



Universidad de Concepción



FACULTAD DE CIENCIAS
AMBIENTALES

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN
DE OPORTUNIDADES DE RESTAURACIÓN (ROAM)
PARA LA RECUPERACIÓN DEL ECOSISTEMA DE LA
CUENCA DEL LAGO LANALHUE
HABILITACIÓN PROFESIONAL

Habilitación presentada para optar al título de

Ingeniero Ambiental

NICOLE BELHEM MELLADO TRAPP

Profesor Guía: Mauricio Aguayo Arias

Concepción, Chile

Junio 2019



**“Aplicación de la metodología de evaluación de oportunidades de restauración (ROAM),
para la recuperación del ecosistema de la cuenca del lago Lanalhue”.**

PROFESOR GUÍA: Dr. Mauricio Aguayo Arias

PROFESOR CO - GUÍA: Mg. Jorge Félez Bernal

PROFESOR COMISIÓN: Dr. Ricardo Figueroa Jara

CONCEPTO: APROBADO CON DISTINCIÓN MÁXIMA

Conceptos que se indica en el Título

- ✓ Aprobado por Unanimidad : (En Escala de 4,0 a 4,9)
- ✓ Aprobado con Distinción (En Escala de 5,0 a 5,6)
- ✓ Aprobado con Distinción Máxima (En Escala de 5,7 a 7,0)

Concepción, junio 2019



100 AÑOS
DE
DESARROLLO
LIBRE DEL
ESPIRITU

Por el desarrollo libre del espíritu

Casilla 160 C - Correo 3 - Fono (56-41) 204072 - Fax (56-41) 2207076 - Ciudad Universitaria - Concepción - Chile - <http://www.eula.cl>

AGRADECIMIENTOS

Muchas personas han sido parte de este proceso de alguna forma, con ideas, procedimientos e información, o entregando su cariño y ánimo. Todas personas importantes que ocupan un lugar especial en mi corazón y en este trabajo.

Primero, quiero agradecer a mis profesores, en especial a mi profesor guía Mauricio Aguayo Arias, quien confió en mí y estuvo disponible para responder mis dudas (que son muchas) y escuchar mis ideas, logrando encontrar tiempo en su ultra ocupada agenda. Sin su apañe, paciencia y comprensión todo este proceso hubiese sido mucho más duro. A mi co-guía, el profesor Jorge Felez Bernal, por su disposición y ayuda en todo lo que respecta al uso de ArcGIS. A mi comisión, el profesor Ricardo Figueroa Jara, quien otorgó perspectiva al trabajo, logrando un resultado mucho más integral. Y finalmente a la profesora Patricia González Sánchez, quien más que una profesora, se convirtió en un apoyo emocional importante dentro de todo mi transcurso en la carrera, escuchando y comprendiendo y, por quien siento un cariño muy especial.

Quiero agradecer también a aquellas personas que voluntariamente tuvieron la disposición de ayudarme en el desarrollo de esta tesis. A Diego Vega, del Laboratorio de Ecología de Paisaje, a Jorge Barrera del equipo de trabajo del proyecto Ordenamiento y gestión territorial para la cuenca del Lago Lanalhue y a María Elisa (Kichy) Díaz por su buena onda, paciencia y disposición para escucharme practicar la tesis una y otra vez.

Agradecer especialmente a todo el equipo de Fundación el Árbol: María José, Daniela, Fernanda, Maud y Cristi, por su tremendo apoyo, ayuda y buena onda. Se han convertido en una parte importante de mi vida, tanto en lo laboral y académico como en lo valórico, emocional e incluso espiritual. Su ímpetu, garra y fortaleza me enseñan cada día a ser mejor persona.

A mis compañeras Nico, Maka, Maca, Kathy, Sebi, Ceci, Mari y Nata, por todas esas noches de desvelo haciendo trabajos para la U, entre risas y mañas. A mis libertias Fanny y Jo, compañeras de clase, aventuras y ñoñerías, amigas con quienes siempre puedo contar. A mis amigas de la vida Pansito y Pauliwi, quienes estuvieron muy presentes durante el proceso, aportando de cualquier forma que pudiesen.

Y finalmente y más importante de todo, a mi familia. El apoyo más fundamental que tuve y tendré siempre. A mi mamá, mi papá, mi hermana y mi gata Kala por su infinito e incondicional amor. Por su confianza en mí, por su paciencia y contención en los momentos difíciles. Por sus enseñanzas y guía. Los amo con todo mi corazón. Nada de lo que soy ahora podría ser sin ustedes. Gracias. .

ÍNDICE

RESUMEN	vii
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Conservación.....	1
1.2. Servicios Ecosistémicos	2
1.3. Planificación Sistemática de conservación y priorización	7
1.4. Restauración.....	10
1.5. Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración (ROAM)	14
1.6. Cuenca del Lago Lanalhue	21
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	24
3. OBJETIVOS	24
3.1. Objetivo General.....	24
3.2. Objetivos Específicos.....	24
4. METODOLOGÍA	25
4.1. Área de Estudio	25
4.2. ROAM	27
4.3. Determinación de las Áreas de Valor Ecológico y de Priorización de Zonas para la Restauración.....	29
4.4. Obtención de las Áreas de Valor Ecológico y de la Priorización de Zonas para la Restauración.....	32
4.5. Obtención de las Oportunidades de Restauración	34
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
5.1. Áreas de Valor Ecológico.....	36
5.1.1. Áreas con alta diversidad de ecosistemas terrestres	37
5.1.2. Áreas con presencia de ecosistemas remanentes	38
5.1.3. Áreas de distribución marginal de una especie de flora amenazada.....	39
5.1.4. Ecosistemas naturales con riqueza de especies de flora y fauna endémica y/o amenazada	41
5.1.5. Distancias.....	43
5.1.6. Áreas de Valor Ecológico	47

5.2.	Priorización de Zonas para la Restauración	50
5.2.1.	Zonas ribereñas sin vegetación nativa	51
5.2.2.	Cabecera de subcuencas sin cobertura de bosque nativo.....	53
5.2.3.	Presencia de especies en categoría de conservación en áreas con usos antrópicos	54
5.2.4.	Parches de bosque nativo de pequeño tamaño sometidos a efecto de borde	56
5.2.5.	Priorización de Zonas para la Restauración.....	57
5.3.	Oportunidades de Restauración	60
5.3.1.	Oportunidades de implementación.....	60
5.3.2.	Oportunidades de restauración	65
5.4.	La Restauración y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	72
6.	CONCLUSIÓN	81
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
8.	ANEXOS	91
8.1.	Anexo 1.....	91
8.2.	Anexo 2.....	97
8.3.	Anexo 3.....	99
8.4.	Anexo 4.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de servicios ecosistémicos.....	4
Figura 2. Marco conceptual para la cascada de servicios ecosistémicos..	5
Figura 3. Restauración a gran escala y restauración en mosaico.....	13
Figura 4. Productos y resultados de la aplicación de ROAM.	15
Figura 5. Ejemplo de las dependencias entre el bienestar humano y los procesos ecológicos a través de la cascada de servicios ecosistémicos de los bosques.	16
Figura 6. Mapa del uso de suelo en Chile.....	19
Figura 7. Ubicación geográfica de la cuenca del lago Lanalhue.	25
Figura 8. Mapa de usos de suelo en la cuenca del lago Lanalhue.....	26
Figura 9. Pasos en un proceso de ROAM.....	28
Figura 10. Etapas consideradas de la metodología ROAM.	28
Figura 11. Esquema de la estructura de la Base de Datos Espacial.....	31
Figura 12. Áreas con alta diversidad de ecosistemas terrestres.....	37
Figura 13. Áreas con presencia de ecosistemas remanentes.....	39
Figura 14. Áreas de distribución marginal de una especie de flora amenazada.	40
Figura 15. Ecosistemas naturales con riqueza de especies de flora y fauna endémicas y/o amenazada.	42
Figura 16. Distancia a caminos.....	44
Figura 17. Distancia a centros poblados.....	45
Figura 18. Distancia a proyectos.....	46
Figura 19. Distancia a incendios.	47
Figura 20. Áreas de valor ecológico en la cuenca del Lago Lanalhue.	48
Figura 21. Zonas ribereñas sin vegetación nativa.....	52
Figura 22. Cabeceras de subcuencas sin cobertura de bosques nativos.	53

Figura 23. Presencia de especies en categoría de conservación en áreas con usos antrópicos..... 55

Figura 24. Parches de bosque nativo de pequeño tamaño y sometido a efecto de borde..... 57

Figura 25. Priorización de zonas de restauración según indicadores ecológicos..... 58

Figura 26. Oportunidades de implementación según factibilidad y necesidad de restauración de acuerdo a la evaluación de actores relevantes. 62

Figura 27. Oportunidades de restauración..... 66

Figura 28. Zonificación de la Cuenca hidrográfica lago Lanalhue..... 100



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Servicios ecosistémicos de los bosques.....	17
Tabla 2. Superficie y porcentajes de uso del suelo en la cuenca del lago Lanalhue.....	27
Tabla 3. Indicadores de conservación de la biodiversidad.	29
Tabla 4. Indicadores de restauración de la biodiversidad.....	30
Tabla 5. Indicadores finales incluidos en el análisis de zonas de valor ecológico.	36
Tabla 6. Especies en categoría de conservación y endémicas en cada piso vegetal.....	42
Tabla 7. Porcentaje de cobertura en la cuenca del lago Lanalhue de los 5 niveles de valor ecológico.....	48
Tabla 8. Indicadores finales incluidos en el análisis de priorización para la restauración.....	51
Tabla 9. Porcentaje de cobertura en la cuenca del lago Lanalhue de los 5 niveles de priorización para restaurar según indicadores ecológicos.	59
Tabla 10. Porcentaje de cobertura en la cuenca del lago Lanalhue de los 5 niveles de priorización de las oportunidades de restauración identificadas.....	66
Tabla 11. Nombre, ocupación y localidad de los 12 actores relevantes entrevistados.....	979
Tabla 12. Zonas definidas.	100

NOMENCLATURA

ABF:	Additive Benefit Function
BDE:	Base de Datos Espacial
CAZ:	Core Area Zonation
CONADI:	Corporación Nacional de Desarrollo Indígena
CONAF:	Corporación Nacional Forestal
FAO:	Food and Agriculture Organization
MA:	Millennium Ecosystem Assessment
MMA:	Ministerio del Medio Ambiente
PRELA:	Programa de Recuperación de los Servicios Ambientales de los Ecosistemas de la Provincia de Arauco
ONG:	Organización No Gubernamental
ROAM:	Restoration Opportunities Assessment Methodology
SEIA:	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SNASPE:	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
UICN:	International Union for Conservation of Nature
UTM:	Universal Transverse Mercator
WGS:	World Geodetic System
WRI:	World Resources Institute

RESUMEN

La cuenca del lago Lanalhue es un territorio perteneciente ancestralmente al pueblo Lafquenche, ubicado en la cordillera de Nahuelbuta al sur de la Región del Biobío, en la provincia de Arauco. Se ha visto ampliamente intervenida por la acción humana principalmente a través de las actividades productivas forestal, agropecuaria y turística, las cuales han provocado el cambio de uso de suelo en la mayor parte de su superficie total equivalente a 35.892ha. El manejo de estas actividades ha generado la pérdida de los ecosistemas boscosos únicos de esta zona y por consiguiente el deterioro de la calidad de los bienes y servicios ecosistémicos que éstos proporcionan. En este contexto se propone la aplicación de la metodología ROAM (Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración) para evaluar las oportunidades de restauración de estos ecosistemas que, en adición con la identificación de las áreas de valor ecológico, permite generar información útil para la planificación de acciones de restauración en la cuenca. De esta forma se busca recuperar los servicios ecosistémicos, en particular aquellos relacionados con la protección del recurso hídrico.

De esta forma se identificó que, del total de la cuenca, el 40,4% posee un valor ecológico alto o muy alto, porcentaje que coincide con las zonas de mayor prioridad para la restauración. Los sitios prioritarios para la restauración indican las zonas en las que idealmente se deberían llevar a cabo acciones de este tipo según factores ecológicos. Por esta razón se adicionaron las oportunidades de implementación en base a la factibilidad y necesidad según la apreciación de actores relevantes del territorio. De esta forma se obtuvo que los sitios con mayor oportunidad para llevar a cabo acciones de restauración abarcan un 7,1% del total de la cuenca. Éstas se ubican principalmente en las localidades del El Natre, Lanalhue, en el Valle de Elicura, en la zona que abarca entre el estero Huilquehue y San Carlos y, en Punta de Sapos en la ribera sur del lago al suroeste de Elicura.

