroce manual, la elección método depende de las condiciones existentes en el área de plantación, es decir cantidad y tipo de malezas.

Cercado del Área de Plantación: Se sugirió cercar los sectores de reforestación, con el fin de evitar el acceso a personas ajenas al cerro y animales que transiten con ellos. También se sugirió limitar las zonas dentro del cerro que consideran la extracción de madera y/o leña, o mantenerlas alejadas de las zonas donde se establezcan las nuevas plantaciones.

Finalmente, el estudio piloto entregó una serie de sugerencias sobre futuras actividades a tener en cuenta para las etapas venideras del programa:

1. Se deben analizar otros tipos de calidades de plantas en función a sus parámetros fenológicos, especies y analizar su comportamiento en terreno.
2. Se requieren de estudios complementarios en términos de análisis de suelos y determinación de concentraciones de fertilizantes que faciliten el desarrollo de las especies estudiadas.
3. Se requiere estudiar los efectos de otras técnicas que faciliten el desarrollo de las especies presentes en el área. Si bien la mallas de protección favorece fuertemente el desarrollo de las especies, estas posee la desventaja de ser de alto costo
4. Se requiere complementar el trabajo con especies arbustivas.
5. Se requiere determinar el tiempo que debe permanecer la malla protegiendo la planta

Posterior a los pilotos de reforestación, el siguiente paso fue dar inicio a la colecta de semillas y producción de plantas para realizar acciones de reforestación en los años siguientes.

Producción de plantas de especies nativas para reforestación

En el contexto post incendio, y en base al objetivo de la revegetación del área afectada, el programa necesitó contar con el servicio de colecta de semillas y producción de especies nativas provenientes del cerro Cayumanque. Desde el año 2013, el programa suscribió diversos contratos para la colecta de semillas y producción de plantas de vegetación nativa del cerro Cayumanque, los cuales se extendieron hasta el año 2018.

Si bien las primeras acciones fueron realizadas en el año 2013, a través de iniciativas piloto de colecta de semillas y producción de plantas, estas no resultaron del todo exitosas, lo cual se detalla en el capítulo siguiente de *Lecciones aprendidas*. No fue hasta el año 2015, donde se dio inicio a la producción masiva de plantas con fines de restauración.



A partir de 2015, se trabajó con dos viveros para la producción, uno particular ubicado en la comuna de Bulnes, y el segundo, correspondiente al centro de la planta del Instituto Forestal (INFOR), ubicado en la comuna de San Pedro de la Paz. Desde 2016 a 2018, solo se continuó trabajando con el vivero de INFOR.

En total, entre las temporadas 2015 a 2018, se produjeron un total de **565.465 plantas nativas**, de las cuales un 80% de estas fue con destino a faenas de reforestación en el ecosistema Cayumanque, y un 20% fueron utilizadas para donación a Municipios, Juntas de vecinos, Escuelas, Propietarios, con el fin de promover el conocimiento de las especies nativas, y fomentar las acciones de reforestación por parte de la ciudadanía.

Las plantas producidas, representaron en parte la diversidad del ecosistema Cayumanque. En total se produjeron plantas de **19 especies diferentes**.

N.º	Especie	Total
1	Quillay	108.968
2	Arrayán	85.306
3	Roble	69.605
4	Laurel	58.849
5	Peumo	57.762
6	Lingue	38.793
7	Olivillo	37.518
8	Maqui	32.115
9	Culén	20.833
10	Maitén	11.472
11	Corcolén	10.062
12	Espino	10.036
13	Madroño	8.150
14	Huingán	7.268
15	Mayu	4.892
16	Boldo	1.428
17	Avellanillo	1.418
18	Avellano	654
19	Quebracho	336
		565.465



Quillay (Quillaja saponaria) en vivero

La selección de especies a propagar se realizó en base a aquellas dominantes presentes en el ecosistema de referencia, así como también siguiendo criterios de éxito en el prendimiento de experiencias documentadas de reforestación con especies nativas. Un tercer criterio tuvo que ver con la disponibilidad de semilla de las distintas especies, así como también la factibilidad de éxito en los procesos de viverización. Respecto a esto último, por ejemplo no fue posible producir plantas de avellano, una especie presente en el ecosistema de referencia y de gran interés para la reforestación.

El proceso de viverización

La colecta de semillas en las distintas temporadas se realizó principalmente entre los meses de febrero a mayo. Este rango de fechas obedeció a la época en que las diversas especies presentaron frutos maduros para ser colectados. Para la colecta de frutos y semillas se utilizaron sacos de polipropileno, trozos de malla raschel y varas largas de aluminio, tijeras podadoras y tijerones. En el caso de árboles de más de 3 metros de altura y que presentaban los frutos en la parte superior de la copa fue necesario realizar la colecta con el apoyo de un escalador. En este caso,



se procedía a cortar las ramillas de la parte superior y bajarlas para colectar los frutos o semillas de dichas ramillas.

Posterior a la colecta, los frutos y semillas eran ensacados y transportados a dependencias del vivero, donde eran depositados y dispersados en mesones preparados para que los frutos se abrieran y/o comenzare el proceso de limpieza de las semillas.

Una vez que las semillas estaban limpias, se procedía a envasar en bolsas y cajas herméticas, las cuales se etiquetaban con el nombre de la especie, peso de las semillas en cada envase y fecha de colecta. Estas se almacenaron en un refrigerador a 4 °C y una cámara de frío, esto dada la gran cantidad de semillas almacenadas. Una vez realizado el proceso de limpia y envasado de las semillas, una muestra de ellas fue utilizada para la realización de análisis germinativos.

La viverización de plantas procedentes del Cerro Cayumanque, se realizó principalmente en bandejas de poliestireno expandido de 130 cm³. Estas bandejas fueron llenadas con sustrato de corteza compostada de pino. Esta actividad se realizaba en forma manual. Previo al llenado, las bandejas fueron lavadas con agua y seguidamente bañadas con una mezcla de látex y oxiclورو de cobre, compuesto que permite realizar la poda química de las raíces.

Siembra y repique: Previo a la siembra, las semillas fueron sometidas a tratamientos pregerminativos. Estos tratamientos permiten que las semillas puedan romper su estado de latencia y comenzar la germinación, acelerando el proceso de germinación. La siembra se realizó en almácigo, para posteriormente ser repicada. Para la siembra en almácigos, se utilizaron cajones de madera y plásticos, en las cuales se les depositó una capa de sustrato y luego una capa de semillas homogéneamente distribuidas. Posteriormente, las semillas fueron cubiertas con sustrato fino. Estas fueron humedecidas periódicamente para lograr las condiciones necesarias de germinación. Las acciones de siembra eran realizadas en el mes de Junio.

Riego: Para cada especie o grupo de especies se definieron criterios de riego, en función de las demandas hídricas de ellas. Esto se evaluó diariamente, mediante una configuración de capturadores de datos y sensores, los que recopilan y almacenan información acerca de la humedad del sustrato y temperatura ambiente. Estos sensores permitieron monitorear con una frecuencia de una

hora durante toda la producción de plantas, las pérdidas de agua de las bandejas, controlando así las frecuencias de riego.

Fertilización: La fertilización se basó en la aplicación de diversos esquemas nutricionales que consideraron el uso de macro y micro elementos, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, zinc, manganeso, cobre y boro. La aplicación de las soluciones nutritivas se realizó en forma conjunta con el sistema de riego, por medio de un sistema de inyección.

Evaluación mensual de las plantas: Desde el mes de noviembre, una vez que la mayor cantidad de especies ya habían germinado se procedía a la evaluación de longitud de tallo (LT, cm) y diámetro al cuello de la planta (DAC, mm). Estas evaluaciones se realizaban de forma mensual. Para ello, se seleccionaban tres bandejas al azar, midiendo las 18 plantas centrales de cada una.



Olivillo (Aextoxicon punctatum) en vivero

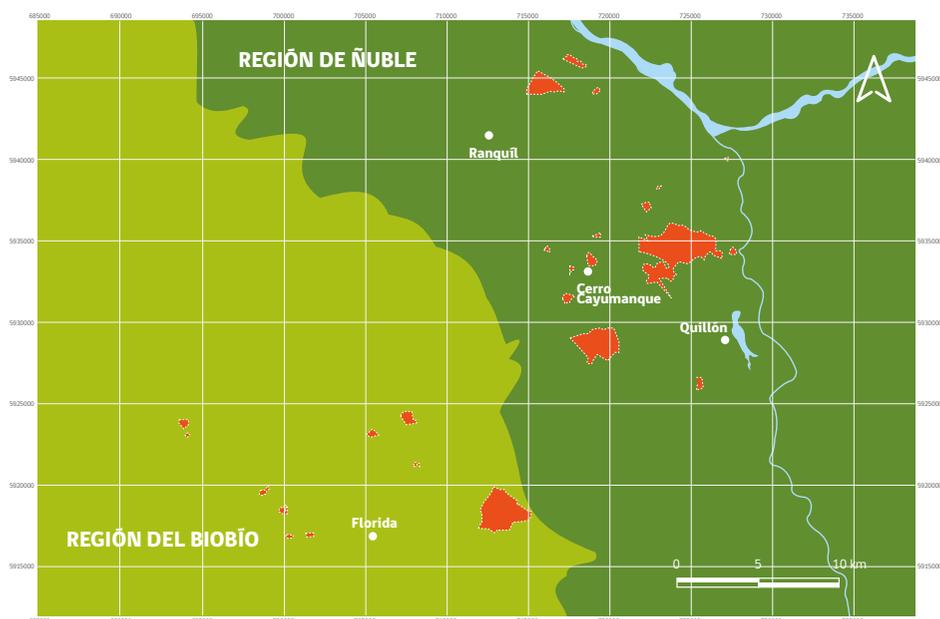
Una vez en marcha el sistema de producción de plantas, el siguiente paso fue dar curso a las acciones de reforestación en terreno: **Reforestación con especies nativas.**

Las acciones de reforestación de áreas degradadas fueron por lejos el punto donde el programa puso sus mayores esfuerzos y dedicación. La superficie total intervenida de forma directa por el programa alcanzó las **254 hectáreas**, las que



fueron plantadas con especies nativas en **47 predios**. De forma complementaria, un total de **7,5 hectáreas** fueron reforestadas a través de acciones comunitarias, superficie que se distribuyó en 18 predios. A través del programa de educación ambiental, se establecieron plantas nativas en 53 establecimientos educacionales, sumando otras 9 hectáreas de nueva superficie.

En total, **270,5 hectáreas distribuidas en 118 sitios**.



Distribución de predios intervenidos por el programa

Los porcentajes de prendimiento fueron tan variables como la diversidad de sitios donde se llevaron a cabo las acciones de reforestación. En promedio en los 4 años de acciones de plantación, el promedio global fue de un **65,98%**.

Al observar los prendimientos por año, pudimos encontrar una tendencia a obtener mejores resultados hacia los últimos años del programa. Esto se explica por una adecuada selección de especies en función del terreno y/o sitio, y a un ajuste de las técnicas de establecimiento, las cuales iban incorporando los aprendizajes de años anteriores.

Resultados de prendimiento promedio en cuatro temporadas

Año	Has	Sitios	% prendimiento
2014	6,13	1	15,57
2016	49,81	3	68,31
2017	117,82	21	63,03
2018	80	22	72,16

Adentrándose aún más en los datos, al efectuar un análisis más específico en función a las características de los predios, y de las especies ocupadas es posible encontrar tendencias que indican el porqué del éxito y/o fracaso en el prendimiento.

Resultados de prendimiento temporada 2016, por predio y por especie

Predio	Arrayán	Culén	Olivillo	Peumo	Quillay	Roble	% predio
Locumba (27,6 ha)	81,3	82,4	71,2	73,4	98,3	78,3	80,82
Sta. Isabel (4 ha)	-	-	-	45,6	78,3	51,3	58,4
Sta. Elena (18,06 ha)	59,3	59,7	53,2	62,4	88,3	56,7	65,8
Totales	70,3	82,4	62,2	60,47	88,3	64,8	68,34



Totales 65,5 50,99 99,38 63,16 51,04 93,55 57,38 90,88 96,88 16,03 49,8 97,67 47,96 80,37 92,26 84,22 67 71,75