1. ANTECEDENTES

1.1. Conservación

El rápido crecimiento de la población humana en conjunto con el acelerado avance de la tecnología han aumentado la demanda de recursos, lo cual, a su vez, aumenta las presiones sobre el medio ambiente. De esta forma especies, comunidades y ecosistemas enteros se ven amenazados, ya sea directa o indirectamente, por la actividad humana (Soulé, 1985). Tanto ha sido el impacto global que ya se ha empezado a hablar de una nueva era geológica posterior al Holoceno, el Antropoceno, que se considera pudo haber empezado a finales del siglo 18 (Crutzen, 2002). En este contexto nace la Biología Conservacionista, la cual se considera a sí misma como una disciplina de crisis (Soulé, 1985) ya que debe actuar antes que ocurran las consecuencias, en un escenario donde se observa el aumento en la extinción de especies y la disminución de la biodiversidad. Desde el origen se consideró como una disciplina sinérgica, multidisciplinaria (Godet & Devictor, 2018) y necesariamente holística (Soulé, 1985), ya que un enfoque reduccionista no permitiría entender comportamientos de las especies en su completitud.

En su fase inicial, la Biología Conservacionista se enfocaba en la protección de la naturaleza por la naturaleza en sí misma (Mace, 2014), priorizando hábitats naturales intactos libres de ocupación humana, promoviendo la creación de reservas y zonas protegidas. Posteriormente, con la evidenciación de las consecuencias de las actividades antropogénicas, se re enfocaron los esfuerzos hacia la “conservación comunitaria” (Mace, 2014). En ella no se excluye a las personas y sus interacciones con el medio ambiente, sino que centra en la gestión basada en la comunidad y en prácticas sustentables.

Sin embargo, pese a los enormes esfuerzos puestos en la conservación, las tasas de extinción de especies siguen aumentando al igual que las presiones sobre el

medio ambiente y los ecosistemas (Primm, 2014), lo cual deja en evidencia que hay una arista que no se ha considerado: la dependencia del ser humano hacia la naturaleza. Esta visión re encamina a la conservación según los beneficios que la naturaleza le otorga al hombre (Doak et al., 2015). Así, la visión idealizada de conservar la naturaleza intacta y basal libre de intervención humana se reemplaza por la idea de mejorar los sistemas naturales en beneficio de las personas (Kareiva, 2012). Sin embargo, un enfoque no excluye al otro, sino que se sirven mutuamente, ya que sigue siendo necesario priorizar la conservación en áreas intactas puesto que funcionan como líneas de base para comprender las dinámicas de los ecosistemas naturales y así establecer objetivos (Caro, 2012).

Con lo anterior, se define un nuevo término para la conservación, gracias al cual emerge la noción del ser humano como parte del ecosistema, reemplazando paulatinamente la idea de que la personas y la naturaleza son unidades separadas (Mace, 2014): Los servicios naturales o ecosistémicos.

1.2. Servicios Ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son los procesos, elementos y condiciones generados por los ecosistemas naturales y las especies que los conforman que mantienen la vida humana (Daily, 1997). Al conjunto de estos elementos que producen los bienes y servicios que entrega la naturaleza se les llama el capital natural. El bienestar humano depende de los ecosistemas y de los bienes y servicios que entrega, de los cuales más del 60% están siendo degradados y transformados por la misma actividad humana, poniendo su bienestar futuro en peligro (MA, 2005). La aplicación de este término introduce la relación entre la biodiversidad y la naturaleza con las personas (Schneiders, 2012). De esta forma, el ser humano se encuentra en una posición donde se ve en la necesidad urgente de utilizar los recursos, bienes y servicios que le entrega la naturaleza de forma

sostenible, conservando las funciones y procesos básicos de los ecosistemas que le permiten primero sobrevivir, y luego, vivir bien.

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, M. A, 2003) establece que los servicios ecosistémicos se dividen en varias categorías según diferentes criterios (figura 1), las cuales están altamente vinculadas entre sí, en donde un servicio puede depender de otro. Según su funcionalidad se pueden agrupar en:

- Servicios de Aprovisionamiento: Se refiere a Bienes producidos por el ecosistema y que pueden ser directamente consumidos o aprovechados por el ser humano. Entre ellos se encuentran: Comida, fibras, combustibles, recursos genéticos, bioquímicos, medicina natural y farmacéuticos, recursos ornamentales y agua fresca (pudiendo también ser considerada como un servicio de soporte)
- Servicios de Regulación: Se refiere a procesos propios de los ecosistemas que lo autorregulan permitiendo el desarrollo de la vida y de las actividades humanas. Se incluyen: Regulación de la calidad de aire, regulación climática local y global, regulación del agua, regulación de la erosión, purificación del agua y tratamiento de residuos, regulación de enfermedades y pestes, polinización y regulación de peligros naturales.
- Servicios Culturales: Se refiere a los beneficios intangibles o no materiales que la naturaleza entrega al hombre a través de los sentidos y el desarrollo cognitivo. Se consideran actividades espirituales, de reflexión, recreación y estética. Se incluyen: diversidad cultural, valor espiritual y religioso, sistemas de conocimiento, valores educacionales, inspiración, valor estético, relaciones sociales, sentido de pertenencia, valor de herencia cultural, recreación y ecoturismo.

- **Servicios de Soporte:** Son los servicios base necesarios para la producción de los demás servicios ecosistémicos. Se diferencian en que su efecto sobre las personas es indirecto u ocurre de forma muy lenta, casi imperceptible. En esta clasificación se encuentran formación de suelo, fotosíntesis, producción primaria, ciclos biogeoquímicos, ciclos de los nutrientes y ciclo del agua. Si bien esta clasificación fue considerada en la definición original, ya desde el año 2011, por conceso, se integra a los servicios de regulación.



Figura 1. Clasificación de servicios ecosistémicos.

Fuente: Millennium Ecosystem Assessment, M. A., 2003.

Estos servicios dependen de funciones propias de los ecosistemas, los cuales a su vez dependen de las estructuras y procesos biofísicos que ocurren en los ambientes naturales. Una vez producidos los servicios ecosistémicos, éstos se traducen en un beneficio para el ser humano el cual a su vez les entrega un determinado valor dependiendo de la importancia o magnitud del beneficio

recibido. Esto genera una especie de “cadena de producción” de servicios y bienes ecosistémicos desde su producción en los ecosistemas hasta su aprovechamiento por el humano, descrito como “Cascada de Servicios Ecosistémicos” (figura 2), propuesta por Haines-Young y Potschin (2012).

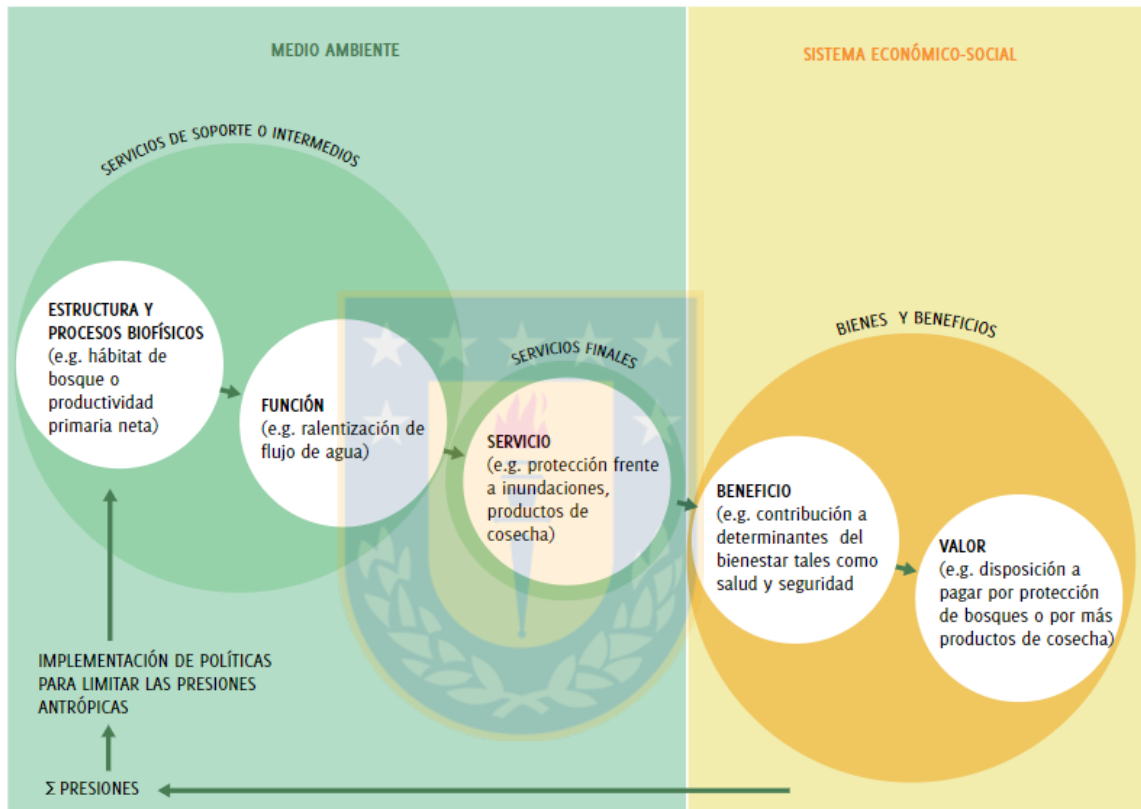


Figura 2. Marco conceptual para la cascada de servicios ecosistémicos.

Fuente: Haines-Young y Potschin, 2012

Al considerar los servicios ecosistémicos como claves en la conservación, aparecen variadas oportunidades para reenfocar los esfuerzos y los métodos clásicos, surgiendo la necesidad de un nuevo marco de trabajo (Wallace, 2007) el cual puede complicarse a la hora de priorizar un servicio sobre otro. Esto requiere una clara y consistente definición de los servicios ecosistémicos y los beneficios que entrega desde un punto de vista operacional (Fisher, 2009), en función al objetivo que se quiera lograr con su identificación.

Por otro lado, la identificación, clasificación y priorización de los servicios ecosistémicos permite otorgarles un valor y, por lo tanto, tratarlos desde un punto de vista económico el cual permite facilitar el diálogo con entidades políticas y sociales incrementando el interés público en la conservación de la biodiversidad (Braat & De Groot 2012), además, de entregar mejores opciones de gestión y manejo.

Puede parecer una tarea difícil estimar un valor económico a servicios ecosistémicos “intangibles”, como por ejemplo el valor estético, espiritual, o a la misma vida humana que sustentan (Costanza et al., 1997), sin embargo, es un trabajo que se hace a diario, consciente o inconscientemente al momento de realizar cualquier tipo de acción con respecto a la conservación u otras disciplinas relacionadas con el medio ambiente. El tomar decisiones en cuanto a políticas de conservación conlleva inherentemente el darle un valor a los ecosistemas en términos de los servicios que prestan con tal de enfocar las medidas a tomar. Por esto es que, al realizar un trabajo previo de valoración económica, facilita y mejora el proceso y, además, incorpora explícitamente la toma de decisiones económicas (Costanza et al., 1997).

Desde el punto de vista de la gestión territorial y de la planificación del paisaje, el uso y manejo del suelo influencia directamente las propiedades, procesos y componentes de los ecosistemas, por lo que un cambio en éste causará un cambio en el suministro de los servicios que otorga (De Groot, 2010) siendo necesaria una evaluación tanto a escala local como regional. Por ejemplo, si bien se ha demostrado que el uso multi funcional de ecosistemas semi naturales es más sustentable, socioculturalmente preferible y económicamente benéfico a largo plazo, se siguen despreciando los servicios ecosistémicos que se mantienen con este método y, en consecuencia, se continúa prefiriendo el uso de suelo intensivo de una sola función por las ganancias a corto plazo que entregan (De Groot, 2010).

1.3. Planificación Sistemática de conservación y priorización

La identificación general de las motivaciones para la conservación y los beneficios que ésta entregaría a las personas a través de los servicios ecosistémicos es solo el primer paso para llevarla a cabo. Se requieren establecer objetivos específicos para ésta, por ejemplo: ¿Se desean crear reservas o conectar las ya existentes? O, ¿Se busca mantener un sistema seminatural con actividades antrópicas de forma sostenible? Con el objetivo claro en cuenta, se deben concretar acciones para alcanzarlo. Lo anterior se refiere a establecer el dónde, el cuándo y el cómo (Kukkala & Moilanen, 2013). Para responder estas preguntas se aplica la planificación sistemática de conservación, la cual necesita ser una ciencia multi e interdisciplinaria con capacidad de ser un apoyo para la toma de decisiones en la implementación real de las medidas propuestas (Kukkala & Moilanen, 2013).

Realizar lo anterior requiere la utilización de modelos operacionales, los cuales describen una conceptualización simplificada de los procesos de planificación de la conservación. Éstos deben apuntar a la determinación de acciones concretas y factibles de realizar y no limitarse a únicamente generar información, respondiendo no sólo a interrogantes del ámbito de la ecología y la biodiversidad, sino que también considerando factores sociales, económicos e institucionales (Knight, 2006). Si no se consideran los factores mencionados, la conservación se sostiene en planteamientos y propuestas idealizadas, los cuales difícilmente podrán ser concretados.

De manera general, la planificación de la conservación se rige por tres ejes principales (Knight, 2006):

1. Evaluación sistemática: Se refiere a la evaluación de los elementos naturales, entre los que se encuentran la biodiversidad, las características de los ecosistemas y zonas de planificación, servicios ecosistémicos, etc.,

entregando información necesaria para responder a la pregunta “dónde”, pero no especificando ni el cuándo ni el cómo.

2. Planificación: Vincula la información obtenida con las posibles acciones a tomar, desarrollando estrategias que consideran la colaboración de las partes interesadas para comenzar a responder las preguntas “cuándo” y “cómo”.
3. Gestión: Más allá de la estrategia obtenida de la planificación, la gestión considera acciones necesarias para mantener y mejorar los beneficios de la conservación para la sociedad, tanto en el sentido de los servicios ecosistémicos como de otros incentivos como, por ejemplo, convenios o acuerdos con las partes interesadas.

Más específicamente, el proceso de planificación sistemático de conservación puede constar de una serie de etapas. Inicialmente se establecieron de 6 etapas (Margules & Pressey, 2000), que pueden enmarcarse en los ejes anteriores, las cuales apuntaban principalmente a la creación de reservas. Éstas eran: Recopilación de datos, con énfasis en información de biodiversidad; identificación de las metas de conservación, tanto cuantitativa como cualitativamente, las cuales pueden ser idealizadas; evaluación de la red de áreas protegidas existente, comparando cuantitativamente su desempeño con las metas establecidas e identificando amenazas; selección de áreas de conservación adicionales, diseñando la conectividad para ampliar la red de conservación; implementación de acciones de conservación, repasando qué metas son factibles de alcanzar; y mantención del valor requerido de la áreas de conservación, sosteniendo a largo plazo la biodiversidad en la red y la funcionalidad de los ecosistemas.

Desde el planteamiento de las etapas anteriores se han propuesto una serie de mejoras y actualizaciones. Kukkala y Moilanen, (2013) definen 11 etapas que resumen y abarcan las propuestas de otros trabajos anteriores:

1. Delimitar el área de planificación.
2. Identificar las partes interesadas.
3. Describir el contexto de las áreas de conservación.
4. Identificar de manera amplia las metas de conservación.
5. Recolectar información local referida a diferentes aspectos de la biodiversidad y los ecosistemas.
6. Recolectar información sobre el área de planificación relacionada a costos y oportunidades para las partes interesadas e influencias antropogénicas en los usos de suelo.
7. Establecer objetivos cuantitativos para biodiversidad.
8. Evaluación de áreas de conservación pre existentes.
9. Priorizar o evaluar espacialmente las áreas posibles de conservación para expandir la red.
10. Implementación de acciones de priorización considerando factores socio-económicos y políticos en adición a los ecológicos.
11. Gestión para la mantención y monitoreo del área de conservación y acciones de restauración.

De igual manera, el mismo trabajo hace referencia a una serie de conceptos que funcionan como principios o criterios a la hora de identificar una posible área de conservación generando redes con alta conectividad, siendo éstos los objetivos ideales que busca una conservación exitosa, por lo que los términos tienen un carácter más bien filosófico que práctico, sirviendo más como una guía que como un fin último. Estos son: Adecuación, refiriéndose a la mantención de la viabilidad ecológica y la integridad de la población, especies y comunidades; amplitud, refiriéndose a la “completitud” de un sistema; representatividad, refiriéndose a la cualidad de servir como una muestra fiel de biodiversidad en todos los niveles de organización; representación, se refiere a la ocurrencia de especies y otros atributos dentro de la red, siendo una muestra de la eficiencia de los esfuerzos

de conservación; complementariedad; refiriéndose a cómo un área contribuye con otra, por lo que es un término altamente dependiente de la conectividad; amenaza, refiriéndose a la presencia de algún proceso que pueda causar una pérdida de biodiversidad; vulnerabilidad, muy similar a la amenaza, difiere en que se refiere a la sensibilidad de una especie o característica de la biodiversidad en particular que puede ponerla en peligro frente a una amenaza; efectividad, refiriéndose a la brecha entre el objetivo de representación y lo concretamente obtenido; eficiencia, refiriéndose al nivel de cobertura de plan de conservación teniendo en cuenta que los recursos son limitados; irremplazabilidad, haciendo referencia a qué tan importante es el área a que se pretende conservar para lograr los objetivos de conservación, no pudiendo ésta ser reemplazada por otra alternativa; flexibilidad, refiriéndose a la variedad de opciones que sirven para lograr representatividad y maximizar los beneficios y minimizar los costos; y costo de reemplazo, siendo similar a irremplazabilidad, se refiere a el costo de optar por una opción que no es óptima desde la perspectiva costo-oportunidad.

1.4. Restauración

Buscar áreas prístinas para conservar, o tratar de mantener la funcionalidad de los ecosistemas y la provisión de sus servicios en el estado actual en el que se encuentra el medio ambiente producto de la acción humana, sin realizar ninguna clase de acción de recuperación, resulta en una muy baja capacidad de alcanzar los objetivos que buscan lograr la funcionalidad y resiliencia de los ecosistemas. El capital natural y los servicios ecosistémicos están disminuyendo, al igual que la capacidad de carga del medio ambiente (Weinstein & Day, 2014), de una forma en que, si no se revierte, el planeta dejará de ser capaz de sostener la vida en él. Es por esto que durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992 se llegó a la conclusión que la restauración tenía un rol crítico en la implementación de la conservación, además, que serviría como herramienta para lograr los

objetivos globales de acabar con la pobreza, asegurando alimentación y agua y logrando modos de vida sostenibles (Aronson & Alexander, 2013)

La restauración, entonces, son las acciones que se toman para restablecer la biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas previo a su degradación por actividades antrópicas (Aronson, 2016). Originalmente el enfoque con el que se abordaba la restauración ecológica apuntaba a la recuperación más fiel posible del estado del ecosistema previo a la perturbación humana, tratando de restaurar condiciones pasadas (Balaguer et al., 2014) y utilizando como condición de referencia a ecosistemas intactos o silvestres (Weinstein & Day, 2014). Actualmente este enfoque ha cambiado, puesto que se convierte en un objetivo idealizado difícil de lograr y mantener a la vez que se realizan actividades antrópicas dependientes del medio ambiente de las cuales se sustenta el ser humano hoy en día, por lo que en el presente la restauración busca recuperar de la mejor manera posible los servicios ecosistémicos que la naturaleza es capaz de entregar a través de sus procesos. Otra razón para este nuevo enfoque radica en que los ecosistémicos no son unidades estáticas, sino que fluyen de manera dinámica a lo largo del tiempo (Aronson, 2016). Es por esto que lo que busca la restauración es más bien restablecer la trayectoria de un ecosistema que se vio interrumpida. De esta forma, los ecosistemas intactos o casi intactos y sus procesos, biodiversidad y otros factores ya no funcionan como el objetivo final de la restauración, sino que como guías que permiten la elaboración de modelos, planificación de acciones, evaluación y gestión.

El enfoque de la restauración ecológica hacia la recuperación de los servicios ecosistémicos no sólo es más adecuado en términos prácticos, sino que también permite acercar a la comunidad a asuntos ecológicos a través de términos con los que se pueden relacionar, como lo son los beneficios que les entrega la naturaleza. Un buen plan de restauración entonces, debe incluir, además, de los

factores ecológicos, aspectos sociales, económicos, políticos y culturales (Weinstein & Day, 2014).

La restauración del capital natural por iniciativas sociales toma fuerza con el planteamiento anterior, en donde las necesidades humanas sirven de incentivo para realizar restauración, considerando que la calidad de vida de las personas decrece a medida que el estado del medio ambiente en el que habitan se deteriora. En este sentido, la restauración debe funcionar a pequeña o mediana escala. Además, la restauración ecológica abre un camino hacia la sustentabilidad (Blignaut, 2014) ya que requiere la mejora de los ecosistemas para asegurar el flujo de bienes y servicios, lo cual conlleva a una concientización de la comunidad con respecto al impacto de sus hábitos y actividades sobre la naturaleza que les entrega estos bienes y servicios que necesitan. Este proceso requiere el involucramiento de entidades institucionales, políticas y privadas para el desarrollo de estrategias, además, de financiamiento para llevar a cabo las medidas de restauración, pero que a la larga significarán una inversión expresada en la disminución en la pérdida de recursos y en el mejoramiento de la eficiencia energética, del uso el suelo y otros procesos.

Ahora, este proceso requiere la identificación qué servicios y bienes se priorizan por sobre otros según el contexto social y las necesidades de las comunidades, y qué elementos o procesos del ecosistema generan estos bienes y servicios, con tal de establecer objetivos de restauración, teniendo en cuenta que la restauración de cierto servicio ecosistémico puede limitar la provisión de otro (Palmer, 2014). Es por esto que se requiere un análisis de costo-oportunidad con respecto a los servicios ecosistémicos para lograr la priorización de las zonas de restauración.

De esta forma, se tienen dos elementos principales para decidir dónde y cuándo restaurar: primero el valor ecológico per sé de una zona en particular, por ejemplo, expresado en la presencia de una especie endémica y en peligro crítico;

y segundo las necesidades de la población y los servicios ecosistémicos potenciales que esa zona pueda tener (Standford, 2018).

Una vez decidido el dónde y el cuándo, la interrogante del cómo puede tener dos posibles respuestas que se traducen en tipos de ejecución (figura 3): La restauración a gran escala y la restauración en mosaico (UICN y WRI, 2014). La primera busca recuperar la naturalidad completa de una zona donde no existe intervención humana, por ejemplo, un bosque. Siguiendo el mismo ejemplo, una cadena montañosa con parches aislados de bosque puede ser identificada como una oportunidad de restauración de este tipo, aumentando la conectividad del sistema. La segunda se aplica cuando existen parches con diferentes usos de suelo donde existe actividad humana y se restaura para mejorar la productividad y funcionalidad del sistema completo. Por ejemplo, una zona urbana que esté rodeada de humedales intervenidos, donde éstos pueden ser restaurados para mejorar la capacidad de controlar las aguas lluvia que escurren desde la zona urbana. Ambas técnicas pueden mezclarse en una misma zona para lograr la mejor recuperación y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos (figura 3).



Figura 3. Restauración a gran escala y restauración en mosaico.
Fuente: UICN y WRI, 2014

Para tener certeza que los esfuerzos de restauración surtieron un efecto positivo se deben establecer medidas de monitoreo de los procesos de los ecosistemas. Cuando estos procesos logran establecerse y funcionar por sí mismos (expresado en aumento de la biodiversidad, recolonización de especies nativas, crecimiento vegetacional, diversificación de hábitats, etc.) y aumente la capacidad de resiliencia y sostenibilidad de los sistemas naturales, entonces se establece que ya no es necesaria la intervención humana directa. En este momento se considera que un ecosistema está restaurado (Aronson, 2016).

1.5. Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración (ROAM)

La metodología ROAM surge a través de un largo proceso de aprendizaje involucrando variadas organizaciones en los países de Ghana, México y Ruanda. Entrega un marco de trabajo flexible y adecuado a los contextos de cada país o región para identificar y analizar el potencial de restauración del paisaje forestal y localizar áreas de oportunidad específicas, para lo cual se requiere un equipo especializado e interdisciplinario de trabajo. De la aplicación de esta metodología se busca conseguir los productos y resultados que se presentan en la figura 4.

La metodología se enfoca en el paisaje forestal, con el objetivo de restituir la funcionalidad ecológica y mejorar el bienestar humano con un enfoque “emprendedor y dinámico” que busca fortalecer la resiliencia de los paisajes y crear opciones para optimizar los bienes y servicios de acuerdo a las necesidades cambiantes o surgentes de la sociedad a través del tiempo.