Nº	PREDIO	Arroyán	Avellanillo	Laurel	Lingüe	Madroño	Olivillo	Puumo	Quillay	Roble	Mayo	Corcolén	Maquí	Boldo	Maitén	Culén	% predio
1	Agua Buenas (2,4 ha)	94,59	-	6963	7,56	92,05	51,59	52,29	88,25	56,02	-	22,96	47,54	-	-	-	59,14
2	Caimaco (9,1)	-	-	64,07	-	-	-	66,86	96,11	7,25	-	-	-	-	-	-	74,89
3	Caas Viejas (1,5 ha)	4983	-	47,39	78,92	99,7	81,44	85,61	91,36	55,03	-	53,77	87,22	-	-	84	67,87
4	Cayumanque (7,5 ha)	43,96	4807	5913	83,84	95,65	52,56	58,11	80,4	54,16	82,51	53,56	90,5	73,46	77,65	-	68,11
5	El Eucaipitus (2,1 ha)	76,53	-	28,45	53,76	93,94	49,59	56,34	99,43	81,26	-	-	89,89	-	-	-	69,91
6	El Pangal (10 ha)	68,41	36,19	35,34	48,53	86,42	63,23	66,29	94,94	59,71	-	39,09	91,6	-	-	-	62,7
7	Los Palcos (2,9 ha)	72,85	-	48,02	68,53	83,97	53,74	74,76	92,96	71,13	-	43,43	94,79	-	-	-	70,42
8	El Porvenir (1,5 ha)	72,85	-	31,65	62,33	86,86	51,18	67,44	96,58	66,27	-	-	93,94	-	-	-	69,9
9	El Futuro (1 ha)	39,71	-	27,33	66,61	87,63	34,93	50,15	70,48	40	-	-	91,82	-	-	-	56,52
10	La Matanza (10 ha)	56,9	21,72	54,23	67,91	92,01	70,12	57,46	94,94	60,36	-	50,67	90,86	-	-	-	65,2
11	El Peral (4,2 ha)	55,2	14,48	45,61	84,2	98,56	53,82	59,4	93,99	55,21	-	28,95	87,28	-	-	-	61,52
12	Las Pataguas (1,6 ha)	87,62	23,97	50,65	46,27	91,44	4,68	66,81	96,1	52,11	-	-	-	-	-	85	60,47
13	Locumba (12,2 ha)	85,18	7,25	43,72	79,09	93,82	71,29	75,74	-	76,21	94,42	75,12	94,45	79,12	92,1	91	80,29
14	Los Mearnos (1 ha)	60,94	-	36,19	61,67	83,97	43,96	87,11	94,1	61,29	-	40,2	-	-	-	-	63,27
15	Los Tases (3,2 ha)	68,57	-	67,47	93,09	87,11	65,15	75,12	91,79	62,94	81,34	83,69	87,71	-	-	-	78,54
16	Pelchoquín (2,8 ha)	82,52	-	-	65,15	-	-	82,84	81,56	83,97	34,74	86,86	-	82,52	-	-	75,02
17	Rukalaf (9 ha)	54,08	56,27	65,07	43,55	78,84	62,18	57,91	84,04	57,88	87,71	71,18	84,95	56,27	84,61	-	67,47
18	Santa Isabel (4,8 ha)	18,39	-	17,97	29,33	43,31	43,46	26,65	32,78	18,44	-	-	39	-	-	-	26,93
19	Santa Margarita (3,7 ha)	62,77	33,83	50,84	73,67	81,36	65,71	66,21	87,88	68,2	-	21,91	79,43	-	-	74	63,83
20	Santa Elena Alto (15,5 ha)	74,77	59,74	60,2	72,92	85,81	66,05	62,02	90,92	71,53	-	49,04	86,2	-	-	-	64,93
21	Santa Gertrudis (6,5 ha)	80,89	-	58,75	89,35	91,37	52,32	71,59	89,23	64,06	-	34,74	85,23	-	-	-	71,75
Totales		65,33	30,56	48,09	67,22	87,04	54,58	65,08	87,7	61,23	85,99	46,87	83,85	69,62	84,22	67	71,75

Resultados de prendimiento temporada 2018, por predio y por especie

Resultados de prendimiento temporada 2017, por predio y por especie

Nº	PREDIO	Arroyán	Avellanillo	Laurel	Lingüe	Madroño	Olivillo	Puumo	Quillay	Roble	Mayo	Corcolén	Maquí	Boldo	Maitén	Culén	% predio
1	Agua Buenas (2,4 ha)	94,59	-	6963	7,56	92,05	51,59	52,29	88,25	56,02	-	22,96	47,54	-	-	-	59,14
2	Caimaco (9,1)	-	-	64,07	-	-	-	66,86	96,11	7,25	-	-	-	-	-	-	74,89
3	Caas Viejas (1,5 ha)	4983	-	47,39	78,92	99,7	81,44	85,61	91,36	55,03	-	53,77	87,22	-	-	84	67,87
4	Cayumanque (7,5 ha)	43,96	4807	5913	83,84	95,65	52,56	58,11	80,4	54,16	82,51	53,56	90,5	73,46	77,65	-	68,11
5	El Eucaipitus (2,1 ha)	76,53	-	28,45	53,76	93,94	49,59	56,34	99,43	81,26	-	-	89,89	-	-	-	69,91
6	El Pangal (10 ha)	68,41	36,19	35,34	48,53	86,42	63,23	66,29	94,94	59,71	-	39,09	91,6	-	-	-	62,7
7	Los Palcos (2,9 ha)	72,85	-	48,02	68,53	83,97	53,74	74,76	92,96	71,13	-	43,43	94,79	-	-	-	70,42
8	El Porvenir (1,5 ha)	72,85	-	31,65	62,33	86,86	51,18	67,44	96,58	66,27	-	-	93,94	-	-	-	69,9
9	El Futuro (1 ha)	39,71	-	27,33	66,61	87,63	34,93	50,15	70,48	40	-	-	91,82	-	-	-	56,52
10	La Matanza (10 ha)	56,9	21,72	54,23	67,91	92,01	70,12	57,46	94,94	60,36	-	50,67	90,86	-	-	-	65,2
11	El Peral (4,2 ha)	55,2	14,48	45,61	84,2	98,56	53,82	59,4	93,99	55,21	-	28,95	87,28	-	-	-	61,52
12	Las Pataguas (1,6 ha)	87,62	23,97	50,65	46,27	91,44	4,68	66,81	96,1	52,11	-	-	-	-	-	85	60,47
13	Locumba (12,2 ha)	85,18	7,25	43,72	79,09	93,82	71,29	75,74	-	76,21	94,42	75,12	94,45	79,12	92,1	91	80,29
14	Los Mearnos (1 ha)	60,94	-	36,19	61,67	83,97	43,96	87,11	94,1	61,29	-	40,2	-	-	-	-	63,27
15	Los Tases (3,2 ha)	68,57	-	67,47	93,09	87,11	65,15	75,12	91,79	62,94	81,34	83,69	87,71	-	-	-	78,54
16	Pelchoquín (2,8 ha)	82,52	-	-	65,15	-	-	82,84	81,56	83,97	34,74	86,86	-	82,52	-	-	75,02
17	Rukalaf (9 ha)	54,08	56,27	65,07	43,55	78,84	62,18	57,91	84,04	57,88	87,71	71,18	84,95	56,27	84,61	-	67,47
18	Santa Isabel (4,8 ha)	18,39	-	17,97	29,33	43,31	43,46	26,65	32,78	18,44	-	-	39	-	-	-	26,93
19	Santa Margarita (3,7 ha)	62,77	33,83	50,84	73,67	81,36	65,71	66,21	87,88	68,2	-	21,91	79,43	-	-	74	63,83
20	Santa Elena Alto (15,5 ha)	74,77	59,74	60,2	72,92	85,81	66,05	62,02	90,92	71,53	-	49,04	86,2	-	-	-	64,93
21	Santa Gertrudis (6,5 ha)	80,89	-	58,75	89,35	91,37	52,32	71,59	89,23	64,06	-	34,74	85,23	-	-	-	71,75
Totales		65,33	30,56	48,09	67,22	87,04	54,58	65,08	87,7	61,23	85,99	46,87	83,85	69,62	84,22	67	71,75

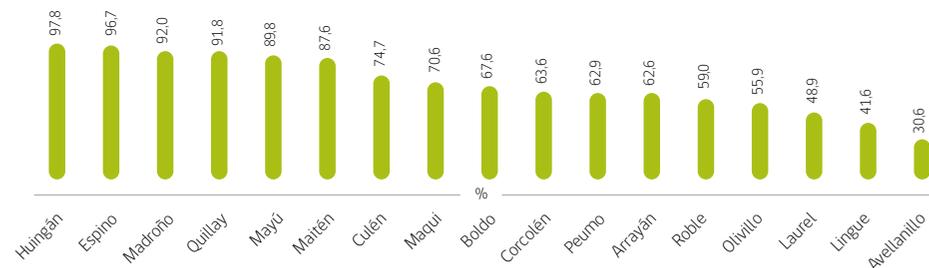
Sobrevivencia de especies por temporada



En el gráfico se muestran los resultados acumulados de prendimiento por especie, en las temporadas 2016 a 2018. Por el diseño variable de las acciones de restauración y disponibilidad de cantidad de plantas, no en todas las temporadas se utilizaron las mismas especies.

La especie que durante todas las temporadas obtuvo los mejores resultados fue el Quillay, con un promedio de 91,8% de supervivencia. De igual manera Huingán, Espino, Madroño, Maqui, Culén, Maitén y Mayú, presentaron muy buenos resultados de prendimiento. A partir de estos resultados, fue posible inferir que estas especies pioneras son relevantes para poder construir una primera cobertura, especialmente en sitios desprovistos de vegetación. Utilizando esquemas de plantación en núcleos, estas especies se constituyeron como la primera línea para iniciar el proceso de restauración en sitios con alto nivel de degradación.

Sobrevivencia por especie



La experiencia nos indicó que una vez establecidas estas especies pioneras, el siguiente paso es incluir especies como Boldo, Corcolén, Roble, Peumo, Arrayán.

Especies como Olivillo, Laurel, Lingue, solo deben ser consideradas en sucesiones más bien tardías, o en condiciones muy específicas de sitio en relación a humedad y sombra.

Proceso de reforestación paso a paso

1. Selección de sitios

La selección de sitios para acciones de reforestación era realizada el año anterior a la ejecución de la faena. Esto con el fin de contar con el tiempo adecuado para la gestión de procesos administrativos y planificación de las actividades a realizar.

La oportunidad de seleccionar un determinado sitio para ser incorporado al programa de restauración pasó básicamente por el interés demostrado por el propietario para disponer de terreno apropiado para realizar intervenciones de restauración.

La captación de los sitios se realizó a través visitas al territorio, a través de entrevistas con líderes locales, funcionarios municipales y propietarios beneficiarios en períodos anteriores, quienes por referencia indicaron a otros vecinos con interés de participar del programa. Junto a esto, se realizaron reuniones con diversas organizaciones sociales del territorio como Juntas de vecinos, asociaciones de agricultores, y otros órganos de la administración del estado como Municipalidades, CONAF, INFOR, INDAP, SERNATUR. El 50% de los sitios fue captado a través de contacto directo, es decir, por contacto con la personas que son propietarios de terrenos en la zona afectada por incendio Pichiqueime en 2012 o por los incendios de 2017, quienes mostraban un profundo interés en realizar acciones de restauración en sus terrenos y que están dispuestos a mantener el bosque nativo del sector para la conservación de la biodiversidad.

Un factor relevante en la captación de sitios para intervenir es que los propietarios dispuestos a facilitar sus terrenos, en su gran mayoría no vivían directamente del trabajo productivo del predio, es decir, poseían ingresos económicos alternativos al trabajo agrícola y/o forestal, y por otro lado, los que sí realizan explotación económica del terreno poseen suficiente superficie como para destinar una parte a la conservación.

En el proceso de captación se consideraron algunos aspectos genéricos como:

- La ubicación y delimitación clara en terreno y, junto al propietario, de los sectores por plantar. Además, se complementó esto con la confección de un plano georreferenciado general del predio con el detalle de los límites prediales,



ubicación del o los sectores de plantaciones a establecer, caminos, cursos de agua, área o sectores de protección, otras área productiva, infraestructura y disposición de cortafuegos.

- Suscripción de un acta de acuerdo con cada propietario, a través de la cual el propietario declaraba estar de acuerdo y conforme con las faenas silvícolas asociadas a la restauración de ecosistemas ejecutadas por el programa en su predio durante la temporada 2017. De igual manera, a través de este instrumento se autorizaba a los funcionarios/as de la Seremi del Ministerio de Medio Ambiente para ingresar al predio individualizado anteriormente, a efecto de realizar actividades de monitoreo a las acciones de restauración ejecutadas en la propiedad.
- Se definieron áreas de protección y conservación de manera de potenciar estos sectores la instalación de especies nativas que no serán de uso comercial, diferenciándolas de los sectores en que si se podrán extraer productos con aprovechamiento económico.
- La elección de sitio de plantación consideró la ubicación geográfica, la superficie, las condiciones del suelo, las condiciones climáticas, la disponibilidad de plantas por especie, los objetivos de manejo y cosecha y las posibilidades del propietario.
- Los terrenos para el establecimiento de plantaciones debían cumplir con la legislación vigente, privilegiando el establecimiento en terrenos de aptitud forestal o en suelos forestales sin involucrar la situación de bosques existentes.



Sector de reforestación en Lomas de Metrenco, Ránquil

2. Ejecución de procesos administrativos

Para ejecutar las acciones de reforestación y plantación, fue necesario por cada temporada gestionar y realizar una serie de trámites administrativos propios del estado para la provisión de los distintos servicios requeridos a través de licitaciones.

En términos generales los servicios licitados fueron:

- Servicio de producción de plantas nativas, descrito en el punto anterior
- Servicio de contratista forestal para el establecimiento de especies nativas, contemplando labores de preparación de sitio, control de especies exóticas, preparación de casillas de plantación, establecimiento de las plantas, fertilización, instalación de protección individual contra lagomorfos, control de malezas post plantación.
- Servicio de asesoría forestal para el seguimiento y control de las faenas de reforestación en terreno

Cada uno de estos procesos de licitación contemplaba los siguientes pasos para su total tramitación:

1. Elaboración de bases técnicas
2. Elaboración de bases administrativas
3. Revisión por parte de Administración y Finanzas Nivel Regional
4. Revisión por Administración y Finanzas Nivel Central
5. Revisión por departamento jurídico nivel central
6. Publicación de bases de licitación en www.mercadopublico.cl
7. Evaluación de ofertas por comisión regional
8. Adjudicación de oferta seleccionada
9. Firma de Contrato
10. Publicación de resolución de contrato



En promedio, tomaba alrededor de 5 meses la total tramitación de un proceso de licitación. Esto correspondió a un factor crítico del éxito de las faenas, toda vez que debía ser programado con la debida antelación para lograr corresponderse con los tiempos requeridos para la ejecución adecuada de las acciones, limitados a escasos 3 meses entre Mayo y Julio.

3. Diseño en detalle de la Reforestación

Para cada sitio incorporado al programa, se trabajó en el diseño en detalle de las acciones para reforestación siguiendo una secuencia de pasos:

1. Evaluación de regeneración natural de especies nativas: el primer paso era realizar una estimación del potencial de regeneración natural de especies nativas, con el fin de poder llegar a un N° estimado de plantas nativas en el sitio que estaban ocurriendo de manera natural. Esto es especialmente relevante, toda vez que la recuperación del bosque nativo de manera natural es la manera más eficiente de restauración tanto del punto de vista ecológico como económico. Al contar con la estimación de plantas nativas en regeneración natural, es posible estimar de buena manera el N° de plantas necesarias para reforestación (en caso de ser necesario), así como planificar de buena manera las acciones de manejo de la regeneración.