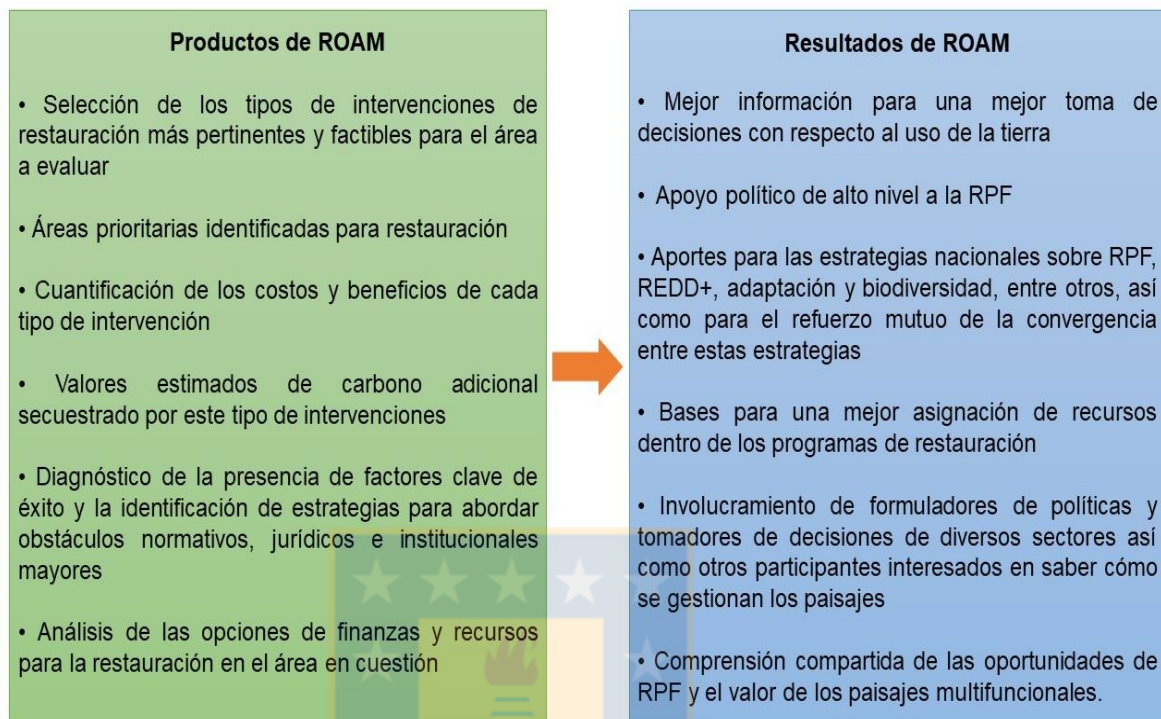


Figura 4. Productos y resultados de la aplicación de ROAM.

Fuente: UICN y WRI, 2014

La importancia del enfoque en el paisaje forestal radica en que los bosques son hábitats esenciales para la biodiversidad y proveedores de un amplio espectro de servicios y bienes ecosistémicos (Brocknerhoff et al., 2017). Son el hábitat más rico en diversidad de especies de flora y fauna (Mace et al., 2005), la cual es necesaria para llevar a cabo y mantener los procesos que finalmente suministran los servicios ecosistémicos (Isbell et al., 2011). En adición a esto, las presiones antropogénicas han producido pérdida de los bosques, fragmentación y degradación, tendencias que continúan en aumento en especial en Centro y Suramérica (Brocknerhoff et al., 2017).

Los bienes y servicios que entregan los bosques (tabla 1) dependen de los procesos que ocurren en éstos. A partir del glosario presentado en el trabajo de Brocknerhoff et al (2017), se entiende a los procesos como las interacciones entre los elementos bióticos y abióticos del ecosistema y el flujo de información,

energía y materia que se genera como resultado de estas interacciones. Estos procesos sustentan las funciones del ecosistema, las cuales mantienen la integridad del mismo y que, cuando sirven como base para el bienestar humano, pasan a ser servicios y bienes ecosistémicos (figura 5).

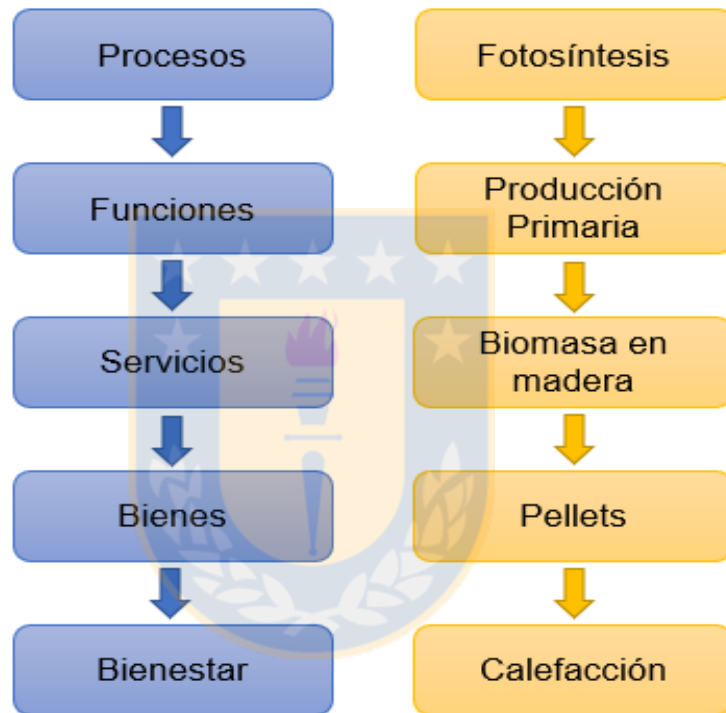


Figura 5. Ejemplo de las dependencias entre el bienestar humano y los procesos ecológicos a través de la cascada de servicios ecosistémicos de los bosques.

Fuente: Brockerhoff et al., 2017

Tabla 1. Servicios ecosistémicos de los bosques.

Tipo de Servicio	División	Clase	
Aprovisionamiento	Nutrición	Plantas y animales para comida	
		Agua para consumo	
	Insumos	Biomasa en madera	
		Recursos	
		Agua no bebestible	
Energía	Madera como combustible		
Regulación	Mediación de tóxicos o molestias	Filtración, secuestro	
		Mediación de ruido, olores, impactos visuales	
	Mediación de flujo	Protección contra la erosión	
		Mantenimiento del caudal de los ríos	
		Protección contra inundaciones	
		Protección contra tormentas	
		Mantenimiento de las condiciones física, químicas y biológicas	
	Polinización y dispersión de semillas	Provisión de hábitat	
		Control de plagas y enfermedades	
		Composición y formación de suelo	
		Regulación del clima	
		Interacción física e intelectual con la naturaleza	Uso experimental de plantas, animales y espacios
			Uso físico de plantas, animales y espacios
Uso científico y educacional de plantas, animales y espacios			
Interacción espiritual y simbólica con la naturaleza	Plantas, animales y espacios emblemáticos o sagrados.		
	Existencia y legado		

Fuente: Brockerhoff et al., 2017

En Chile, el paisaje forestal (figura 6) se ha visto particularmente afectado. El trabajo de Heilmayr, Echeverría, Fuentes y Lambin (2016) hace un resumen de

la historia de los bosques en Chile. Primero menciona que existe un cambio de uso de suelo hacia la agricultura por los pueblos indígenas, tendencia que disminuyó con la colonización española, permitiendo la recuperación de bosques nativos en terrenos abandonados. Sin embargo, durante la segunda mitad del siglo XIX, posterior a la independencia de Chile, la amplia y rápida colonización, incluyendo territorio austral, volvió a disminuir la cobertura forestal ampliamente, siendo reemplazada para la agricultura y talada para su uso como calefacción. Posterior a la II Guerra Mundial se enfatizaron políticas de fomento hacia las importaciones y apoyo a la industria, con lo que el sector agrícola se vio disminuido por la preferencia hacia productos del exterior. Esto generó una pequeña recuperación nativa en áreas agrícolas abandonadas. Sin embargo, alrededor de esta misma época surge el incentivo a establecer en Chile las plantaciones forestales industriales, principalmente de pino (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus spp.*). En este contexto, el año 1974, se aprueba el decreto de ley 701 (D.L 701), con el cual se protege a áreas reforestadas para plantación de la expropiación y subsidia el 75% de los costos de deforestación para nuevas plantaciones. Desde este punto las plantaciones forestales de pino y eucalipto se expanden rápidamente siendo la causa principal de la pérdida de bosque nativo, en especial en la zona centro-sur del país.

Esta progresiva pérdida del bosque nativo y la ampliación del área destinada al cultivo y monocultivo forestal (figura 6) tiene directas implicaciones en los servicios ecosistémicos provistos por los ecosistemas naturales propios las distintas zonas de Chile. Por ejemplo, tanto la riqueza de la biodiversidad de plantas, como el número de especies nativas y endémicas, se ven fuertemente afectada por las plantaciones forestales (Braun et al, 2017). Así mismo la disponibilidad hídrica, el tamaño de los caudales de los ríos y la calidad del recurso hídrico disminuyen de manera directamente proporcional a la reducción de las áreas con cobertura de bosques nativos (Lara, 2009).

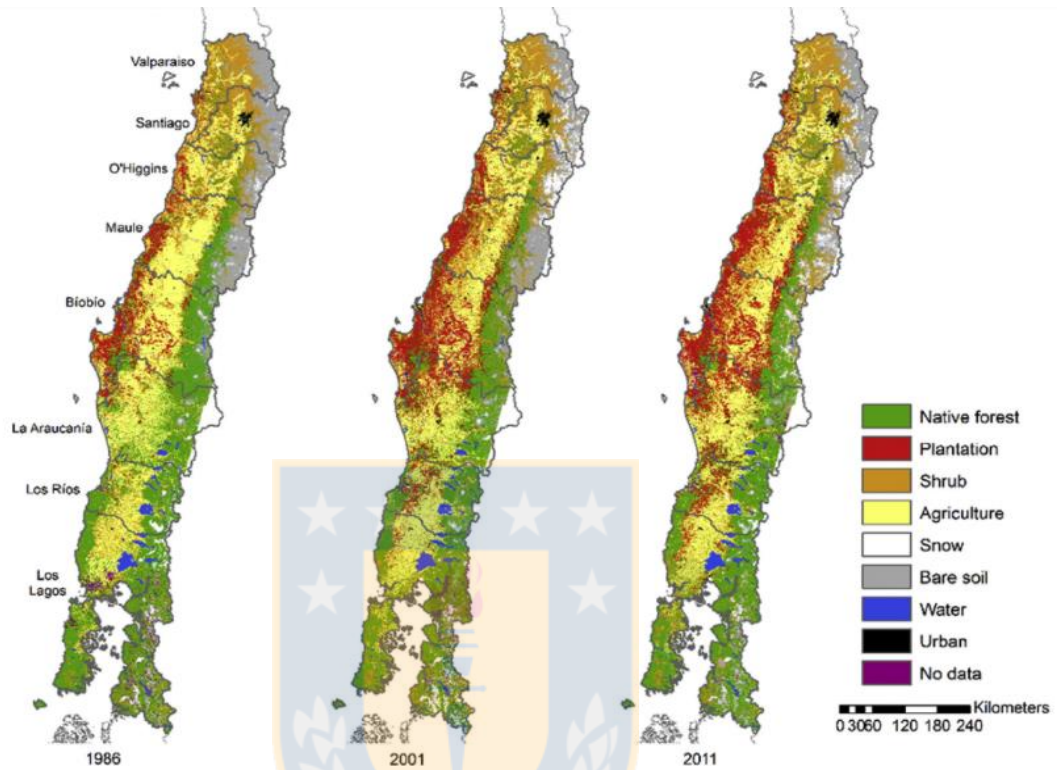


Figura 6. Mapa del uso de suelo en Chile.

Fuente: Heilmayr et al, 2016

De esta forma, la metodología ROAM se rige por una serie de principios que funcionan como una guía para su ejecución:

- Enfoque en paisajes: Abarcar en la restauración paisajes completos en vez de sitios individuales, lo cual requiere un balance en mosaico de usos interdependientes entre los que se encuentran áreas protegidas, corredores biológicos, plantaciones forestales, agricultura, etc.
- Restaurar la funcionalidad: Lograr que el paisaje sea un hábitat rico, prevenir la erosión y las inundaciones, resistir el impacto del cambio climático y lograr recuperarse de otras alteraciones.
- Considerar los beneficios múltiples: Recuperar o generar bienes y servicios ecosistémicos.

- Aprovechar un conjunto de estrategias: Considerar varios métodos y estrategias distintas para lograr la restauración, desde la regeneración natural hasta la siembra de árboles.
- Involucramiento de participantes: Involucrar actores locales y partes interesadas en las decisiones en relación a los objetivos de restauración, métodos y concesiones.
- Adaptarse a las condiciones locales: No utilizar estrategias genéricas si no que adecuarse a los contextos sociales, económicos y ecológicos.
- Evitar la reducción de la cubierta forestal: Abordar la pérdida y conversión de bosques secundarios y primarios.
- Gestión adaptativa: Permitir que las medidas de gestión y estrategias de restauración se adecuen a las condiciones ambientales, de conocimiento, y a los valores sociales los cuales cambian con el tiempo a través del aprendizaje continuo y la aplicación de ajustes.

Con estos principios en cuenta se establecen los objetivos de restauración, con los cuales se determinarán las oportunidades de restauración. Para identificarlas se recomienda responder una serie de preguntas que sirven como análisis para el posterior trabajo de identificación de oportunidades de restauración.

- ¿Dónde es factible social, económica y ecológicamente la restauración?
- ¿Cuál es el alcance total de la oportunidad de restauración?
- ¿Qué tipo de intervenciones de restauración son factibles de realizar?
- ¿Cuáles son los costos y beneficios potenciales?
- ¿Qué incentivos políticos, financieros y sociales existen o son necesarios para apoyar la restauración?
- ¿Quiénes son las partes interesadas con las que hay que participar?

De esta forma la metodología ROAM entrega una serie de herramientas que se pueden aplicar de forma parcial o total según los objetivos definidos y los productos que se busquen obtener. Las etapas propuestas por ROAM se aplican como un rompecabezas para lograr alcanzar dichos objetivos.

1.6. Cuenca del Lago Lanalhue

La Cuenca del Lago Lanalhue está comprendida entre las comunas de Contulmo y Cañete en la Provincia de Arauco en la VIII Región del Biobío. Es una cuenca de tipo lacustre donde sus afluentes escurren hacia el Lago Lanalhue, perteneciente al grupo de los lagos costeros también llamados Nahuelbutanos.

La cuenca ha sido históricamente territorio perteneciente a los pueblos indígenas mapuche/lafquenche. Según el Censo de Población y Vivienda del 2002, la población indígena representaba el 18,3% (1.069) en Contulmo y el 20,6% (6.437) en Cañete. Estos asentamientos representan los terrenos comunales entregados por el Estado de Chile entre 1885 y 1929, además, de traspasos y transferencias de propiedades fiscales posteriores y compras de tierras por parte de CONADI (EULA-Chile, 2014). Las comunidades se asientan principalmente en sectores rurales, particularmente en el Valle de Elicura ubicada al este del lago Lanalhue.

La zona de los Lagos Nahuelbutanos es considerada una de las más modificadas medio ambientalmente desde la llegada de la colonización española (Parra et al, 2003). En los últimos 50 años las cuencas ubicadas aquí han sido modificadas entre un 50% y 90% por las actividades antrópicas llevadas a cabo. En la cuenca del lago Lanalhue el cambio de uso de suelo ha sido provocado principalmente por las actividades de tipo agrícola, ganadera, habitacional, turística y forestal (EULA-Chile, 2014).

Las malas prácticas en las actividades forestales como la tala rasa, en adición a la modificación de la geografía en relación a la pendiente por construcción de caminos y accesos y, la amplia disminución de la cobertura nativa, son responsables del aumento de arrastre de sedimentos hacia el lago. Además, el uso de fertilizantes y pesticidas químicos en la industria agrícola, antibióticos en la ganadería, la entrada de aguas lluvias y aguas servidas y, la modificación de la línea costera han aumentado la entrada de nutrientes y otros elementos alóctonos al cuerpo de agua (Parra et al, 2003). Todo lo anterior ha llevado al Lago Lanalhue a la clasificación de eutrofización. Éste es un proceso natural de envejecimiento de los lagos, el cual ha sido drásticamente acelerado tanto en el Lago Lanalhue como en sus afluentes. Sus efectos se evidenciaron con la aparición y rápida proliferación de la plata acuática *Egeria densa*, comúnmente llamada Luchecillo (Parra et al, 2003). La mala calidad del agua del Lago Lanalhue y sus afluentes afecta directamente a la comunidad y al desarrollo local, principalmente al área del turismo, la que depende en gran parte de las actividades que se desarrollan en el borde costero y en el lago en sí.

Esto ha levantado la preocupación en las comunidades de la provincia de Arauco (MMA & EULA-Chile, 2018), por lo que se han llevado a cabo una serie de esfuerzos por revertir la situación, como el retiro de Luchecillo desde el lago por una máquina cosechadora acuática, pero la falta de una gestión integrada de cuenca ha llevado a que los resultados de estos esfuerzos no sean los esperados (EULA-Chile, 2014).

En este contexto surge el Programa de Recuperación de los Servicios Ambientales de los Ecosistemas de la Provincia de Arauco (PRELA), impulsado por el Consejo Regional de la Región del Biobío y ejecutado por la SEREMI del Medio Ambiente de la Región del Biobío. Éste promueve la mantención y recuperación de los servicios ecosistémicos de las cuencas hidrográficas del LleuLleu y Lanalhue, con el objetivo de contribuir al desarrollo integral del

territorio costero de la Provincia de Arauco. (SEREMI del Medio Ambiente Región del Biobío, sf).

Su realización aborda tres componentes de intervención:

- **Construcción de Gobernanza:** Considera acciones como el ordenamiento y zonificación territorial, propuesta de Norma Secundaria de Calidad Ambiental, estrategia de uso racional de los cuerpos lacustres, entre otros.
- **Restauración ecológica de las cuencas de los lagos LleuLleu y Lanalhue:** En particular la recuperación del lago eutrófico Lanalhue y la promover la prevención para el lago eutrófico Lleulleu y otros en estado mesotrófico.
- **Transferencia de Conocimientos, Tecnologías y Capacidades:** Involucra acciones como implementación de un programa de formación y capacitación para la sustentabilidad territorial, diálogos con expertos, entre otros.

Dentro del programa, el Centro EULA-Chile de Ciencias Ambientales desarrolla el proyecto “Ordenamiento y gestión territorial para la cuenca del Lago Lanalhue, Provincia de Arauco, región del Biobío”, con el cual se realiza el levantamiento de la línea de base Socio Ambiental de la cuenca.

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existen en la cuenca del Lago Lanalhue oportunidades de restauración y disposición de parte de la comunidad en realizar acciones para alcanzarla?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Evaluar oportunidades de restauración para la recuperación de los servicios ecosistémicos de la cuenca del Lago Lanalhue.

3.2. Objetivos Específicos

- a. Identificar el estado de conservación actual de la cuenca del Lago Lanalhue y las áreas de alto valor ecológico.
- b. Identificar zonas de restauración para complementar y/o conectar áreas de alto valor ecológico.
- c. Identificar oportunidades de implementación de acciones de restauración en la cuenca del lago Lanalhue.
- d. Jerarquizar las oportunidades de restauración según la complementariedad entre los sitios prioritarios para restaurar y las oportunidades de implementación.

4. METODOLOGÍA

4.1. Área de Estudio

La cuenca del Lago Lanalhue se ubica en las comunas de Contulmo y Cañete en la Provincia de Arauco, Región del Biobío, en las coordenadas 37°55'S, 73°07'W (Figura 7). Posee una superficie aproximada de 35.964,76 has.

Particularmente el Lago Lanalhue está a una altura de 12 m.s.n.m y posee un área de 31,9 km² y una profundidad media y máxima de 13,1 m y 26 m respectivamente. Sus tributarios son los esteros Tromén, Natri, Huilquehue, Elicura, Calebu, Peral, Buchoco y los Lirios, los cuales alimentan el Lago Lanalhue, que desagua hacia el estero Puyehue el cual confluye con el río Paicaví llegando al mar por el Pacífico (MMA & EULA-Chile, 2018). La relación del área de la cuenca con el área del lago es de 10,2. El estado actual del lago es eutrófico y presenta estratificación en verano (Parra et al., 2003).

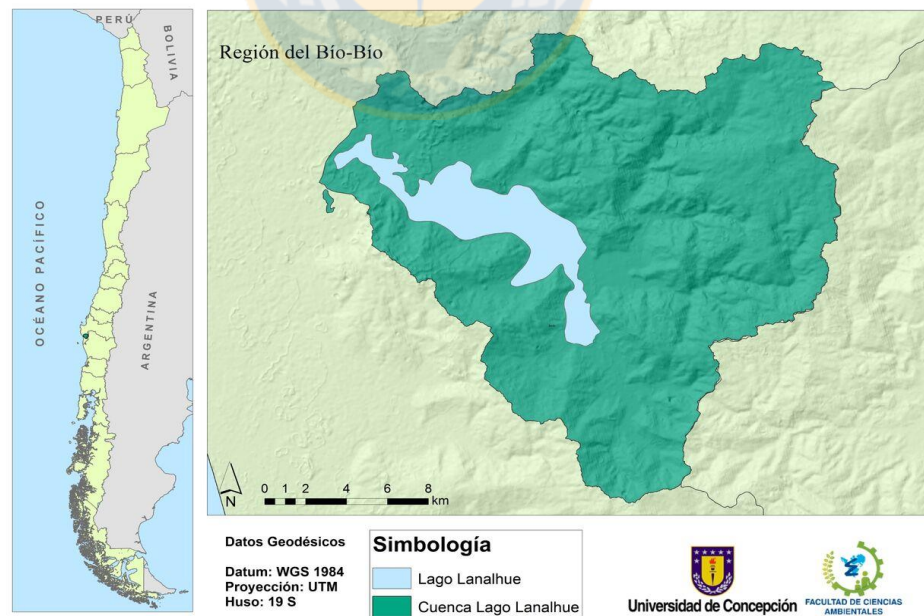


Figura 7. Ubicación geográfica de la cuenca del lago Lanalhue.
Fuente: Elaboración propia con datos de BDE con el software ArcGIS

Los usos de suelo presentes en la cuenca (figura 8) se reparten entre las actividades productivas que en ella se presentan (agricultura, ganadería, forestal y turística), infraestructura urbana, parches de bosque nativo, mixto, matorral, terrenos húmedos y los cuerpos de agua. Los porcentajes que cubren cada una de ellas en relación al área total de la cuenca se presentan en la tabla 2.

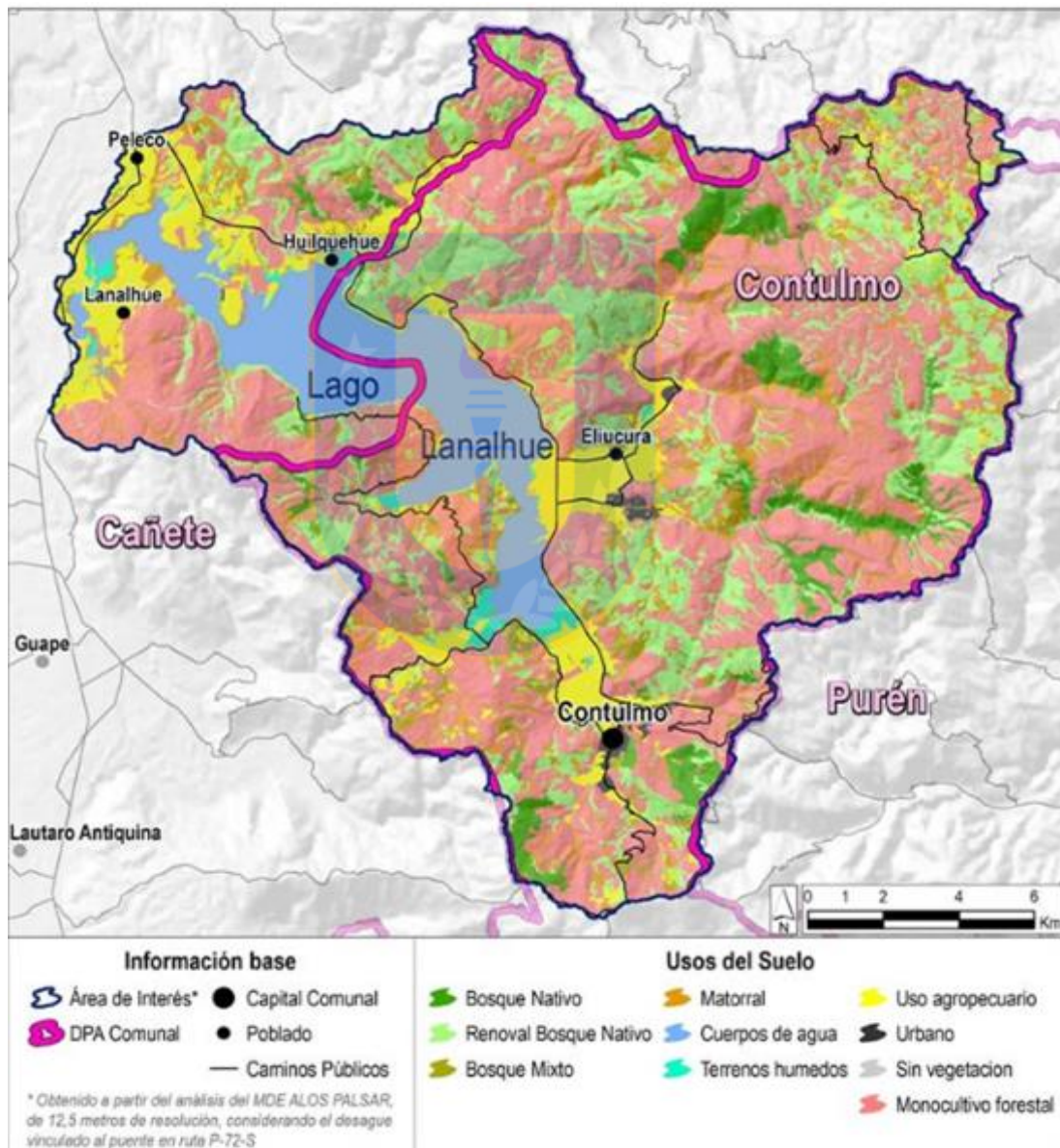


Figura 8. Mapa de usos de suelo en la cuenca del lago Lanalhue.