El método empleado para la estimación de regeneración natural correspondió a la realización de parcelas de 5 x 5 metros, distribuidas aleatoriamente en los sitios. En cada parcela se identificaba y contaba el N° y diversidad de especies nativas y exóticas. Posteriormente, los datos se extrapolaban a la superficie total, logrando así la estimación de plantas por hectárea.

2. Diseño de acciones de manejo de regeneración natural: Una vez estimado el N° de plantas en regeneración natural, el siguiente paso era el diseño de las acciones de manejo de la regeneración natural. Básicamente las acciones posibles a realizar eran dos: control de especies exóticas no deseadas para favorecer la regeneración, y manejo directo de los rebrotes de especies nativas. Estas acciones se describen en mayor detalle más adelante.

3. Diseño de acciones de manejo de especies exóticas: En base a los datos obtenidos de la evaluación de regeneración natural, era posible dimensionar la magnitud de la invasión de especies exóticas y en virtud a esto, proyectar

las acciones de manejo de especies no deseadas, en diferentes intensidades y estrategias de control de acuerdo a las especies presentes.

- 4. Distribución de faenas de roce:** Una vez definidas las acciones de control de las especies no deseadas, el siguiente paso era dimensionar las superficies afectas a faenas de roce, y proyectar el tipo de intervención, mecanizada, química o manual.
- 5. Cálculo de plantas por predio:** El siguiente paso, en función a los datos generados previamente, correspondía a calcular cantidad de plantas para reforestación.
- 6. Distribución de especies por predio:** Una vez definida la cantidad de plantas, y en función a las variables propias de cada sitio (exposición, cobertura, tipo de suelo), el siguiente paso correspondía a la definición del mix de especies a considerar para la reforestación. Este es un punto especialmente sensible, toda vez la elección de especies debe ser realizada en base a un análisis y conocimiento profundo de cada sitio y de cada especie.
- 7. Distribución de casillas:** Una vez definido el número de plantas, el siguiente paso era proyectar espacialmente la distribución de las casillas de plantación en el sitio, definiendo el tipo de intervención para su habilitación: mecanizada o manual.
- 8. Carta Gantt:** Teniendo ya la secuencia de acciones a realizar en cada predio/sitio, el paso final era traspasar toda esa información a una planificación en el tiempo para el seguimiento y control de las actividades

Una vez terminado el diseño de la reforestación, cada sitio quedaba registrado con su plan específico para el predio, el cual era traspasado al contratista encargado de la ejecución de las faenas, bajo la supervisión directa del asesor forestal del programa.



Medición de regeneración natural, sector la Palma, Florida



4. Faenas de preparación de sitio

Las actividades vinculadas a la preparación de sitio contemplaron las siguientes etapas:

1. Roce de especies exóticas no deseadas
2. Habilitación de casillas de plantación

Roce de especies exóticas no deseadas

Se consideró que la superficie a despejar de especies exóticas no deseadas fuese la mínima, debido que al despejar totalmente de vegetación una superficie, se la expone a la erosión si no es repuesta prontamente una cubierta vegetal. No es conveniente eliminar el 100% de cobertura, aún si se trata de especies exóticas.

La faena en sí correspondió a la extracción, ordenamiento y/o astillado de los desechos de especies exóticas que han invadido el sector a intervenir. Esto implicó la extracción de regeneración de pino, de aromo y eucaliptus, zarzamora, retamilla y en algunas circunstancias aisladas se definió el roce de quila. En la ejecución de estas actividades se utilizaron medios mecánicos (desbrozadora, motosierra), manuales (rozón, hachas) y/o químicos.



Labores de roce de especies exóticas

Habilitación de casillas de plantación

Se contempló un trabajo intensivo en la preparación de casillas de plantación, con el fin de lograr el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo en los distintos rodales:

- Mejorar la capacidad de agua aprovechable del suelo
- Disminución de la compactación generada por anteriores prácticas de manejo
- Favorecer la infiltración de agua
- Favorecer el crecimiento inicial de la plantación.

La preparación intensiva de casillas, resultó un factor determinante en el éxito de las reforestaciones. **Es de suma importancia dedicar el tiempo y recursos necesarios para la preparación de sitio**, y no minimizar su efecto, el cual sin duda es fundamental para obtener buenos resultados.

El tipo de casilla de plantación fue variable, dependiendo de las condiciones específicas de cada rodal.

Casilla manual:

Correspondió al cultivo manual de suelo realizando un cultivo de 45 x 45 x 45 cm, lo que equivale a 0,09 m³ de suelo cultivado. La casilla se orienta transversal a la pendiente dejando un pequeño talud en su parte superior. Se utilizó esta preparación de sitio preferentemente en sitios de topografía irregular y de difícil acceso.

Casilla mecanizada con Retro-excavadora:

Correspondió al cultivo realizado por maquinaria pesada con balde convencional de 55 x 90 x 80 cm. realizando un cultivo 0,40 m³. Para este tratamiento se utilizó maquinaria pesada Retroexcavadora marca Terex modelo TX 750, con tracción 4x4 montada sobre neumáticos, lo que permitió que pudiese acceder a sitios de mayor dificultad.

Casilla mecanizada con Excavadora:

Correspondió al cultivo realizado por maquinaria pesada con subsolador (tridente) de 120 x 100 x 40 cm. realizando un cultivo aproximado de 1,00 m³. Para el traslado a predio se requirió utilizar camión cama baja, lo que hace restrictivo la utilización en predios de difícil acceso, al interior del predio se mueve con su tren de rodaje compuesto por conjunto de zapatas de 600 mm. Este tipo de rodado produce menor impacto al suelo pero entrega menos versatilidad para el desplazamiento a pendientes no mayores a 30 %.



Independiente del tipo de casilla utilizado, un factor de gran relevancia correspondió a la preparación con anticipación de estas. Mientras antes en la temporada se pudo hacer la preparación de sitio, los resultados eran mejores, toda vez las casillas cumplían una función de acumulación de agua, la cual era mayor mientras más tiempo estuviese habilitada previo a la plantación.



Plantación de especies nativas en sector La Tuna, Florida

5. Faenas de Establecimiento de plantas

Las actividades vinculadas a establecimiento se asociaron a las siguientes etapas/faenas:

1. Traslado de plantas
2. Plantación
3. Control de malezas post plantación

1. Traslado de plantas:

Las plantas eran retiradas desde vivero y trasladadas en camión cerrado procurando su protección del viento y lluvia. Se coordinaba con el vivero el retiro programado de acuerdo al avance de la plantación, con el fin de asegurar una **permanencia de las plantas no mayor a 24 horas en terreno previo a plantación.**

Es especialmente importante que el traslado de las plantas se realice directamente a cada sitio de plantación, según el requerimiento de cada predio. En vivero se debe preparar el despacho en cajas plantadoras de 100 plantas, con el mix de especies para cada sitio ya realizado. De esta manera al llegar a terreno los operarios toman una caja y se van directo a sitio. Como las plantas ya están mezcladas en cada caja, el trabajador no tiene la necesidad de estar preparando la distribución, y se asegura que la dispersión de especies dentro de cada predio sea lo más heterogénea posible, asemejando de mejor la forma la distribución natural en el ecosistema.

2. Plantación:

Para asegurar una distribución adecuada de las especies al interior del rodal al interior de las cajas de plantación se colocaron plantas de distintas especies de acuerdo a los requerimientos de sitio y características que presente cada una de éstas (suelo, cercanía con cursos de agua, pendiente, exposición, entre otros).

La actividad de plantación consideró 3 sub-actividades:

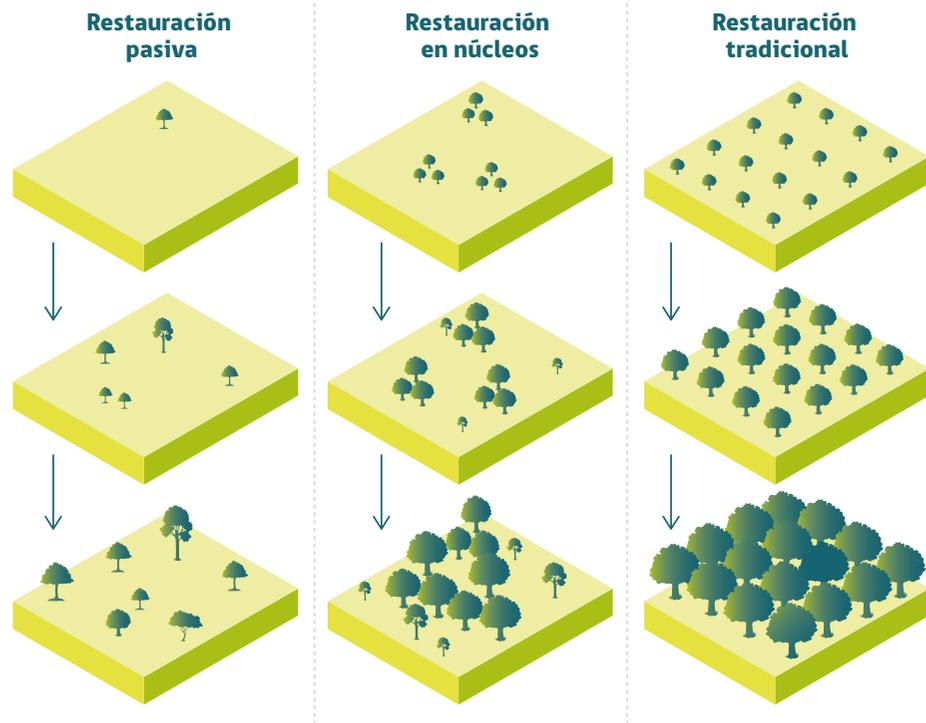
a. *Instalación de plantas:*

Correspondía a la colocación de las plantas dentro de la casilla previamente construida. Esta acción se realiza con pala plantadora con el fin de mullir nuevamente el suelo, ubicando la planta en el centro de la casilla, teniendo especial cuidado en dejar bien sujeta al suelo sin raíces expuestas.

En las distintas temporadas se realizó plantación en dos sistemas: individual y en núcleo.

La *plantación en núcleo*, implicó la instalación de grupos de 3 a 6 plantas por casilla, de especies diferentes, distribuidos heterogéneamente en el rodal. Esto con el fin de recrear una situación más cercana a la que ocurre de forma natural, con distintas especies creciendo cercanas entre sí. No existe un orden pre-establecido y la ubicación de las plantas está dada por el azar.





La *plantación individual*, corresponde a la manera tradicional de plantación utilizada por los sistemas productivos. Implicó la instalación de solo una planta por casilla, distribuidas heterogéneamente en el rodal.



Plantación de especies nativas en núcleo

b. Aplicación de fertilización de establecimiento:

Esta actividad se realizaba simultáneamente con la plantación. Correspondió a la inyección en el suelo de una dosis de 20 gramos de fertilizante por planta, directamente al interior de la casilla de plantación antes de instalar la planta o bien a un costado de esta a una distancia de entre 10 a 15 cm. El fertilizante utilizado fue de liberación prolongada, con una composición de:

Nitrógeno Total	12%
Nitrógeno nítrico	5%
Nitrógeno amoniacal	7%
Fosforo P2O5	11%
Potasio K2O	18%
Magnesio MgO	2,7%
Azufre S	8%
Boro B	0,015%
Fierro Fe	0,2%
Manganeso Mn	0,02%
Zinc Zn	0,02%

c. Instalación de protectores:

Correspondió a la instalación individual de un protector por cada planta, con el fin de otorgar protección contra posible ataque de lagomorfos y otras faunas herbívoras, además de protección contra heladas y mayor estabilidad estructural para resistir a condiciones ambientales extremas.

Durante las distintas temporadas de reforestación, se privilegió el uso de protectores reutilizados de temporadas anteriores, para ello se retiraban protectores de plantas que no prendieron.



Peumo (Cryptocarya alba) con protector individual

3. Control de Malezas Post plantación:

Durante los meses de Octubre - Noviembre de cada temporada, se realizó eliminación de especies exóticas invasoras y que estén en directa competencia con las plantas.

El control se llevaba a cabo de forma manual alrededor de la planta, limpiando además al interior del protector y la taza exterior. En esta actividad se utilizaron herramientas manuales raspantes y mecanizadas cortantes como desbrozadoras.



Faena de control de malezas post - plantación

6. Costos

Los costos de establecimiento de plantaciones forestales tradicionalmente están dados por los valores comerciales que puedan tener las grandes empresas forestales con especies exóticas, y a modo de referencia los valores que se establecen a través del DL 701 en las tablas de costos que año tras año establece la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Sin embargo, para el caso de acciones de restauración con bosque nativo no existía un referente claro y preciso de los costos involucrados.

En base a los diversos contratos asociados a las actividades necesarias para la reforestación celebrados por el programa durante su ejecución, el costo promedio de reforestación por hectárea se puede desglosar de la siguiente manera:

Partidas presupuestarias consideradas

- Colecta de semillas y Producción de plantas.
- Preparación de sitio: roce de especies exóticas no deseadas.
- Preparación de sitio: manejo de regeneración natural de bosque nativo.
- Preparación de sitio: realización de casillas manuales para plantación.
- Preparación de sitio: realización de casillas mecanizadas para plantación.
- Plantación de especies nativas, incluyendo mano de obra, traslado de plantas y equipos, protección contra lagomorfos y fertilización.
- Control de malezas post plantación.

Costos promedio

- Valor promedio por planta nativa producida para reforestación: \$475.
- Densidad promedio por hectárea: 1.000 plantas/Ha.
- Valor total por 1.000 plantas/Ha: \$475.000.
- Valor promedio de faenas de preparación de sitio, plantación y control de malezas post plantación: \$ 2.731.250/ Ha.
- Valor promedio por hectárea de reforestación: \$3.206.250.