Fuente: CONAF, 2017

Tabla 2. Superficie y porcentajes de uso del suelo en la cuenca del lago Lanalhue.

Uso de Suelo	Superficie (Ha)	%
Bosque Mixto	766	2,1
Bosque Nativo	1787	5
Cuerpos de Agua	3330	9,3
Matorral	2806	7,8
Monocultivo Forestal	15465	43,1
Renoval Bosque Nativo	8064	22,5
Sin Vegetación	24	0,1
Terrenos Húmedos	295	0,8
Urbano	183	0,5
Uso agropecuario	3171	8,8
Total	35892	100

Fuente: CONAF, 2014

4.2. ROAM

De forma general, el trabajo de ROAM implica tres etapas principales, las cuales son la preparación y planificación, la recolección y análisis de datos y los resultados para recomendaciones. Estas etapas se subdividen en una serie de pasos que pueden llevarse a cabo total o parcialmente dependiendo de la disponibilidad de recursos y los objetivos definidos (Figura 9). En base a lo anterior, en el presente trabajo se realizaron los pasos que se muestran en la figura 10.



Figura 9. Pasos en un proceso de ROAM.
Fuente: UICN y WRI, 2014

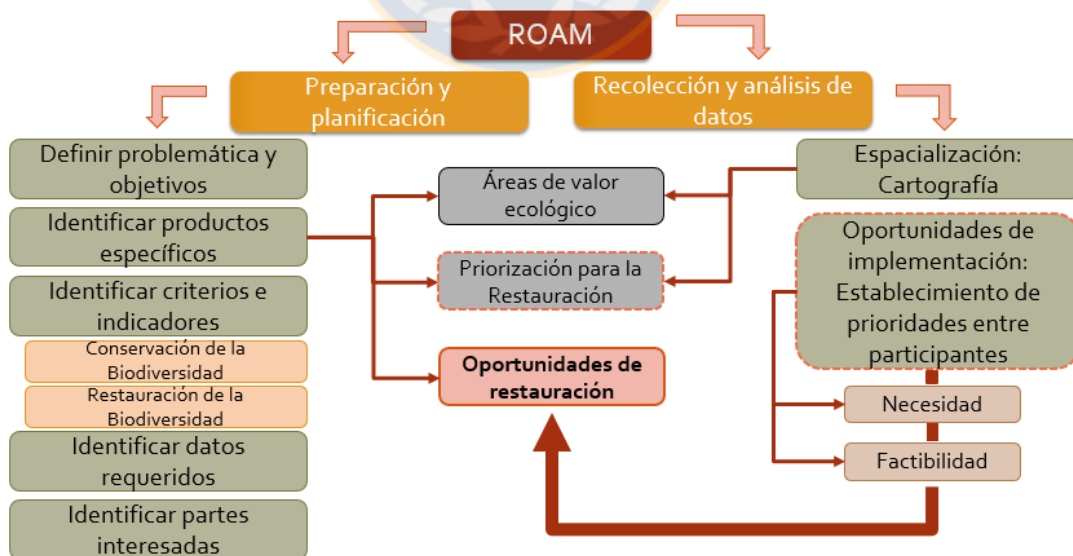


Figura 10. Etapas consideradas de la metodología ROAM.
Fuente: Elaboración propia

4.3. Determinación de las Áreas de Valor Ecológico y de Priorización de Zonas para la Restauración

Para determinar el valor ecológico y la priorización de zonas para la restauración de la cuenca del lago Lanalhue, según lo que se presenta en el objetivo 1 y 2 respectivamente, se identificaron una serie de criterios (tablas 3 y 4) que fueron obtenidos a partir del informe “Planificación ecológica de la infraestructura ecológica de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y programa regional de prioridades de restauración ecológica en el contexto de los incendios de la temporada 2016-2017: aplicación en Región del Maule” (Laboratorio de Ecología de Paisaje, Universidad de Concepción, 2018).

Tabla 3. Indicadores de conservación de la biodiversidad.

Criterio	Indicador	Métrica
Representatividad	Diversidad de ecosistemas	Áreas con alta diversidad de ecosistemas terrestres
	Diversidad de especies	Ecosistemas con alta riqueza de flora
		Ecosistemas con alta riqueza de fauna
Complementariedad	Ecosistemas no representados en SNASPE	Áreas de ecosistemas no representados en SNASPE
Irreemplazabilidad	Ecosistemas remanentes	Área con presencia de ecosistemas remanentes
	Distribución marginal	Áreas de distribución marginal de una especie flora amenazada
	Ecosistemas con especies endémicas	Ecosistemas naturales con riqueza de especies de flora y fauna endémicas y/o amenazada
Amenaza	Cercanía a disturbio antrópico	Distancia a zonas afectadas por incendios de baja y media severidad
		Distancia a ciudades o centros poblados
		Distancia a proyectos SEIA
		Distancia a caminos
Vulnerabilidad	Ecosistemas Fragmentados	Presencia de fragmentos de bosque nativo menores a 90ha (Evaluar en región group)

Fuente: Laboratorio de Ecología de Paisaje, Universidad de Concepción, 2018

Tabla 4. Indicadores de restauración de la biodiversidad.

Criterio	Indicador	Métrica
Pérdida de ecosistemas claves	Pérdida de Ecosistemas representativos en 1986	Ecosistemas o áreas que cumplían el criterio de representatividad en 1986 y no están actualmente.
	Pérdida o degradación de Ecosistemas irremplazables en 1986	Ecosistemas o áreas que cumplían el criterio de Irremplazabilidad en 1986 y no están actualmente.
Pérdida de procesos hidrológicos clave	Ausencia de ecosistemas naturales ribereños	Zonas ribereñas sin vegetación nativa (Buffer 60m)
	Ausencia de bosques nativos en cabecera de la cuenca	Cabeceras de subcuencas sin cobertura de bosques nativos
Especies en riesgo de extinción	Especies Amenazadas	Presencia de especies en categoría de conservación (VU, EN, CR) en áreas con usos antrópicos.
Fragmentación	Fragmentación de ecosistemas naturales	Parches de bosque nativo de pequeño tamaño (<100 ha) y sometido a efecto de borde (alto contraste)
Transformaciones del paisaje	Áreas sometidas a disturbios antrópicos	Áreas afectadas por incendios con severidad media-alta y alta del año 2017
		Conversión de ecosistemas naturales a áreas con uso antrópico

Fuente: Laboratorio de Ecología de Paisaje, Universidad de Concepción, 2018

Para ambos casos, se seleccionaron las métricas adecuadas para el área de estudio según su aplicabilidad al contexto de la cuenca y la disponibilidad de información.

Cada una de las métricas seleccionadas se espacializó utilizando información de la Base de Datos Espacial (BDE) (Figura 11) generada por el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción, para la realización del trabajo de Ordenamiento y gestión territorial para la Cuenca del Lago Lanalhue, Provincia de Arauco, región del Biobío (MMA y Eula-Chile, 2018); la cual contiene información relacionada a ámbitos Socio-Ambientales de la Cuenca del Lago Lanalhue. Ésta fue recopilada a través de distintos organismos públicos y privados y, generada a través de los levantamientos propios del equipo de Centro Eula-Chile. Este trabajo se realizó en el marco del Programa de Recuperación de servicios Ecosistémicos de las Cuencas Lacustres de la Provincia de Arauco (PRELA), impulsado por el consejo Regional y ejecutado por la SEREMI del Medio Ambiente, ambas de la región del Biobío.

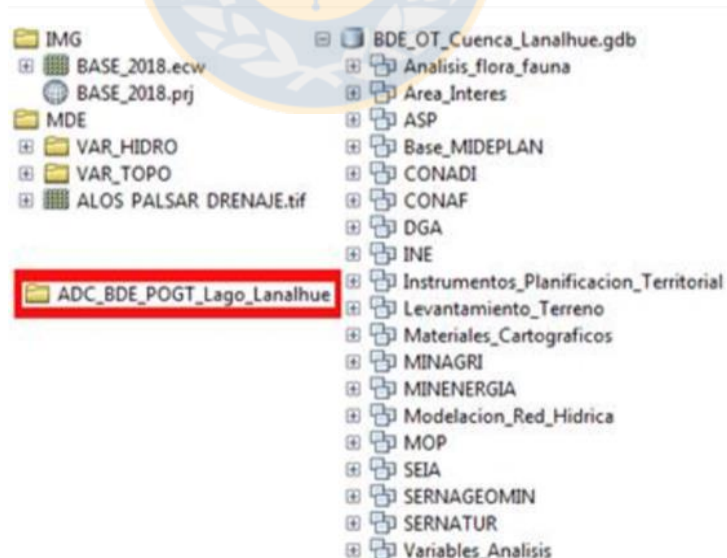


Figura 11. Esquema de la estructura de la Base de Datos Espacial.

Fuente: MMA y Eula-Chile, 2018

Adicionalmente se utilizó información proveniente de la clasificación de los pisos vegetacionales de Luebert & Pliscoff, 2004; de la clasificación de sus estados de conservación según Pliscoff, Barra & Rovira, 2015; y de estudios de distribución y estado de conservación de las diferentes especies vegetales encontradas dentro de la cuenca (García & Ormazabal, 2008; Hechenleitner et al, 2005).

Para espacializar cada una de las métricas se utilizó el software ArcGIS 10.4. Los datos ingresados fueron proyectados en el sistema de coordenadas UTM, Datum WGS (World Geodetic System), Huso 18 Sur.

De esta forma se obtuvieron mapas para cada una de las métricas asociadas al valor ecológico y a la priorización para la restauración en formato ráster con extensión TIFF, tamaño de celda igual a 12,5m y normalizadas entre los valores 0 y 1 utilizando la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \right)$$

Donde: x_{max} corresponde al mayor valor de celda de la capa correspondiente. x_{min} corresponde al menor valor de celda de la capa correspondiente. x_i corresponde al valor particular de las celdas de la capa.

4.4. Obtención de las Áreas de Valor Ecológico y de la Priorización de Zonas para la Restauración

Los mapas asociados a las métricas para la determinación del valor ecológico y la priorización para la restauración fueron superpuestos, complementados y sintetizados utilizando el software Zonation en su versión 4.0.0rc1_compact. Éste posee tres requerimientos de los datos con los que trabaja: solo acepta archivos en formato ráster; los valores de los píxeles o celdas deben ir de 0 a 1; y todas las capas (mapas) deben tener la misma extensión, tamaño y número de celdas, y mismo número de filas y columnas.

De acuerdo a Di Minin et al, 2014, Zonation es un software utilizado para apoyar el proceso de planificación sistemática de conservación el cual prioriza espacialmente los datos generando un ranking de prioridad para la conservación basado en la complementariedad de la información. Este trabajo lo realiza removiendo iterativamente las celdas que conduzcan a la menor pérdida agregada de valor de conservación, a la vez que considera la distribución de las características totales y restantes, el peso dado y conectividad específica de cada característica. Comienza por el paisaje completo y va eliminando celdas iterativamente minimizando la pérdida, hasta que no queda ninguna. De esta forma las celdas de menor valor son removidas primero, mientras las de mayor peso se mantienen hasta el final.

La forma en que realiza el trabajo de remoción de celdas puede ser de dos formas. En primer lugar, la regla ABF, o función de adición-beneficio, suma la pérdida a lo largo de las características. En este caso se les otorga mayor valor a las celdas con muchas características, es decir, se enfoca en la riqueza. Por otro lado, la segunda regla CAZ o zonificación por área-núcleo, establece el ranking de prioridad según la ocurrencia de características importantes o de mayor peso.