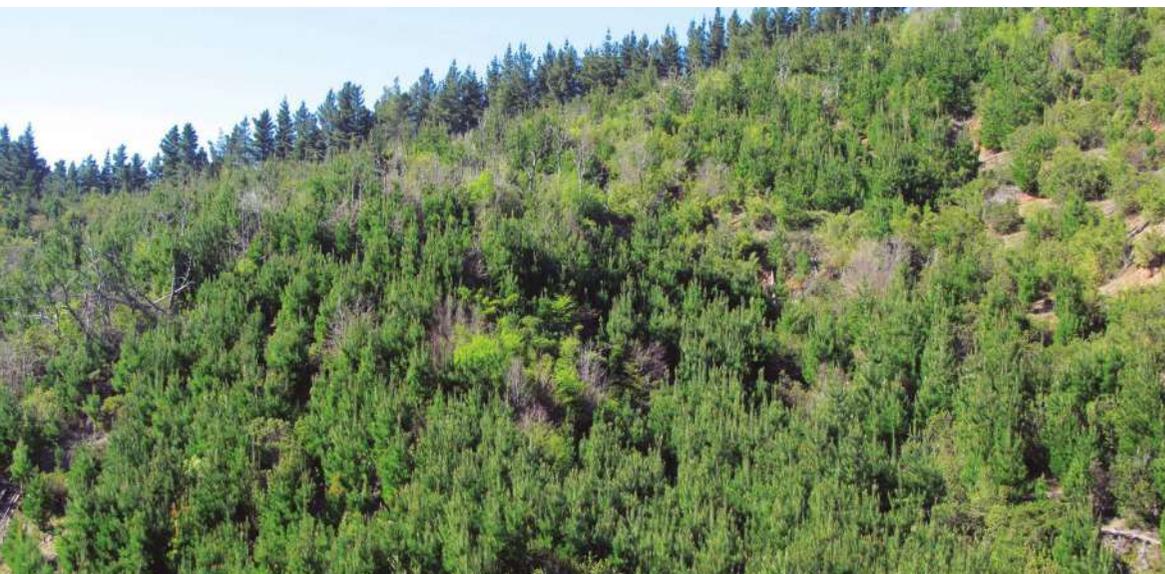
Sector de reforestación en Santa Margarita, Ránquil

Junto con las faenas de plantación de especies nativas, las acciones de **Manejo de regeneración natural de bosque nativo y control de especies exóticas**, resultaron fundamentales para la recuperación de los terrenos en restauración.



El control de especies exóticas y manejo de regeneración natural corresponde a una estrategia de restauración de mucho menor costo que las acciones de reforestación. Sin embargo, para que esta estrategia sea exitosa, debe darse la condición de que exista regeneración natural de especies nativas en magnitudes suficientes como para permitir la recuperación del ecosistema por esta vía.

Por otra parte, en gran parte de los casos donde hay regeneración natural de especies nativas, existe una alta regeneración de especies exóticas con alto poder de invasión, las que dado su alto poder de crecimiento y cobertura en comparación con las nativas, terminan suprimiendo el potencial de regeneración.



Regeneración de Pino (Pinus radiata) en conjunto bosque nativo

A través del control de la competencia de las especies no deseadas, el potencial de regeneración del bosque nativo se manifiesta de manera mucho más plena que en condiciones donde este no se realiza. Es sorprendente la capacidad de persistencia de las especies nativas, y a través de este manejo los resultados fueron muy promisorios.

En los sitios donde se pudo constatar esta condición, se ejecutaron faenas de manejo de la regeneración natural, principalmente a través del control de la competencia de especies exóticas no deseadas, y en menor medida a través de la intervención directa en los rebrotes de especies nativas.

La labor de control consistió en la extracción y/o eliminación de especies exóticas al interior del rodal y el ordenamiento de los desechos o incorporación de éstos al suelo

cuando sea posible. Esto implicó la extracción de regeneración de principalmente pino, aromo, eucalipto, zarzamora y retamilla. En ciertos rodales se dejaban algunos individuos adultos o bosquetes en pie los que están destinados a dar cobertura y protección a sectores con alto nivel de erosión. En la ejecución de estas actividades se utilizaron medios mecánicos (desbrozadora, motosierra) y/o manuales (rozón, hachas).

A partir de las actividades de control se generaba gran cantidad de desechos vegetales, los que eran dispuestos de distintas maneras, de acuerdo con las condiciones del sitio en intervención y el tamaño de estos.

Astillado de desechos vegetales

En los sitios que la cantidad de material y las condiciones de acceso para equipos móviles lo permitió, se realizó el astillado del material, lo que comúnmente se denomina "chipeado". En este caso el desecho se procesa con una trituradora mecanizada para transformar las ramas en astillas de entre 2 a 5 cm de largo. El material obtenido era depositado en casillas de plantación y/o distribuido al interior del rodal con el fin de ayudar a la incorporación de Materia Orgánica. La acción de triturar los desechos, se debe realizar con el material lo más seco posible, de esta forma se facilita el trabajo de la trituradora y se evita que el material vegetal pueda iniciar su proceso de descomposición en forma anticipada a lo deseado.

Sin duda, esta práctica corresponde a un factor que genera alto valor, toda vez que la incorporación de Materia Orgánica y cubierta protectora en las casillas en forma de mantillo o mulch genera una serie de condiciones muy favorables para el establecimiento y/o regeneración de las plantas.

Sin embargo, esta acción presenta algunos inconvenientes, ya que es una faena de muy bajo rendimiento. Un alto porcentaje de los sitios intervenidos tenían difícil acceso y no era posible llegar con la astilladora a todos los rodales. De igual manera, los accesos complejos implicaban que no es posible utilizar maquinaria de mayor tamaño, la que podría contribuir a mejorar el rendimiento. Además es importante señalar que el ingreso a las áreas de restauración de maquinaria podría dañar parte de la regeneración natural de especies nativas que se encuentran germinado naturalmente, por ello se restringe el acceso de vehículos y se privilegia el tránsito de personas. A pesar de esto, creemos que es una acción **muy relevante de considerar e implementar en el diseño de plantaciones con especies nativas.**





Astillado de desechos vegetales

Ordenamiento de desechos

En los sitios de mayor dificultad de acceso y donde no pudo ingresar el equipo de astillado, el material era ordenado en curvas de nivel al interior del mismo rodal. Este tipo de acciones protege el suelo ya que restringe la escorrentía superficial y aumenta la infiltración del agua que proviene de sectores más altos. De igual manera, la disponibilidad de material en descomposición atrae a insectos, micro fauna y microorganismos que contribuyen a la incorporación de Materia orgánica de vuelta al suelo.



Ordenamiento de desechos en curvas de nivel

Otra acción realizada correspondió al manejo de rebrotes de especies nativas. Básicamente, las acciones tuvieron que ver con el manejo directo de la regeneración, a través de la poda de vástagos de árboles/arbustos que se encontraban con gran cantidad de nuevas ramas. En estos casos, se procedió a disminuir el número de vástagos por individuo, a través de una poda selectiva, con el objetivo de potenciar el desarrollo de un número menor de estos y lograr una recuperación en menor tiempo.

Se contempló el corte de vástagos o retoños de tocón, privilegiando que quedaran los de mejor forma y vigor, tratando de que queden homogéneamente distribuidos 2 o 3 por tocón o cepa. Para efectos de corte de los vástagos indeseados, se utilizaron medios mecánicos (motosierras) y/o manuales (hachas, machetes, tijeras podadoras). Los vástagos cortados, fueron tratados como desechos utilizando las mismas técnicas de manejo de desechos descrita anteriormente.

Si bien esta es una buena práctica que demostró una alta efectividad, posee el inconveniente de su alto costo cuando se contempla la intervención de superficies extensas y de difícil acceso.



Sector con manejo de rebrotes en Santa Gertrudis, Quillón

Paralelo a las acciones de mayor escala de intervención, el programa fue desarrollando una serie de actividades complementarias asociadas al componente de recuperación de la vegetación nativa, entre las cuales cabe destacar:



Piloto establecimiento de frutales con fines de restauración de ecosistemas

El objetivo de esta acción fue incorporar variables productivas a las acciones ya realizadas de restauración y reforestación con especies nativas, incorporando árboles frutales en baja densidad, combinados con especies nativas.

El establecimiento de los frutales fue realizado a través de tres eventos comunitarios, donde gracias al apoyo de la comunidad local y voluntarios se plantaron 225 árboles en 3 sitios piloto de la comuna de Florida. Hubo un alto interés y entusiasmo de parte de los voluntarios para participar en estas jornadas. Asimismo, fue destacable la alegría y satisfacción de parte de los propietarios de recibir a personas dispuestas a trabajar y apoyar sus proyectos locales de restauración.

A través de la incorporación de especies productivas en pequeñas densidades, se logró establecer superficies mixtas, que combinaron tanto especies nativas como frutales. Estos mosaicos resultan especialmente relevantes en zonas de transición entre áreas de conservación y producción, toda vez que representan una actividad productiva a menor escala que las tradicionales hoy día en el campo.

Por otra parte, para los propietarios fue de alto valor el considerar especies frutales dentro de los diseños de las acciones de restauración, ya que aporta valor a los nuevos sitios en recuperación. El poder contar con alternativas productivas compatibles con la restauración es un aporte relevante a la economía local.



Voluntarios en establecimiento de Frutales, Florida

Adquisición de 975 dispositivos incubadores de plantas biodegradables con depósito de agua

Por las condiciones propias del territorio del ecosistema Cayumanque, donde los veranos calurosos y secos afectan directamente la sobrevivencia de las plantas por falta de agua y excesiva radiación solar, el programa consideró necesaria la evaluación de sistemas alternativos al de riego, de bajo costo e implementación. El probar y evaluar nuevas tecnologías que permitan acceso a agua para las plantas nativas durante los periodos críticos de sequía durante el verano, formaron parte de las acciones realizadas por parte del programa Cayumanque, con el fin de conocer, evaluar y compartir resultados con la comunidad y público de interés.

En este contexto, el programa adquirió 975 dispositivos incubadores de plantas biodegradables con depósito de agua, con el fin de realizar ensayos de reforestación con especies nativas en el secano interior de las regiones de Biobío y Ñuble.

Los dispositivos probados correspondieron a los denominados Growboxx. Estos incubadores se ofrecen en el mercado como una alternativa para plantar árboles y verduras de una manera eficiente y ahorrando agua. Esta El incubador es fabricado de pulpa de papel reciclado y se puede usar para plantar una sola vez. El uso de pasta de papel tiene como impacto una disminución considerable en el costo de fabricación y por ende un precio de costo bajo, convirtiéndolo en una solución asequible.

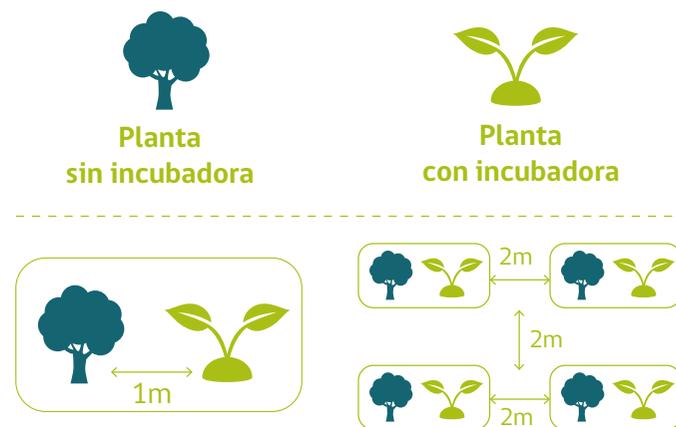


Incubador de plantas



De acuerdo con las instrucciones del proveedor, los arboles fueron plantados directamente al suelo a través de la abertura central de la caja. Tanto las semillas como las plantas se desarrollan en forma hidropónica aprovechando la reserva de agua de la caja. Después de 6 meses las raíces alcanzarían el fondo de la caja ya en proceso de biodegradación, traspasarán fácilmente el cartón y se arraigarán al suelo natural. La incubadora dispone de un sifón para facilitar la recolección del agua de lluvia y así auto rellenar su depósito.

En base a esto, se proyectó una serie de ensayos de plantación en el dispositivo, en 8 sitios diferentes de predios adscritos al programa Cayumanque. En cada sitio se realizaron 6 repeticiones de 11 diferentes especies cada una, donde se colocaba una planta en el dispositivo, y separada a un metro de distancia una planta sin dispositivo, plantada de la manera tradicional del programa. Este esquema se repetía cada 2 metros.



Diseño de ensayo con incubadores

Las especies utilizadas en el ensayo fueron: Arrayán, Corcolén, Espino, Huingán, Roble, Olivillo, Peumo, Mayo, Maqui, Madroño, Laurel.

Si bien existían grandes esperanzas en los resultados posibles de lograr con los dispositivos, la realidad mostró que no existieron diferencias significativas con el método tradicional de plantación. Incluso en algunos sitios, el método tradicional resultó más exitoso que el incubador, principalmente debido a la deformación de la cámara de agua del dispositivo, y el consiguiente daño a la planta. De igual manera, se pudo constatar que el dispositivo no cumplió con la retención de agua señalada, perdiéndose esta en pocas semanas.

En conclusión, de acuerdo a la experiencia del programa, no parece recomendable invertir en este tipo de dispositivos para la zona del ecosistema Cayumanque, toda vez que el sistema tradicional es más eficiente, y de menor costo.

Adquisición de Drone

A través de la adquisición de un dispositivo aéreo que vuela sin tripulación - Drone - esta acción tuvo como objetivo mejorar y modernizar el registro de las acciones de restauración, a través de la toma de imágenes aéreas y de elaboración de cartografía actualizada de las acciones de restauración de ecosistemas realizadas entre los años 2013 - 2018 en los predios adscritos al programa Cayumanque.

Si duda que esta herramienta tecnológica corresponde a un gran aliado para el monitoreo y registro de las acciones de restauración. En base a la experiencia del programa, creemos que es un elemento indispensable a considerar en futuros programas de restauración.





Imagen aérea capturada con dron, sector Locumba, Quillón

Finalmente, ya en los últimos años del programa, las acciones tuvieron relación con el análisis de resultados y medición de prendimiento de las acciones de reforestación, así como de limpieza de residuos generados a partir de las acciones de reforestación

Estudios de prendimiento y análisis de resultados

Para cada temporada de reforestación, se realizaron estudios de prendimiento, o de sobrevivencia de las plantas en la temporada siguiente.

Los datos eran colectados entre los meses de abril a junio de cada temporada de medición, y en base a ellos, se obtenían los porcentajes de prendimiento totales por temporada, así como también desagregados por predio y por especie.

La metodología ocupada en las temporadas 2016 y 2017 consistió en mediciones en base a parcelas circulares de 250 m². El método utilizado era un Muestreo Aleatorio Simple (MAS). En cada uno de los sitios muestreados se tomaban datos que tenían que ver con el número de plantas vivas y muertas encontradas y se incluían también observaciones cualitativas, principalmente de la cantidad de regeneración natural que proliferaba después del incendio, tanto de especies nativas como exóticas, y del estado de las protecciones.

Para los resultados de la temporada 2018, se decidió realizar una medición más completa de los resultados, para lo cual se cambió la metodología utilizada en los años anteriores. La nueva metodología contempló el cálculo de tamaño muestral por cada especie plantada en el rodal en función al número de plantas establecidas en el sitio, a un nivel de confianza del 95% y a un 5% de margen de error. En términos concretos, esto se traducía en una cantidad de plantas por especie que había que muestrear en cada sitio, y registrar su condición viva o muerta. La sumatoria de la muestra por cada especie daba el total de la muestra por el predio/sitio en evaluación.

Si bien este método significaba un esfuerzo enorme en términos de muestreo en terreno, por el número mayor de muestra por predio, los datos obtenidos eran mucho más precisos, dada la composición multi-especie de las faenas de reforestación. Por otra parte, nos permitió obtener datos valiosos sobre el comportamiento de cada una de las especies consideradas en las plantaciones.

En 2019, se homogenizó la toma de datos bajo esta metodología, aplicándola a las temporadas 2016 y 2017. Esto significó realizar nuevamente campañas de terreno para los sitios ya medidos, pero permitió estandarizar la medición y resultados del programa en estas acciones.



Medición de prendimiento, sector la Tuna, Florida



Extracción protectores

Más de 450.000 protectores de polipropileno fueron utilizados en las faenas de reforestación del programa. Si bien estos cumplieron una labor fundamental sobre todo durante la primera temporada de las plantas, luego del segundo año, su tarea ya estaba cumplida. Esto significó la necesidad de retirar la mayor cantidad posibles de estos dispositivos, con el fin de reducir la contaminación generada, y al mismo tiempo poder recuperar la mayor cantidad con fines de reutilización en otras faenas que los requieran.

Durante las faenas de retiro, se pudo constatar que con 2 a 3 temporadas el protector deja de ser funcional, toda vez que pierde sus características estructurales y comienza a desintegrarse. Por esta razón, más del 70% de los protectores utilizados y que fueron retirados desde los predios no estaban en condiciones de ser reutilizados y su disposición final tuvo que ser en vertedero.

Por otro lado, el 30% de protectores que se encontraron en condiciones de reutilizarse fueron recuperados y dispuestos para reutilización y donación a otras organizaciones que se encuentran realizando programas de plantación de especies nativas, en distintas áreas del territorio.



Jornada de inicio de plantaciones 2018

3. Viabilidad de recuperación de fauna local

La fauna local es uno de los componentes de la biodiversidad que sufren un alto nivel de afectación ante un incendio forestal. Muchos pequeños mamíferos e insectos no poseen la capacidad para poder escapar del fuego. Mamíferos de mayor tamaño eventualmente pueden escapar, pero ven duramente afectado su hábitat. En el caso de las aves, algunos carroñeros sacan provecho de los cadáveres, pero la gran mayoría se ve forzada a emigrar y buscar los medios para sobrevivir en otros espacios.

Ante ese escenario, la apuesta del programa se orientó hacia el trabajo de planificación para la conservación con propietarios del Cerro Cayumanque, con miras a definir áreas de preservación que permitieran generar condiciones para el retorno seguro de la fauna.

Plan de gestión para la biodiversidad del Ecosistema Cayumanque

Los Planes de Gestión para la biodiversidad del Ecosistema Cayumanque correspondieron a un gran esfuerzo de planificación público - privada con el fin de poder contar con un plan maestro para la conservación de la biodiversidad del territorio.

A través de este ejercicio de planificación se buscó identificar los valores de conservación y estrategias que permitan disminuir las principales amenazas a la biodiversidad, junto con involucrar a los diferentes actores públicos y privados para asegurar su implementación.

Para la formulación del plan, elaborado con la asesoría del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), se constituyó un Equipo Núcleo de planificación que estaba conformado por profesionales del equipo técnico de la seremi de medio ambiente y profesionales de otros servicios públicos que tienen directa incidencia en las acciones desarrolladas o potenciales de desarrollar en el ecosistema Cayumanque. Complementario al equipo núcleo, se constituyó un Equipo de Planificación Ampliado con diferentes actores territoriales: propietarios que habitan dentro del Cerro Cayumanque, servicios públicos, municipios, empresas forestales, empresas de turismo, propietarios de antenas y organizaciones de base.



La labor de estos equipos de planificación fue elaborar un Plan Maestro para la Conservación del Ecosistema Cayumanque a nivel general y cinco planes de gestión de la biodiversidad para cinco predios de la parte alta del cerro Cayumanque.



Comunidad local en proceso de planificación

La **visión** fue construida durante las sesiones del Equipo de Planificación Ampliado y luego validada por los actores territoriales que participaron del proceso de planificación. Esta quedó definida como:

“El ecosistema Cayumanque es un Área Protegida Privada destinada a la conservación y protección efectiva del bosque nativo, los animales y el agua. La biodiversidad, el paisaje y sus servicios ecosistémicos son reconocidos y valorados por toda la comunidad, se desarrollan acciones entre diversas instituciones de manera colaborativa y coordinada en el marco de un ordenamiento territorial consensuado entre los diversos actores locales para disminuir las amenazas, restaurar el ecosistema y sus servicios, junto con desarrollar una agricultura y turismo sustentables, investigación científica y educación ambiental”.

Para el ecosistema Cayumanque se definieron cuatro valores de conservación que aseguran la conservación de la biodiversidad presente en el ecosistema Cayumanque y la provisión de agua en calidad y cantidad. Para cada uno de ellos definieron sus respectivos objetivos de manejo.

Tabla. Valores de conservación con sus respectivos objetivos de manejo.

Valor de conservación	Objetivo de manejo
Bosque nativo	Para el año 2050, el bosque nativo ha aumentado su superficie en 100 hectáreas dentro de la cabecera de las cuencas del ecosistema Cayumanque.
Vegetación nativa ribereña	Para el año 2050, la superficie de la vegetación nativa ribereña en una franja de 20 metros alrededor de los esteros del ecosistema Cayumanque ha aumentado en un 30%.
Hongos	Para el año 2050, se mantiene la diversidad de hongos en el ecosistema Cayumanque.
Guiña	Para el año 2050, se mantiene la población de guiña en el bosque nativo del ecosistema Cayumanque.



Junto con los valores de conservación, se identificaron de manera paralela las principales amenazas a estos:

<p>Incendios Forestales</p>	<p>Tala ilegal de bosque nativo</p>	<p>Presencia de especies vegetales invasoras</p>
<p>Cambio Climático</p>	<p>Extracción de hongos comestibles</p>	<p>Presencia de animales domésticos</p>
<p>Presencia de visitantes ilegales</p>		

En lo programático, el plan se estructuró en base a cuatro componentes:

1. Línea de base de flora, fauna y hongos del Ecosistema Cayumanque
2. Propuesta de delimitación del sitio prioritario de conservación
3. Zonificación del sitio prioritario de conservación
4. Programas de manejo

La **línea base de flora, fauna y hongos del ecosistema Cayumanque** consistió en un estudio profundo de la diversidad de especies en el territorio.

Respecto a la diversidad de Flora, se realizó la prospección florística en 41 parcelas, más 33 puntos distribuidos en distintas formaciones de ocupación del territorio. A partir de estos muestreos se registró la presencia de 376 especies. De las especies encontradas, 246 corresponden a especies nativas (65.4 %), de las cuales 91 son endémicas de Chile. Un 34.3% de las especies presentes en Cayumanque son introducidas, varias de las cuales se encuentran catalogadas como especies invasoras para el país.

En relación al hábito de las especies, el 71.8% de las especies registradas corresponde a hierbas (con 270 especies), mientras que el segundo tipo de hábito con más riqueza de especies es el arbustivo, con 56 taxones.

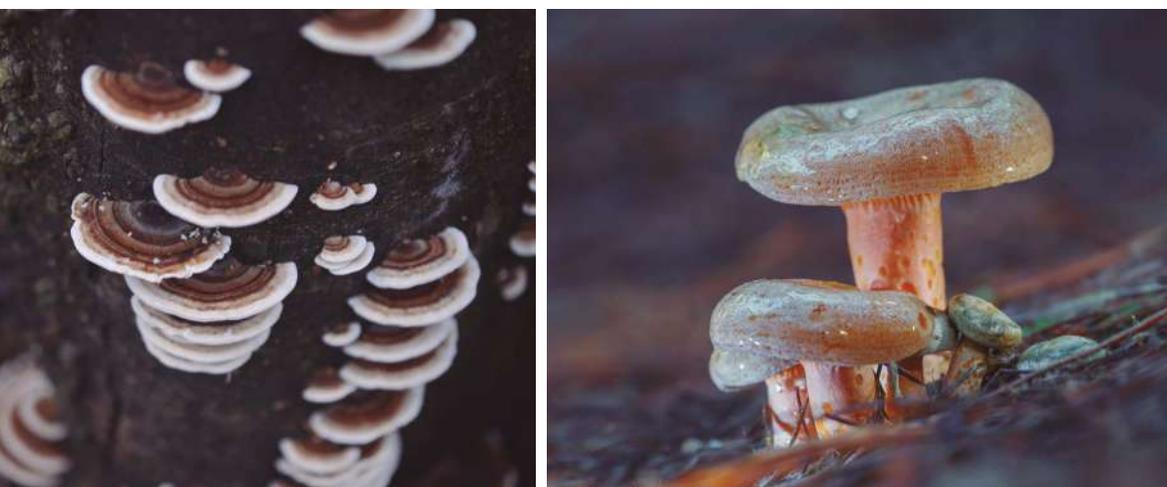
Respecto a la diversidad de Fauna, se realizaron dos campañas de terreno al cerro Cayumanque realizadas en Octubre y Diciembre del año 2017, en las cuales se detectaron 45 especies de aves, 4 especies de reptiles, 4 especies de anfibios, 4 especies de micro mamíferos y 6 especies de mamíferos. A través de trampas cámaras se detectaron las siguientes especies de mamíferos: Chingue, (*Conepatus chinga*), Conejo (*Orictolagus cunicula*), Zorro (*Lycalopex griseus*), Guiña (*Leopardus guigna*), Pudú (*Pudu pudu*) y Quique (*Galictis cuja*).



Lechuza Blanca (Tyto alba)



Respecto a la diversidad de **Hongos**, se registraron 117 especies en el área de estudio, los que fueron identificados a nivel específico en el 60,7% de los casos (71 especies), mientras que el 39,3% restante (46 especie) fue identificado a nivel genérico.



Hongos del ecosistema Cayumanque

Para la **definición de los límites del Sitio Prioritario de conservación del Ecosistema Cayumanque**, esta se realizó en base a un enfoque ecosistémico, el cual se basó en la delimitación de las cuencas del cerro Cayumanque y la red hídrica a la cual drenan los esteros que nacen en el cerro Cayumanque.

Los límites del Sitio Prioritario Ecosistema Cayumanque se definieron como las cuencas del cerro Cayumanque y la red hídrica a la cual drenan los esteros que nacen en el cerro, quedando definidos por el Este con el Río Itata, por el Norte por los límites de las cuencas que drenan hacia el estero Ranquil y el estero Venenuque, por el sur

con el Estero Coyanco y por el Oeste por el límite de las cuencas que tributan al estero el Milagro, alcanzando un total de **8.900 hectáreas aproximadas**.

Finalmente, los **programas de manejo** para la conservación de la Biodiversidad del ecosistema Cayumanque fueron elaborados en base a las "estrategias de amenazas". Para esto se seleccionaron cada una de las amenazas y sus determinadas estrategias, y se definieron un conjunto de actividades que en conjunto permitan disminuir las amenazas.

Algunas de las actividades que surgieron del proceso de planificación de los programas de manejo:



Amenaza: Incendios Forestales

Estrategia	Actividades
Manejo del sitio o área	Manejo y control de especies invasoras a través de la corta selectiva, en zonas con alta cobertura de especies invasoras (aromo y pino) localizados en las cabeceras de las cuencas de la zona de recuperación de la zonificación y bordes ribereños.
	Corta selectiva en zonas con plantaciones de pino y eucaliptus (reconversión) localizados en las cabeceras de las cuencas de la zona de
Control de incendios forestales	Desarrollar y aplicar un programa de prevención orientado a visitantes, comunidades aledañas y áreas de influencia.
	Patrullaje preventivo en el cerro Cayumanque y zonas aledañas de mayor riesgo de incendios.
	Incorporación del Sitio Prioritario Ecosistema Cayumanque al sistema de Prognosis de Riesgos de Incendios Forestales para Áreas Silvestres Protegidas.
Políticas y reglamentos	Establecer una Ordenanza Municipal para sancionar el uso del fuego, quema de residuos y disposición de desechos en el Ecosistema Cayumanque





Amenaza: Corta ilegal de bosque nativo

Estrategia	Actividades
Restauración del hábitat y de los procesos naturales	Promover la conservación y recuperación de pequeños fragmentos de bosque nativo cercanos a Cayumanque, junto con la conservación y restauración de borde ribereños que se conecten con el bosque nativo y humedales de Cayumanque como corredores biológicos
Concientización y comunicación	Desarrollar e implementar una campaña comunicacional para la comunidad aledaña, Municipios de Quillón y Ránquil que informe sobre el comercio ilegal de leña, sus efectos sobre el bosque nativo y fomente la compra de leña certificada.
Fiscalización y control	Efectuar patrullajes preventivos por CONAF para fiscalizar guías de libre tránsito.
	Efectuar patrullajes preventivos por carabineros para el control de documentación al día de vehículos de carga.
Sustento, economía y otros incentivos	Coordinar los servicios públicos con el sector privado para el fortalecimiento y desarrollo económico dentro y en las zonas aledañas al ecosistema Cayumanque como una alternativa al comercio ilegal de leña.
	Incentivar y asociar a propietarios de bosque nativo para utilizar especies del BN como productos forestales no maderables.