Para la obtención de las áreas de valor ecológico de la cuenca de acuerdo a la complementariedad de los mapas correspondientes a las métricas para este objetivo se aplicó la regla ABF, ya que los criterios apuntan en su mayoría a riqueza de ecosistemas o de especies y a distancias, las cuales también hacen referencia a una cantidad (cantidad de metros).

Para la obtención de la priorización de zonas para la restauración de acuerdo a la complementariedad de los mapas correspondientes a las métricas para este objetivo se aplicó la regla CAZ, ya que los criterios apuntan al cumplimiento de una serie de condiciones, otorgando mayor importancia a las celdas que cumplan esta condición.

4.5. Obtención de las Oportunidades de Restauración

Para determinar las oportunidades de restauración se evaluó la factibilidad y la necesidad de las acciones de restauración por medio de la apreciación de actores clave, lo cual entrega las oportunidades de implementación según lo indicado en el objetivo 3.

La identificación de los actores clave se realizó a través de contactos iniciales provenientes del equipo de trabajo del centro EULA-Chile. A partir de ellos se amplió la red hacia habitantes del área de estudio y personas involucradas con los conflictos socioambientales presentes en la zona. La comunicación se realizó de manera presencial, telefónica y vía mail. De esta forma se logró identificar una serie de actores claves potenciales los cuales incluyeron entidades públicas, dueños de predios e instituciones.

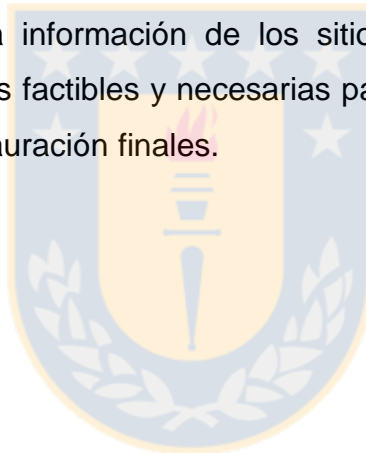
Para sistematizar la información relacionada con la factibilidad y necesidad de las acciones de restauración se diseñó un instrumento de entrevista (anexo 1) para ser aplicada a un mínimo de 10 actores clave. Ésta se generó una vez obtenidos resultados preliminares en relación a la priorización para la restauración, con tal de entregar esta información a los entrevistados.

El instrumento se estructuró de la siguiente forma: En primer lugar, se entregó información relacionada con el objetivo de la entrevista y el contexto del estudio. Se presentaron los criterios que fueron utilizados para definir la priorización de zonas para la restauración y la cartografía resultante, además, de información útil para ubicarse espacialmente y tener una visión gráfica de la situación de la cuenca a través de los usos de suelos. En segundo lugar, se entregó la cartografía preliminar de priorización de zonas para la restauración y el mapa de ubicación espacial dividida en celdas de 1920 m, donde las filas y columnas se identificaron con números y letras. Del total de celdas, los participantes debieron elegir solo 12 de ellas considerando en primer lugar la factibilidad para la

restauración y, en segundo lugar, la necesidad de acciones de restauración según su conocimiento propio del área. De las 12 celdas a 4 se les otorgó el valor 3 (más alto), a 4 el valor 2 (medio alto) y a 4 el valor 1 (menos alto).

Cada uno de los resultados obtenidos de la selección de celdas fue digitalizado en ArcGIS, de los cuales se calculó la media. Se obtuvo así una cartografía con la jerarquización de áreas factibles y necesarias para realizar acciones de restauración.

Finalmente, de la cartografía de priorización de zonas para la restauración se extrajeron los sitios prioritarios considerando aquellos valores de priorización altos y muy altos. La información de los sitios prioritarios se cruzó con la jerarquización de áreas factibles y necesarias para restaurar obteniendo así las oportunidades de restauración finales.



5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Áreas de Valor Ecológico

De los indicadores propuestos para determinar el valor ecológico de la cuenca del lago Lanalhue (tabla 3) se consideraron aquellos que fuesen aplicables al contexto del área de estudio y factibles de desarrollar según la disponibilidad de la información (tabla 5). Por ejemplo, el indicador de riqueza de flora y fauna no pudo ser considerado por falta de información, mientras que el indicador de áreas de ecosistemas no representados en SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado) no fue aplicable a la cuenca puesto que dentro de ella no existen áreas dentro de esa categoría. El área más cercana que cumple esta métrica es el Monumento Natural Contulmo, sin embargo, queda fuera de la delimitación de la cuenca del lago Lanalhue.

Tabla 5. Indicadores finales incluidos en el análisis de zonas de valor ecológico.

Criterio	Indicador	Métrica
Representatividad	Diversidad de ecosistemas	Áreas con alta diversidad de ecosistemas terrestres
Irremplazabilidad	Ecosistemas remanentes	Área con presencia de ecosistemas remanentes
	Distribución marginal	Áreas de distribución marginal de una especie flora amenazada
	Ecosistemas con especies endémicas	Ecosistemas naturales con riqueza de especies de flora y fauna endémicas y/o amenazada
Amenaza	Cercanía a disturbio antrópico	Distancia a zonas afectadas por incendios
		Distancia a ciudades o centros poblados
		Distancia a proyectos SEIA
		Distancia a caminos

Fuente: Elaboración propia a partir de Laboratorio de Ecología de Paisaje, Universidad de Concepción, 2018

5.1.1. Áreas con alta diversidad de ecosistemas terrestres

De la intersección entre la cobertura de bosque nativo con los pisos vegetacionales de Luebert & Pliscoff, 2004 se encontró los pisos vegetacionales presentes en la cuenca que son:

- Bosque caducifolio mediterráneo interior de *Nothofagus obliqua* y *Cryptocarya alba*;
- Bosque caducifolio templado costero de *Nothofagus alpina* y *Persea lingue*;
- Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*;
- Bosque laurifolio templado costero de *Aextoxicon punctatum* y *Laurelia sempervirens*;
- Bosque mixto templado costero de *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus obliqua*;

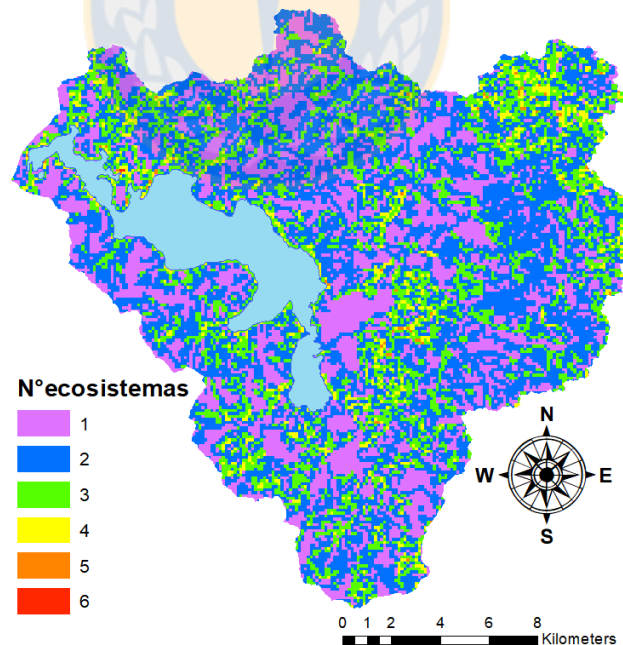


Figura 12. Áreas con alta diversidad de ecosistemas terrestres.
Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

Además, de los pisos vegetacionales, se incluyeron los otros usos de suelo presentes. Estos son: humedales, matorrales, cuerpos de agua, playas y dunas, praderas, plantaciones forestales, actividades agropecuarias, urbano y áreas sin vegetación.

El valor de diversidad (figura 12) correspondió al número de ecosistemas que se encuentran o interceptan dentro de un área de 120m X 120m, los cuales variaron de 1 a 6. El valor menos abundante y, además, el más alto, fue de 6, el cual abarca un 0,008% del área total de la cuenca. De forma contraria, el valor de diversidad más abundante fue de 2, correspondiente al 34,1% del área total de la cuenca.

5.1.2. Áreas con presencia de ecosistemas remanentes

De los pisos vegetacionales presentes en la cuenca se encontró que los bosques caducifolio mediterráneo interior de *Nothofagus obliqua* y *Cryptocarya alba*; caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*; y mixto templado costero de *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus obliqua* poseen una categoría de conservación CR (Peligro Crítico) según los parámetros de la UICN (Unión internacional para la conservación de la naturaleza), mientras que los bosques laurifolio templado costero de *Aextoxicon punctatum* y *Laurelia sempervirens*; y caducifolio templado costero de *Nothofagus alpina* y *Persea lingue* poseen una categoría de conservación EN (En peligro) (Pliscoff, Barra & Rovira, 2015). Todos los demás ecosistemas asociados a actividades antrópicas, como plantaciones forestales o uso agropecuario, no se les otorgó valor de conservación (figura 13).

El porcentaje asociado a todos los pisos en peligro crítico corresponde a un 21,8% del total del área de la cuenca, mientras que los pisos que se encuentran en peligro abarcan un 7,5%. El porcentaje restante, 70,7%, corresponde a otros

ecosistemas o usos de suelo a los que no se le otorgó categoría de conservación y se clasifican como no evaluados.

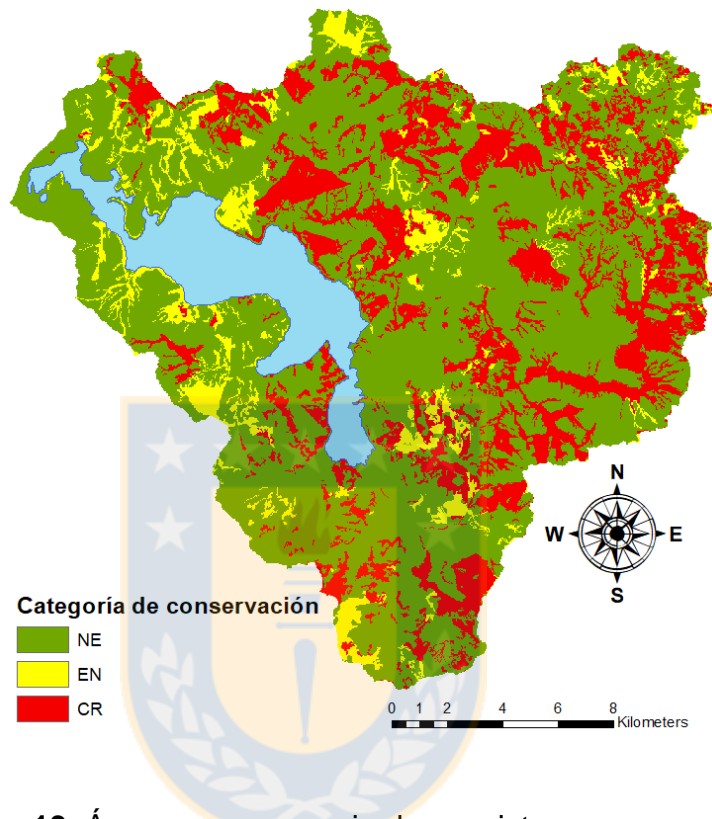


Figura 13. Áreas con presencia de ecosistemas remanentes.
Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

No existen representantes de pisos vegetacionales que se encuentren en algunas de las otras categorías; casi amenazada, vulnerable o preocupación menor.

5.1.3. Áreas de distribución marginal de una especie de flora amenazada

De la revisión bibliográfica de las especies de flora asociadas a cada piso vegetacional presente en la cuenca (anexo 2) (Luebert & Pliscoff 2004) se determinó su estado de conservación y su distribución (Hechenleitner et al, 2005, García & Ormazabal, 2008). Así, las especies amenazadas cuya distribución encuentra su límite norte o sur en el área de estudio son *Ribes integrifolium*

(Parrilla falsa), *Gomortega keule* (Queule) y *Nothofagus glauca* (Hualo). Sin embargo, ésta última no se encuentra efectivamente en el área de estudio, por lo cual se eliminó del análisis.

Particularmente la especie *Ribes integrifolium* posee una distribución muy restringida, endémica de la cordillera de Nahuelbuta (Hechenleitner et al., 2005). El Queule por otro lado, posee una distribución que va desde la provincia de Cauquenes hasta la provincia de Arauco, al sur de la región del Biobío por la cordillera de Nahuelbuta (García & Ormazabal, 2008). Posee la característica de ser muy difícil de reproducir incluso de forma artificial (Hechenleitner et al., 2005), lo cual aumenta su vulnerabilidad.