Amenaza: Invasiones de especies exóticas

Estrategia	Actividades
Control de especies invasoras o problemáticas	Elaborar e implementar un plan para el control de especies invasoras de largo plazo.
	Realizar un control mecánico dirigido, entre otras acciones de manejo en las cabeceras de las cuencas y bordes ribereños.
	Aprovechar la biomasa de las especies extraídas para leña u otros productos
Desarrollo de alianzas y asociaciones	Realizar alianzas con grupos de voluntarios para la erradicación o control de especies invasoras dentro del Ecosistema.



Amenaza: Presencia de Animales domésticos

Estrategia	Actividades
Manejo de especies	Empadronamiento de los perros que viven en el ecosistema Cayumanque, sus alrededores y centro poblados cercanos, que incluya algunos incentivos, tales como vacunación o esterilización.
	Desarrollar una campaña de esterilización de animales domésticos, principalmente perros y gatos en conjunto con la Municipalidad de Quillón y Ránquil, tanto para las áreas rurales y urbanas aledañas a Cayumanque.



Amenaza: Presencia de Visitantes

Estrategia	Actividades
Elaboración o Actualización Planes de Uso Público	Elaboración de un plan de uso público para Cayumanque, en base a la estimación del flujo máximo de visitantes que podría sustentar.
	Desarrollar normas de comportamiento para los visitantes de Cayumanque, para no afectar la biodiversidad.
Educación formal e informal	Desarrollar un programa de Educación al Aire libre en el Ecosistema Cayumanque para las escuelas



Amenaza: Cambio climático

Estrategia	Actividades
Políticas y reglamentos	Implementación del Plan de adaptación al cambio climático.





Jornada de planificación con propietarios y colaboradores del programa

Ejecución y tramitación de estudio técnico para la declaración de bosque nativo en cuatro predios forestales del Cerro Cayumanque

Las declaratorias de bosque nativo corresponden a un trámite que se efectúa ante la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en donde se indican las superficies de Bosque Nativo que posee un determinado predio, además de indicar a que Tipo Forestal pertenece y el grado de Cobertura que tiene.

Este tipo de declaratorias es de gran relevancia para los propietarios, porque además de reconocer la existencia de las superficies con cobertura nativa, permite optar a rebajas en los impuestos territoriales o contribuciones, generando así un beneficio directo a la conservación.

En lo específico, a través de este instrumento se logró gestionar solicitudes relativas a la Ley 20.283, para declarar la existencia de bosque nativo en dos predios de la parte alta del cerro Cayumanque, para efectos de acogerse a la exención del impuesto territorial que grava los terrenos agrícolas, de acuerdo a lo establecido en el artículo 13° del D.L.701 de 1974.



Bosque nativo sector Santa Gertrudis, Quillón

De manera complementaria, se llevaron adelante algunas experiencias piloto de conservación de aves rapaces, entre las que cabe destacar: ***Piloto de conservación de aves rapaces, para control biológico de reservorio de Hanta Virus***

A través de esta acción, se implementaron técnicas para mejorar el control biológico del ratón de colalarga que realizan las aves rapaces, con el propósito de disminuir la exposición al riesgo de hantavirus de la población del ecosistema Cayumanque.

Los espacios rurales están sometidos a diversas transformaciones derivadas de las actividades productivas, así, los cambios de uso del suelo pueden tener efectos sobre las poblaciones de roedores silvestres, afectando igualmente a las especies que los controlan en la naturaleza. La proliferación de ciertas especies de roedores interfiere con las actividades agrícolas o pueden afectar la salud de las personas. El riesgo de contagio del hantavirus era latente en las áreas rurales del ecosistema Cayumanque que reunían las condiciones para la presencia del roedor silvestre, reservorio y transmisor de este virus, el ratón de cola larga *Oligoryzomys longicaudatus*.

Las aves rapaces son importantes consumidoras de roedores. Al ser depredadores tope en la trama trófica, suelen considerarse especies indicadoras por lo que su



ausencia en un ecosistema indica inestabilidad. Dado que cumplen un importante papel como controladoras de especies plaga son inestimables aliadas del ser humano en las actividades del mundo rural. Por ejemplo, se calcula que una familia de lechuzas blancas (*Tyto alba*) consume unos 1.000 roedores por año, siendo así relevantes en el control de estas especies.

Este piloto de conservación de aves rapaces, para control biológico de reservorio de hanta virus tuvo como objeto evaluar la presencia de roedores y aves rapaces en el sector, para implementar iniciativas orientadas al control biológico de roedores a través de acciones de mejoramiento de hábitat para estas aves y la capacitación a monitores en estas temáticas. El sector en estudio fue seleccionado por presentar casos humanos de contagio por hanta virus con resultado de fallecimiento.

Las acciones específicas realizadas consistieron en:

- Evaluación de presencia de roedores y aves rapaces en el sector del cerro Cayumanque.
- Realización de un análisis de hábitat para evaluar las condiciones que éste ofrece para el control biológico.
- Realización de curso de capacitación en Conservación de aves rapaces y control biológico, con entrega de una caja de herramientas.
- Instalación de casas anideras para el mejoramiento del hábitat de la lechuza blanca.
- Monitoreo de casas anideras

Las principales conclusiones del piloto fueron las siguientes:

- En el sector del cerro Cayumanque se registraron cuatro especies de roedores de las cuales dos son especies nativas y dos introducidas.
- Las especies más abundantes fueron el ratón de cola larga (nueve ejemplares) y la laucha olivácea (siete ejemplares).
- En cuanto a la diversidad de aves rapaces se registraron ocho especies, de las cuales seis corresponden a especies diurnas y dos a especies nocturnas.

- Las especies que registraron una mayor frecuencia entre las rapaces diurnas fueron aguilucho, jote de cabeza colorada y tiuque, presentando las dos rapaces nocturnas registradas, lechuza blanca y chuncho la misma frecuencia relativa con un 21%.
- La evaluación de hábitat que entregan los diferentes usos de suelo revela, en términos estructurales, una adecuada oferta de áreas de caza y de refugio y por lo tanto favorables para las especies de aves rapaces objetivo de este estudio.
- Existen poblaciones locales de lechuza blanca, particularmente en los sectores de Peñablanca y Santa Ana, y probablemente también en otras áreas aledañas al cerro Cayumanque, de acuerdo a informantes locales, los censos acústicos realizados y el registro de egagrópilas encontradas en esas áreas.
- Los antecedentes señalados permiten suponer que las casas anideras instaladas tienen una alta probabilidad de ser ocupadas por la lechuza blanca. Existe un alto grado de interés y participación de las personas en cuyos predios están instalados los artificios y que además participaron de la capacitación, tanto en las aves rapaces y que éstas puedan aumentar sus poblaciones locales mediante la ocupación de los artificios, en el monitoreo de los mismos y el control biológico en sí.



Instalación de casa anidera de aves rapaces



4. Desarrollo de Capacidades Locales para colaborar en Restauración

La restauración de ecosistemas es un proceso que se lleva a cabo a escala territorial y su objetivo es impactar positivamente en el bienestar de las comunidades locales que habitan los espacios degradados. En un alto porcentaje, la degradación es causada por la actividad humana, por tanto la solución también pasa necesariamente por un cambio en las acciones antrópicas a nivel local.

La incorporación activa de la comunidad local en las acciones marcó el sello de la intervención desde sus orígenes.

No es posible llevar a cabo un programa restauración exitoso sin el involucramiento genuino y permanente de los habitantes del territorio.

En este contexto, durante el periodo de ejecución del programa, se llevaron a cabo una gran cantidad de acciones vinculadas a potenciar las capacidades locales para aportar en los procesos de restauración. Más de 6.500 personas participaron de distintas instancias de capacitación, sensibilización y aprendizaje en relación a la restauración ambiental y la biodiversidad del ecosistema Cayumanque.

El trabajo llevado adelante con la comunidad en acciones de restauración, se puede ordenar en cuatro grandes grupos de acciones:

1. Acciones de educación ambiental formal, orientadas a establecimientos escolares

El *Programa educativo de cuidado del ecosistema Cayumanque* dirigido a la comunidad educativa de Ránquil, quillón y florida correspondió al mayor esfuerzo desplegado por el programa para llegar con contenidos educativos sobre Restauración de ecosistemas y conservación de la Biodiversidad con públicos escolares.

Como hemos mencionado en varias oportunidades, la restauración de ecosistemas es un proceso que no es exclusivo de expertos en el tema, sino que debe involucrar a

la sociedad en pleno para obtener resultados efectivos. Si la comunidad local no se involucra, los resultados de los esfuerzos en restauración pueden ser inciertos.

En este contexto, el incorporar los conceptos de restauración de ecosistemas, conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos desde la más temprana edad de nuestros ciudadanos es fundamental. Se hace necesario entonces, incluir en los planes de estudio y acciones de educación formal, actividades de formación al aire libre, que vinculen y conecten a los estudiantes con su entorno natural.

El objetivo principal fue sensibilizar a la comunidad educativa de Quillón, Florida y Ranquil, respecto a medidas y acciones de restauración del ecosistema Cayumanque, a través de la difusión en la comunidad educativa de la riqueza de la biodiversidad local.

Durante sus tres temporadas de ejecución en los años 2016, 2017, 2018 participaron un total de **2.245 personas**, entre alumnos, profesores, asistentes de educación y apoderados.

La estructura del programa educativo estuvo basada en la ejecución de talleres teórico/prácticos con grupos de no más de 30 participantes por establecimiento escolar, que abordaron los temas de:



1. Prevención de incendios forestales.



2. Restauración ecológica comunitaria en el entorno inmediato o cercano a la escuela, que contemplen acciones simbólicas de reforestación con especies nativas.



3. Biodiversidad del Ecosistema Cayumanque, a través de caminatas o talleres al aire en el entorno cercano a la escuela.



4. Huertos agroecológicos escolares.

Junto con la realización de los talleres, cada temporada concluía con un encuentro de intercambio de experiencias entre establecimientos educacionales participantes.



Los **Talleres de Prevención de incendios forestales** tuvieron como objetivo fortalecer acciones conscientes en torno a la prevención de incendios forestales, desde una perspectiva que contenga una retrospectiva simbólica y escrita a la realidad reciente de los incendios devastadores de 2012 y 2017.

Para esto, los niños expresaban creativamente a través de un dibujo, y en grupos de dos o tres, sus recuerdos, anhelos o vivencias en relación a los incendios forestales recientes y pasados, y cómo estos les afectaron a ellos o a su entorno más cercano, para concluir el taller con un listado elaborado por ellos, en el que señalaban las principales acciones para generar una prevención eficaz de los incendios forestales y poder conversar sobre la pertinencia de estas y de la importancia de poder transmitir las a sus familias, vecinos y comunidad educativa.



Alumnos en taller de prevención de incendios forestales

Los **talleres de reforestación comunitaria** permitieron a los estudiantes y a integrantes de la comunidad educativa en general, vivir la experiencia de plantar un árbol nativo, como manera simbólica pero significativa a la vez, de aportar en el necesario proceso de restauración del ecosistema del Cayumanque.

En especial a los estudiantes les resultó muy atractivo el poder cavar la tierra con palas y plantar posteriormente sus árboles. Se confeccionaron además, tarjetas con imágenes para aprender lúdicamente sobre las características más importantes de las especies plantadas, junto con identificar los árboles con su nombre para difundir mejor la flora nativa representada en ellos y el programa en sí.



Alumnos en taller de reforestación comunitaria



Los **talleres de Biodiversidad** del ecosistema Cayumanque consistieron en salidas educativas a sectores rurales del ecosistema Cayumanque, con una duración promedio de 5 horas y caminatas de entre 2 y 3 kilómetros donde se entregó información relativa a la flora, fauna y fungi que habita en el ecosistema.

En estos espacios se trabajó en el registro de los valores paisajísticos y de flora y fauna local posibles de encontrar en esos lugares, a la vez que discriminar entre las especies nativas y exóticas presentes como forma de entender los componentes ecosistémicos del territorio de influencia.



Alumnos en taller de Biodiversidad

Los **talleres de Huertos agroecológicos** consistieron en la habilitación de huertos agroecológicos escolares demostrativos, de pequeña escala.

Estos se realizaron a través de una jornada de trabajo teórico y práctico para definir el espacio físico donde instalar el huerto demostrativo y donde los estudiantes participantes, en conjunto con los otros miembros de la comunidad educativa puedan dialogar sobre las preguntas guías para este proceso como ¿Qué es un huerto agroecológico? ¿Para qué nos sirve? ¿Por qué tener uno en nuestra escuela? ¿Cómo lo construiremos? ¿Quién/es hará/n cargo de cuidarlo?

Una segunda instancia de trabajo tuvo como fin la instalación del huerto, donde la idea central giró en torno a los componentes de mi huerto: La tierra y sus cuidados, las semillas y sus cuidados, La alimentación y la salud que el huerto me ofrece, el respeto por las plantas y los beneficios que nos comparten.



Alumnos en taller de Huertos Agroecológicos



El **encuentro de intercambio de experiencias** tuvo como objetivo, reunir a los estudiantes y su comunidad escolar en torno a un encuentro donde pudieran, por un lado, exponer los diversos aprendizajes adquiridos durante la ejecución del programa, y por otro poder participar de una jornada donde vivenciaran el encuentro con las otras comunidades escolares participantes del programa y tener la posibilidad de realizar un intercambio de semillas y saberes.



Encuentro de experiencias en Educación Ambiental

Para los estudiantes que participaron en los distintos talleres, en sus propias palabras la experiencia de haber sido parte se manifestó como *“feliz, divertido, agradecido, entusiasmado, muy bien porque pudimos expresar nuestros sentimientos, bien porque trabajamos en equipo, bien porque pudimos trabajar riéndonos, extraño, como feliz y nervioso. Nos sentimos bien por las opiniones que dimos, bien porque pudimos expresarnos. Relajado, cansado y feliz”*.

Nos interesa destacar la **importancia de que los estudiantes se sientan bien en el transcurso de un taller**, ya que cualquier proceso pedagógico debe velar por el que los niños y niñas se sientan en un ambiente cómodo, confiados y agradados, ya que de otra manera, es muy difícil que un aprendizaje sea significativo, más aún, si lo que se busca con estos programas es generar conciencia y sensibilización en torno a la problemática del cuidado del ambiente por sobre el aspecto cuantitativo de los contenidos a abordar.

Para el 100% de los docentes participantes en las actividades, los temas abordados eran muy pertinentes con el objetivo de restaurar el ecosistema Cayumanque, y de **gran utilidad para los procesos de aprendizaje de sus alumnos**, no sólo en materias referidas a las ciencias naturales, sino en una serie de otros aspectos de la educación como convivencia escolar, artes, etc.

Complementario a los talleres por escuela, las temporadas 2018 y 2019 se llevaron a cabo dos **Seminarios de Educación Ambiental y Restauración de Ecosistemas**, con la participación de más de **200 profesoras y profesores**.

Los seminarios buscaron generar espacios de debate, reflexión y acuerdos sobre los caminos a seguir para lograr una mayor presencia de estudiantes de educación formal en actividades al aire libre.



Seminario de educación ambiental: jornada de terreno



2. Acciones de educación ambiental no formal, orientadas a público general

Las acciones de educación ambiental no formal en el Ecosistema Cayumanque tuvieron por finalidad generar un proceso de valoración por parte de los habitantes de las comunas aledañas al área, a través de la ejecución de actividades al aire libre de acercamiento a la biodiversidad y patrimonio natural, con el fin de generar conciencia **y vinculación de la población local con su territorio**. Más de **1.900** personas participaron en las diversas actividades ejecutadas.

El **programa de Comunicación, Educación Ambiental y Conciencia Pública en Biodiversidad en el Ecosistema de Cayumanque** trabajó en las 3 comunas del ecosistema Cayumanque: Quillón, Ranquil y Florida, convocando a diversas organizaciones locales, público general y actores vinculados a temas medio ambientales en sus territorios. Las principales actividades realizadas fueron las siguientes:



1. Excursiones en kayak y navegación por la Laguna Avendaño de la comuna de Quillón, con el fin de dar a conocer la importancia de esta laguna y de los humedales en general como reguladores ecosistémicos y refugio de cientos de aves.



2. Talleres de flora, reconocimiento de aves y hongos, actividades de carácter práctico donde se trabajó en la identificación de hongos, aves y flora. Contempló actividades de dinámica grupal para conocer el rol ecológico de los hongos, flora y aves y sus características morfológicas. También consideró técnicas de recolección sustentable de hongos comestibles.



3. Concurso de fotografía: Buscó fomentar, a través de la imagen y reflexión, el cuidado a la biodiversidad.



4. Corrida por el día del medio ambiente con escuelas de Quillón: Actividad deportiva-educativa que buscó poner en valor la biodiversidad y los procesos de restauración ecológica en los ecosistemas degradados; a través de dinámicas grupales que lleven al análisis, reflexión y toma de conciencia.



Participantes de actividades de conciencia pública

Los **Talleres de agroecología**, fueron una serie de espacios de capacitación orientados al aprendizaje en relación a la vinculación de la Agroecología con la restauración de ecosistemas. Las temáticas contempladas en los talleres fueron:

1. Sistemas agroforestales
2. Ganadería sustentable y restauración de ecosistemas
3. Agroecología y permacultura: herramientas para la restauración de ecosistemas

La inclusión de estas temáticas fue muy valiosa en la vinculación con las comunidades locales, toda vez permitió ampliar la mirada de la restauración del programa hacia alternativas productivas de recuperación de espacios degradados

Las **salidas de senderismo y educación ambiental** fueron actividades de caminata a través de las cuales se buscó poner en valor la biodiversidad y los procesos de restauración en los ecosistemas degradados, mediante dinámicas grupales que lleven al análisis, reflexión y toma de conciencia.

A través de estas acciones de educación ambiental al aire libre se lograron importantes espacios de formación sensibilización a la comunidad sobre la necesidad de restauración del ecosistema de Cayumanque y el valor de su Biodiversidad.



Taller de Agroecología



Salida de senderismo y educación ambiental

3. Programa de restauración comunitaria

El programa de restauración comunitaria, llevado a cabo en las temporadas 2017 - 2019, tuvo por finalidad entregar herramientas de restauración (plantación de especies nativas, manejo de rebrotes y regeneración natural de árboles nativos) a las comunidades de Quillón, Ranquil y Florida, al tiempo de motivar y generar conciencia local referida a la realización de acciones de restauración de ecosistemas por parte de las comunidades locales.

En lo específico, el programa consistió en la identificación e incorporación de sitios para acciones de restauración de ecosistemas, capacitación a actores locales y voluntarios en técnicas de restauración, y realización de 39 eventos de restauración comunitaria con el apoyo de voluntarios y comunidad local. Más de **900 personas** participaron de las actividades.

Dentro de las acciones de restauración ejecutadas por parte de los voluntarios, se destacan:



1. Plantación de árboles nativos con técnica de nucleación.



2. Plantación de especies sombra-tolerantes bajo cobertura arbórea.



3. Preparación y utilización de mulch o acolchado vegetal para plantación.



4. Instalación de protectores para plantación.



5. Remoción de especies exóticas invasoras.



6. Siembra de semillas y repique de plántulas.



7. Trasplante (repique) de plántulas a bolsas macetas.



Voluntarias en actividad de restauración comunitaria

Uno de los aspectos más valorados de este programa por parte de los voluntarios fue el aprendizaje o la entrega de conocimientos orientados a conocer el entorno natural en general, y la flora nativa y el bosque en particular, así como los métodos de restauración empleados. Esto, junto a la constancia de algunos voluntarios permitió que este programa se convirtiera en una verdadera escuela de restauradores ambientales de los ecosistemas mediterráneos de nuestro país.

La restauración comunitaria demostró que el impacto a escala humana puede traer múltiples beneficios, tanto para las personas que asistieron desde las urbes a la ruralidad, como para las personas rurales que les recibieron, quienes indicaron sentir especial aprecio por recibir a personas jóvenes, pues revitaliza el vínculo entre el campo y la ciudad, y aporta a la visibilización de la importancia de la ruralidad para el desarrollo de las comunidades.

Pudimos concluir que este tipo de actividades dejan un recuerdo, un mensaje y una intención de valorar y conservar la biodiversidad nativa, que puede tener un impacto más allá de la persona a nivel individual, por su alcance dentro de las redes de estas personas, tales como sus amigos, familia o agrupaciones en la que

se involucra. Además, tanto propietarios como voluntarios comprendieron el valor que pueden llegar a tener sus acciones en su entorno y por tanto comprendieron que pueden ser embajadores y agentes transformadores de un nuevo tipo de relación con el ambiente.



Planificación en terreno de acciones de restauración

4. Publicaciones

A través de publicaciones sobre la Biodiversidad del ecosistema Cayumanque, se buscó llegar de manera masiva a la comunidad local y aquella interesada en la restauración del ecosistema.

El libro **Biodiversidad del Ecosistema Cayumanque, Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad**, presentó las principales características biológicas del Ecosistema Cayumanque.

Algunos datos relevantes contenidos en esta publicación, dan cuenta del hallazgo de un total de 125 especies de hongos en el área, algunos de los cuales sirven de alimento para la comunidad local, y el registro de 346 especies de flora nativa en el ecosistema Cayumanque.



La guía **Cayumanque Sorprendente** fue concebida como una invitación a maravillarse con las hermosas expresiones de la flora y de los hongos posibles de encontrar en el ecosistema Cayumanque.

A diferencia de las publicaciones científicas, esta guía de campo no pretendió reunir la totalidad de las especies de flora y fungi, sino exponer las especies más vistosas, aquellas que poseen la capacidad de asombro por su graciosa geometría, por la espectacularidad de sus colores, o por sus texturas inesperadas.



Guía de Flora y Fungi del ecosistema Cayumanque



320
hectáreas bajo
manejo de
restauración



270.5
hectáreas reforestadas,
distribuidas en 118
sitios



Producción de
plantas de
19
especies
diferentes



Producción de
565.465
plantas de especies nativas



Participación de
6.543

beneficiarios en actividades de
educación ambiental y capacitación
en restauración



Participación de
2.245
alumnos, profesores,
asistentes de educación
y apoderados en
actividades formales de
educación ambiental



Implementación de
66
obras de control
de erosión y
cosecha de aguas
lluvias



Publicación de
4
libros relativos a
Biodiversidad del
ecosistema Cayumanque
y restauración de
ecosistemas



7

Principales aprendizajes del programa

En los 7 años de ejecución del programa Cayumanque se generó una acumulación de conocimiento en base a cada una de las actividades realizadas. A partir de los aciertos y desaciertos, fue posible ir ajustando las acciones de restauración originalmente planificadas y aumentar la eficiencia de estas en base a la experiencia.

Creemos que este aprendizaje en base al trabajo realizado en terreno, es el principal legado del programa. Muchas veces para poder avanzar, es necesario cometer errores, y aprender de estos. Normalmente, hay poco atrevimiento a realizar acciones por miedo al fracaso, y bajo el amparo de que “no existen suficientes estudios para realizar una acción determinada”. Esto lleva a cierta espiral de inactividad, dado que el camino a la certeza en base a estudios es largo, y siempre será necesario realizar “un estudio más para confirmar”.

Si bien compartimos plenamente la necesidad de estudios que apoyen las acciones de restauración, y la carencia de estos, también tenemos certeza que hay un gran conocimiento desde profesionales de las más diversas disciplinas, comunidades locales y campesinos que marcan un camino claro en las acciones que hay que llevar adelante para acciones efectivas de restauración.

En este contexto, a continuación exponemos algunos de los aprendizajes relevantes a compartir para futuros proyectos de restauración de ecosistemas a escala de paisaje. Parte de estos aprendizajes estarán disponibles en el Manual de técnicas básicas de restauración a escala de paisaje, publicación disponible para todo aquel que lo solicite en las oficinas de la Seremi del Medio Ambiente, región del Biobío.

Azulillo (*Pasithea caerulea*)



1. Planificación con la comunidad local

La incorporación de la sociedad en su conjunto es clave para el éxito de los programas de restauración a escala de paisaje. La restauración no es solo un tema de expertos, sino el resultado de lo que denominamos Gobernanza.

Las comunidades rurales han sido durante mucho tiempo los custodios de los ecosistemas. Aprovechar sus conocimientos es fundamental para el éxito en cualquier programa de restauración y para proteger la Biodiversidad de sus territorios.

Es fundamental incorporar la visión y aportes de la comunidad local, **desde el principio de los programas de restauración**, esto es, desde la etapa de formulación y planificación. Normalmente, los programas llegan a los territorios rurales ya preparados desde los gobiernos regionales o centrales, y la población local poco o nada tuvo que ver con el proyecto. Esto puede llevar a situaciones donde finalmente no se produce un diálogo con lo local, lo que puede afectar seriamente la ejecución de estas iniciativas.

Dentro de los distintos actores posibles de encontrar en los espacios locales, los **propietarios de predios** sujetos a acciones de restauración son los principales protagonistas, y fundamentales a tener en consideración para el éxito de las actividades. Es de suma importancia poder dedicar el tiempo necesario a escuchar a los propietarios, conocer sus expectativas e inquietudes, e ir trabajando el plan de restauración predial muy de la mano con ellos.

Por otra parte, los **vecinos y asociaciones locales** son clave para generar dinámicas virtuosas en torno a la restauración, aportando información valiosa sobre oportunidades locales de restauración, así como siendo parte de acciones comunitarias/voluntarias que sirven tremendamente para generar conciencia ambiental en el territorio.

2. Incorporación de visiones multidisciplinarias en la planificación de la restauración

La restauración de ecosistemas es una intervención a escala territorial, y el territorio es un espacio complejo de relaciones sociales, económicas y ambientales. Normalmente, tendemos a ver los procesos de restauración como materia de las ciencias ambientales, biológicas o forestales, dejando de lado los aspectos sociales y económicos.

Enfocar solamente la problemática de la degradación desde una perspectiva ambiental es un error que puede llevar a que los esfuerzos en restauración sean limitados, sino estériles, al no entender que los territorios son habitados por personas, con sus dinámicas sociales y económicas como factores preponderantes para la recuperación ambiental de esos espacios. Esto es especialmente importante, cuando las acciones de restauración se ejecutan a escala de paisaje, en territorios extensos, como fue el caso del programa Cayumanque.

Un ejemplo que retrata esto, es el caso que nos tocó vivir respecto a la necesidad que nos manifestaban algunos propietarios sobre la necesidad de incorporar variables y elementos productivos en las acciones de restauración. En un principio, al equipo cargo del programa le parecía que incorporar variables productivas escapaba de la lógica del programa, al estar plenamente enfocados en la problemática ambiental. Con el pasar de los años de ejecución, pudimos dimensionar lo importante e imprescindible de dar respuesta a las solicitudes de los propietarios, toda vez no era posible separar lo económico/social de las acciones de restauración local.





3. Realizar estudios acotados, lo antes posible

Los estudios y generación de datos necesarios para poder planificar de buena manera la intervención en restauración, deben ser realizados de la manera más acotada y pronta al inicio del programa de restauración. Excesivo esfuerzo en estudios puede llevar a una ralentización en la ejecución de acciones concretas, y realizarlos de manera muy tardía puede significar altos costos en términos de oportunidad en las medidas.

Los estudios iniciales debiesen estar enfocados en los siguientes puntos:

- Definición del ecosistema de referencia, con indicadores claros, precisos y acotados. Los puntos más relevantes a considerar son los que tienen que ver con composición, estructura y función de la Biodiversidad a encontrar en el ecosistema de referencia. La profundidad de alcance en cada uno de estos puntos puede variar según los recursos con los que se cuenta, pero sin duda el tener una buena descripción de la composición y estructura de especies es fundamental. Estos parámetros son los que nos servirán para la construcción de indicadores necesarios para el monitoreo y evaluación.
- Medición y evaluación del potencial de regeneración natural de especies nativas.
- Medición y evaluación del potencial de invasión de especies exóticas.
- Definición de mapa de actores relevantes para las acciones de restauración.

La experiencia adquirida, nos dice que es deseable que estos estudios sean realizados de manera intensiva en el primer año de ejecución de los programas de restauración, con plazos de no más de una temporada. Destinar más tiempo, puede significar en retrasos en la ejecución de acciones concretas de restauración.

Flor del águila (*Alstroemeria pulchra ssp. lavandulacea*)



4. No subestimar el potencial de recuperación natural

En muchos casos, incluyendo la propia experiencia de nuestro programa, se asume de entrada que la regeneración natural del bosque nativo post incendios es prácticamente nula, subestimando la capacidad de rebrote. Esto lleva a una sobrestimación de las necesidades reales de reforestación

La restauración de ecosistemas es más que solo reforestación. Uno de los principales aprendizajes del programa Cayumanque, fue que la reforestación con especies nativas es solo una parte de las acciones a considerar, y que no debe ser contemplada como la única opción, toda vez que es una acción con resultados muy variables según las características del suelo, clima, entre otros factores. En primera instancia se debe evaluar el potencial de regeneración natural de los ecosistemas, determinar las condiciones limitantes que pueden impedir esto, e intentar controlarlas.

En nuestra experiencia, las acciones de control de amenazas sobre la regeneración de bosque nativo, especialmente el manejo de la regeneración natural luego del incendio, demostraron ser una alternativa efectiva para obtener buenos resultados. Esto implicó el control de especies exóticas no deseadas, la exclusión de ganado, de manera que la naturaleza pudiese realizar su trabajo de recuperación asistido por nosotros.

Como ejemplo, al comparar un rodal con manejo de especies exóticas no deseadas vs uno sin manejo, pudimos constatar que en el sector manejado, la diversidad de árboles y arbustos nativos era de en promedio 22 especies, en contraste con un sector sin manejo, donde se reducía en promedio a 10 especies. De igual manera, el desarrollo en altura de las especies nativas en rodales con manejo, era en promedio 2,5 veces más que en rodales sin manejo.

5. Producción de plantas: concentrar las acciones en un solo proveedor

Dada la experiencia adquirida a través del programa Cayumanque podemos sostener que sí es necesario reforestar, aunque no considerar la plantación como la única acción de restauración. Para poder reforestar, es necesario contar con plantas.

El principal aprendizaje respecto a la producción de plantas, factor crítico en el éxito de cualquier acción de reforestación, es que el proceso en su totalidad, desde la colecta de las semillas, hasta la entrega definitiva para plantación en terreno, idealmente debe ser realizado con un solo proveedor.

Vivimos la experiencia de coleccionar semillas y producir plantas con proveedores distintos, lo que resultó en un total fracaso, y significó demoras en las acciones. El poder contar con un solo vivero que se haga cargo de la producción de plantas, facilita los procesos de seguimiento y control sobre este.

6. Incluir mayor diversidad de especies en la producción de plantas

El 100% de las plantas producidas para acciones de reforestación en nuestro programa correspondieron a árboles y arbustos.

Tomando los datos del estudio de línea base, del total de especies de flora, sólo un 10,6% corresponde a árboles, y un 14,9% a arbustos. Un 71,8% del total corresponde a hierbas, de las cuales una gran proporción son endémicas de Chile.

Sin embargo, en nuestros criterios de producción de plantas, no incluimos ninguna hierba, a pesar de su importante participación en la totalidad de especies presentes en el territorio. De igual manera, de las 117 especies de hongos relevadas a través del estudio de línea base, no se hizo esfuerzo alguno por su reproducción ex situ y posterior incorporación en terreno.

El aprendizaje acá es mirar más allá de los árboles y arbustos, e incorporar especies herbáceas, sobre todo complementando a las especies leñosas, y en primeros estadios de recuperación. Igualmente, realizar acciones vanguardistas de repoblamiento con especies de hongos, es algo que debe ser considerado en futuros programas de restauración.



7. Incorporar acciones productivas en los diseños de restauración

Durante la ejecución del programa, pudimos constatar recurrentemente la necesidad de los habitantes rurales, de poder incluir especies productivas y/o manejos prediales con fines de producción agrícola dentro de los diseños de restauración en sus terrenos.

El incorporar variables productivas en los planes de restauración por predio, ciertamente es una práctica necesaria de incluir en futuros planes y proyectos de restauración. En zonas de transición entre áreas de preservación y áreas de manejo intensivo, es fundamental poder contar con alternativas de producción agroecológica que permitan recuperar espacios degradados, al tiempo de generar flujos económicos y productivos para los propietarios.

8. La importancia de la plantación en núcleos

Históricamente, las plantaciones y reforestaciones de la especie que sea, han sido realizadas en hileras y siguiendo un patrón de orden muy estructurado. Sin embargo, al mirar la naturaleza, vemos que las líneas rectas son la excepción, y que prima en el bosque mediterráneo la sucesión natural a través de núcleos donde varias especies crecen entremezcladas entre sí.

El diseño de la restauración basado en la nucleación es una estrategia poco utilizada, que se inspira en las dinámicas naturales de sucesión ecológica de los bosques de la zona Mediterránea de Chile, y que el programa utilizó en parte de sus acciones de reforestación.

Si bien creemos que la plantación en núcleos no es la solución definitiva, el aprendizaje es que se debe mirar mucho más allá de los parámetros tradicionales de plantación, siguiendo y observando cómo se dan las dinámicas naturales, donde claramente los bosques no se desarrollan en hileras homogéneas.



Orquídea (*Gavilea araucana*)



9. Realizar preparaciones intensivas de sitio

Durante su ejecución, el programa puso fuerte énfasis en preparaciones de sitio intensivas para acciones de reforestación y control de especies no deseadas. Esto implicó el ingreso de maquinaria pesada a los predios en restauración, rompiendo de cierta manera la visión a veces romántica de que las acciones debían ser realizadas de manera artesanal y manual en la mayoría de los casos.

La experiencia nos indicó que una preparación intensiva de sitio, solo posible de lograr con maquinaria mecanizada, y realizada con la mayor antelación posible a las faenas de plantación, significaba mejores resultados de prendimiento. De igual manera, para el control de especies exóticas de alta persistencia, el uso de químicos resultó ser, con el debido cuidado en su aplicación, la manera más eficiente para dar cabida a la regeneración de especies nativas.

10. La importancia de chipear el material de desecho

La experiencia del programa en reducción de desechos vegetales a través del chipear, resultó ser una de las prácticas que entregó una serie de beneficios notables:

- Reducción de material potencial de causar incendios
- Reducción de quemas para eliminación de material de desecho
- Incorporación de materia orgánica al suelo
- Utilización del material resultante como mantillo o mulch en núcleos de plantación, con excelentes resultados de prendimiento

Si bien corresponde a una práctica de valor elevado en sus costos de operación, creemos es una acción que debe ser considerada plenamente en cualquier programa de restauración.

11. La importancia del monitoreo

Si bien se hicieron esfuerzos importantes en materia de monitoreo de las acciones de reforestación, el aprendizaje es que siempre es necesario realizar monitoreo con mayor intensidad, sobre todo en variables que vayan más allá del prendimiento. Variables como cambios en la estructura del paisaje y comunidades vegetales, y eventualmente cambios en la provisión de servicios ecosistémicos a partir de las acciones de restauración son variables que se deben considerar para proyectos futuros.

De igual manera, es de vital importancia que los parámetros y metodologías de monitoreo puedan quedar establecidos en la formulación original de los programas de restauración, de manera de evitar que estos puedan ser manipulaos y modificados en el transcurso del tiempo de ejecución.

12. La importancia de la educación ambiental

Originalmente, el programa Cayumanque poseía una pequeña fracción de sus recursos destinados a acciones de educación ambiental y de trabajo comunitario en la restauración de ecosistemas. Durante el camino recorrido, fue posible incrementar la magnitud y cantidad de acciones en este tema, sin duda fundamental para el éxito del programa.

Como hemos mencionado en más de una oportunidad en este libro, un programa de restauración de ecosistemas **no tiene posibilidad de ser exitoso sino contempla la participación activa de la comunidad y a la educación ambiental como motor de cambio en las condiciones de degradación que se busca superar.**

El aprendizaje es que la educación ambiental y generación de conciencia comunitaria en restauración no es un complemento a las acciones técnicas, sino que corren de manera **paralela** y con el mismo nivel de relevancia para el éxito de la intervención.



13. La importancia del voluntariado

Uno de los aspectos más valorados del programa por parte de la comunidad, fue el aprendizaje y la entrega de conocimientos a las personas que participaron como voluntarios en las acciones de restauración. Esto significó, en palabras de los propios participantes, que el programa se convirtiera en una verdadera escuela de restauradores ecológicos de los ecosistemas mediterráneos de nuestro país.

No hay que menospreciar el alcance de las acciones realizadas por parte de la comunidad. Puede que sean más lentas, menos eficientes que faenas realizadas por profesionales, pero se complementan plenamente con la generación de conciencia local, y con la generación de un espíritu comunitario de acción por la restauración de los ecosistemas degradados.

14. Difundir, difundir, difundir

El programa realizó muchas actividades interesantes para dar a conocer a la ciudadanía en general y a las personas interesadas en restauración sobre las acciones de esta iniciativa, sin embargo, nuestra capacidad de darlas a conocer fue limitada.

Creemos que poner mayores énfasis en la difusión de nuestras acciones, a toda escala, es algo que debe ser considerado de manera perentoria en todo programa de restauración que se proyecte a futuro. Esto significa disponer de los recursos humanos y financieros para poder ejecutar planes de comunicación eficientes y atractivos, que puedan transmitir la necesidad de las acciones de restauración.

15. Incidencia en políticas públicas

Toda buena acción realizada por el programa, queda insuficiente si no se es capaz de incidir en políticas públicas que proyecten la continuidad de las acciones en el mediano y largo plazo.

En lo específico, el programa buscó influir desde su experiencia de manera directa en la formulación del **plan nacional de restauración a escala de paisajes**, tarea encomendada a un trabajo conjunto entre los ministerios de medio ambiente y agricultura. Se espera que este plan pueda ser la carta de navegación a nivel país en materia de restauración.

Sin duda, este corresponde al mayor desafío de un programa de restauración a escala de paisaje ejecutado con fondos públicos. La tarea de incorporar las variables y aprendizajes generados desde la experiencia del programa por parte de la Seremi de Medio Ambiente de la región del Biobío en políticas locales/nacionales de restauración de ecosistemas, es lo que - junto con los bosques nativos que surgirán de las acciones de restauración - puede significar un verdadero legado para las futuras generaciones.



8

Epílogo

“El vuelo entre volutas de humo, de seis aguiluchos sobre el cerro Cayumanque, aprovechando las fuerzas del aire ascendente del suelo caliente, testimoniaban como cóncores ancestrales que el dominio del cielo azul seguirá siendo de la esperanza que la naturaleza se restaure para envolver en sus vitales ciclos, a una humanidad que deberá estar dispuesta a cambiar, a respetar y entregar de sí para una vida distinta y mejor”.

Durante el transcurso de la publicación, pudimos explorar, conocer y recapitular una serie de acciones realizadas por el programa Restauración del Ecosistema Cayumanque con miras a poder asistir a la naturaleza en el proceso de recuperación del territorio degradado por causa de los incendios forestales. Dicha información queda disponible para futuras consultas de la ciudadanía en general en una serie de documentos técnicos, informes y publicaciones sobre buenas prácticas en restauración a las cuales es posible acceder a través de la Seremi de Medio Ambiente de la región del Biobío.

Esperamos que la semilla instalada en los más de 6.000 beneficiarios que fueron parte de acciones de educación ambiental y conciencia pública en restauración de ecosistemas, y en los más de 100 pequeños y medianos propietarios que fueron parte de las acciones del programa, pueda constituirse como una fuente de **inspiración y luz** para otros que como ellos puedan aportar desde sus territorios a la recuperación de nuestros bosques nativos y biodiversidad.

Al llegar al final de este ciclo, creemos plenamente en el valor del legado del programa como orientación para futuras acciones, y esperamos que la publicación en sus manos sirva para guiar desde la experiencia, desde los aciertos y errores, y desde la institucionalidad pública, a mejores proyectos futuros de restauración.

Si bien la experiencia adquirida y transmitida a través de este libro es notable y valiosa para seguir adelante en la restauración de ecosistemas, aún quedan muchos caminos por recorrer, técnicas por depurar, encuentros que deben concretarse y espacios que deben ser recuperados para lograr llegar a un equilibrio virtuoso entre nuestra modernidad y la conservación de Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Larga vida a la restauración de ecosistemas y a los procesos maravillosos que se detonan desde su ejecución.

Pajarito (*Tropaeolum ciliatum*)