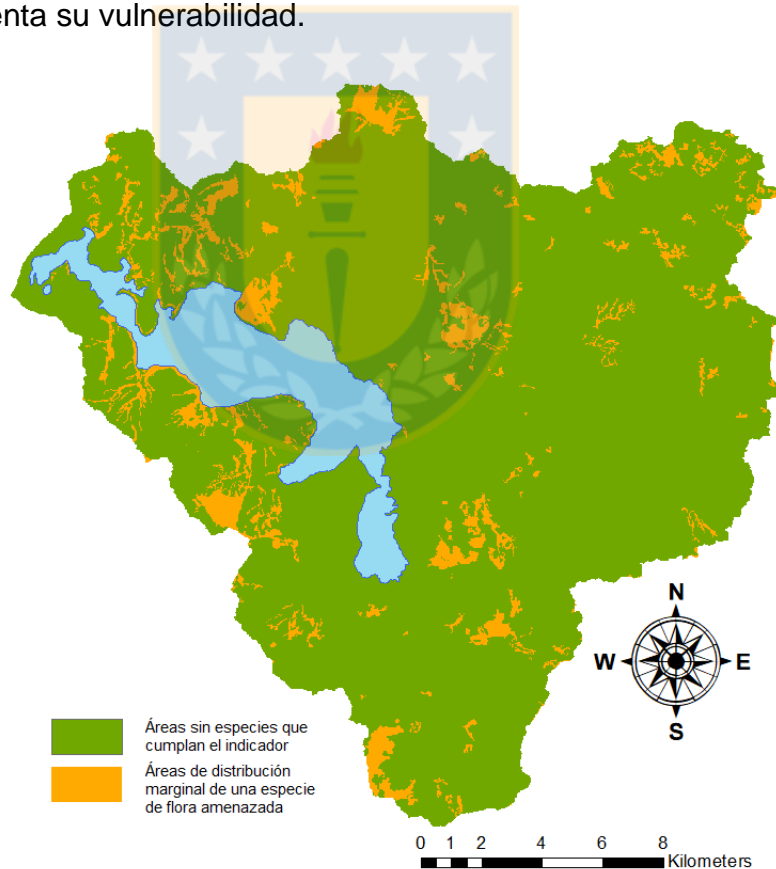


Figura 14. Áreas de distribución marginal de una especie de flora amenazada.
Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

Por consiguiente, los pisos vegetacionales que contienen estas especies son:

- Bosque caducifolio templado costero de *Nothofagus alpina* y *Persea lingue*: Parrilla falsa.
- Bosque laurifolio templado costero de *Aextoxicon punctatum* y *Laurelia sempervirens*: Queule.

De esta forma se obtuvo (Figura 14) que el 7,5% del área de la cuenca posee alguno de los pisos vegetacionales donde es posible encontrar alguna de las dos especies de flora amenazada en su distribución marginal según su presencia potencial descrita bibliográficamente y corroborada en el área de estudio.

5.1.4. Ecosistemas naturales con riqueza de especies de flora y fauna endémica y/o amenazada

Debido a la utilización de los pisos vegetacionales para la determinación de la distribución de especies, no fue posible incluir especies de fauna en este análisis.

De acuerdo a la información analizada, el 28,9% del área de la cuenca contiene ecosistemas donde es posible hallar al menos una especie de flora, ya sea amenazada y/o endémica. Este valor corresponde a todos los pisos vegetacionales y, excluye humedales y otros usos, los cuales corresponden al 71,1% del área de la cuenca (figura 15).

Todos los pisos vegetacionales presentaron especies endémicas y/o amenazadas, de las cuales todas correspondieron a la categoría de conservación “En Peligro” (EN) o vulnerable (VU), ninguna a la categoría “En peligro crítico” (CR), según se muestra en la tabla 6. Al provenir esta información del cruce entre los pisos vegetacionales y los usos de suelo con cobertura vegetal, la presencia de estas especies es más bien potencial.

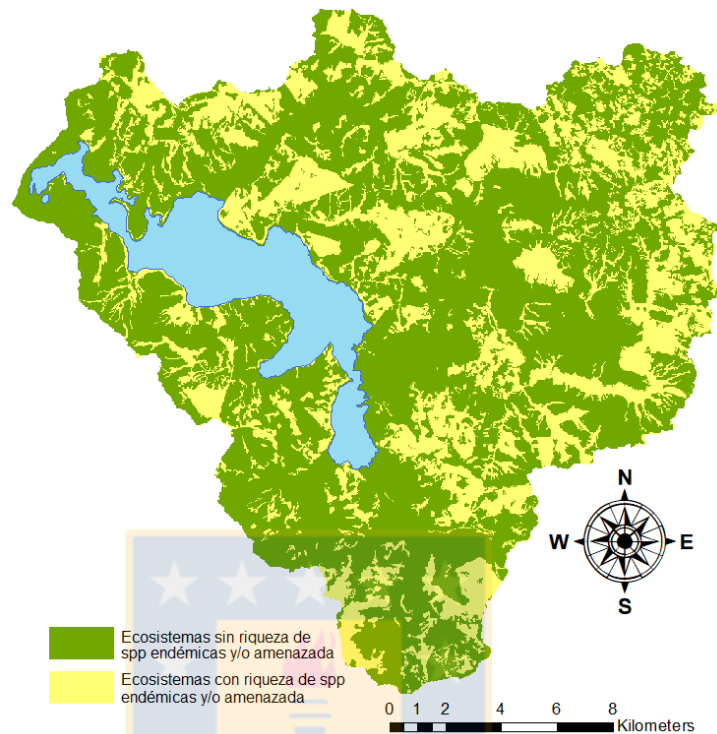


Figura 15. Ecosistemas naturales con riqueza de especies de flora y fauna endémicas y/o amenazadas.

Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

Tabla 6. Especies en categoría de conservación y endémicas en cada piso vegetal.

Piso vegetal	Categoría Vulnerable	Categoría En Peligro	Especies endémicas
Bosque caducifolio mediterráneo interior de <i>N obliqua</i> y <i>C alba</i>	2	4	12
Bosque caducifolio templado costero de <i>N alpina</i> y <i>P lingue</i>	2	0	4
Bosque caducifolio templado de <i>N obliqua</i> y <i>P lingue</i>	0	4	8
Bosque laurifolio templado costero de <i>A punctatum</i> y <i>L sempervirens</i>	2	4	10
Bosque mixto templado costero de <i>N dombeyi</i> y <i>N obliqua</i>	0	4	10

Fuente: Elaboración propia

5.1.5. Distancias

Se evaluaron las distancias a caminos, centros poblados, proyectos y a zonas afectadas por incendios. A mayor distancia aumenta su valor para conservación, puesto que el impacto y las alteraciones asociadas a los factores de riesgo son menores, manteniendo las características naturales del ambiente.

Para la distancia a caminos (figura 16) se consideraron tanto rutas principales como caminos rurales y forestales. Para la distancia a centros urbanos (figura 17) se consideraron, además, de las localidades principales, concentraciones de población indígena y rural. Se consideraron los proyectos de mayor impacto ambiental en la cuenca para la distancia a proyectos (figura 18), siendo estos los proyectos hidroeléctricos asociados a la central Gustavito, la central termoeléctrica Contulmo y la red de transmisión eléctrica. Finalmente se utilizaron datos de CONAF para determinar la distancia a ocurrencias de incendio (figura 19), independiente de su severidad.

Se observa que la distancia máxima a caminos (figura 16) no supera en ningún momento 2 kilómetros, siendo la distancia máxima 1,5 km aproximadamente. Además, valores altos cercanos a este máximo se alcanzan en pocas ocasiones, indicando una alta perturbación debido a la presencia de caminos. Esto puede deberse principalmente a la amplia red de caminos forestales producto de la gran extensión de terreno que utiliza esta actividad antrópica.

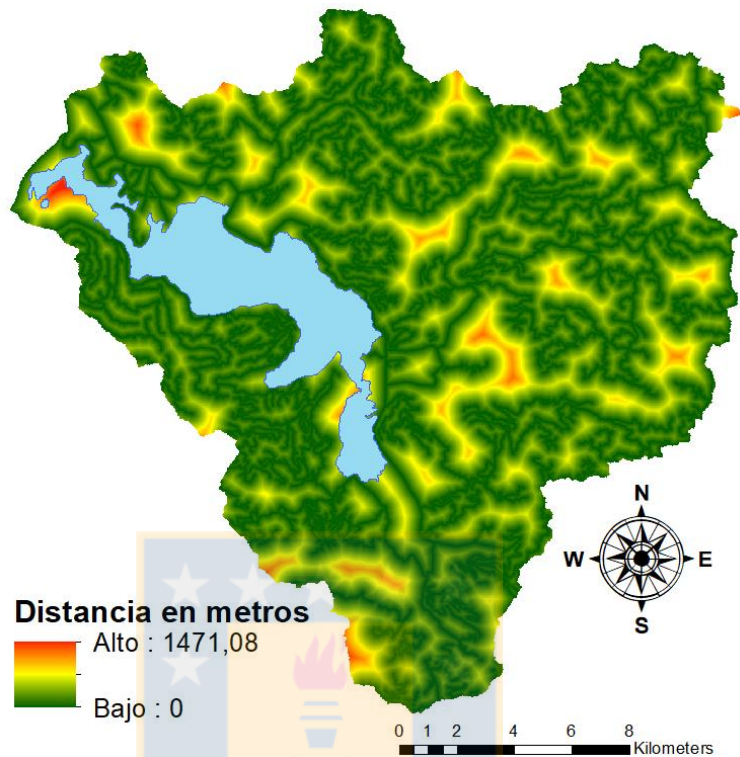


Figura 16. Distancia a caminos.
Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

En el caso de la distancia a poblamientos (figura 17) se encuentra que la mayor distancia entre estas zonas es de aproximadamente 4,8 km. Las distancias más elevadas se logran principalmente en las partes altas de las áreas cercanas a la quebrada Las Bandurrias, el estero Los Lirios, el estero Huilquehue y, la zona media alta que se ubica alrededor y entre los esteros Calebu y San Carlos.

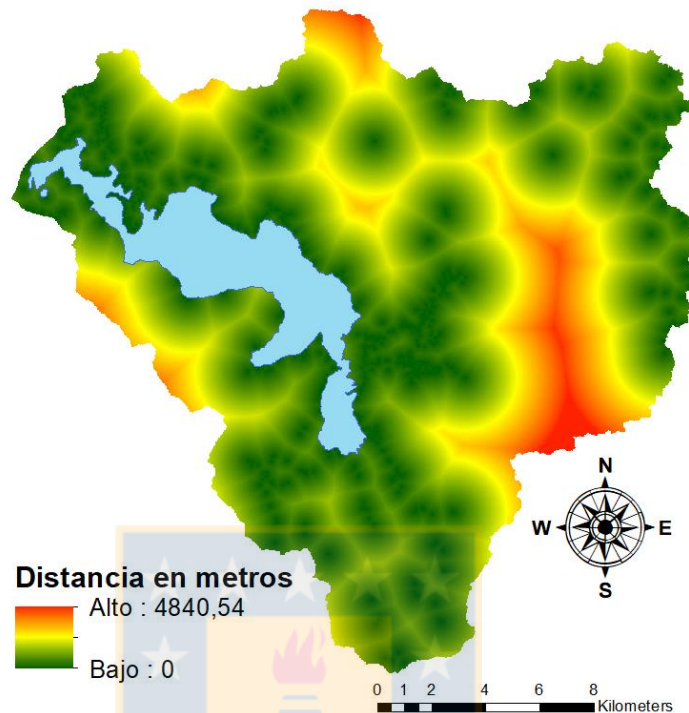


Figura 17. Distancia a centros poblados.
Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

Para la distancia a proyectos (figura 18) los valores se asemejan a los obtenidos para zonas pobladas, siendo la mayor distancia cercana a los 4,5km. Los proyectos correspondientes a la central termoeléctrica y a la central hidroeléctrica Gustavito se emplazan junto al Fundo el Peral (sur de Contulmo) y en el estero Provoque que alimenta el valle de Elicura respectivamente. Por otro lado, la red de distribución eléctrica se ubica siguiendo el camino principal que bordea la ribera norte del lago Lanalhue y se expande en las localidades de Huilquehue, Elicura y Contulmo. Es interesante el caso de la termoeléctrica Contulmo, puesto que es una central muy poco conocida, propiedad de Sagesa y que se encuentra en funcionamiento desde el año 2012 la cual entra en la categoría de “pequeños medios de generación (PMG), (“[MAPA] Proyectos y centrales termoeléctricas en el Bio-Bio y Ñuble”, 2017).

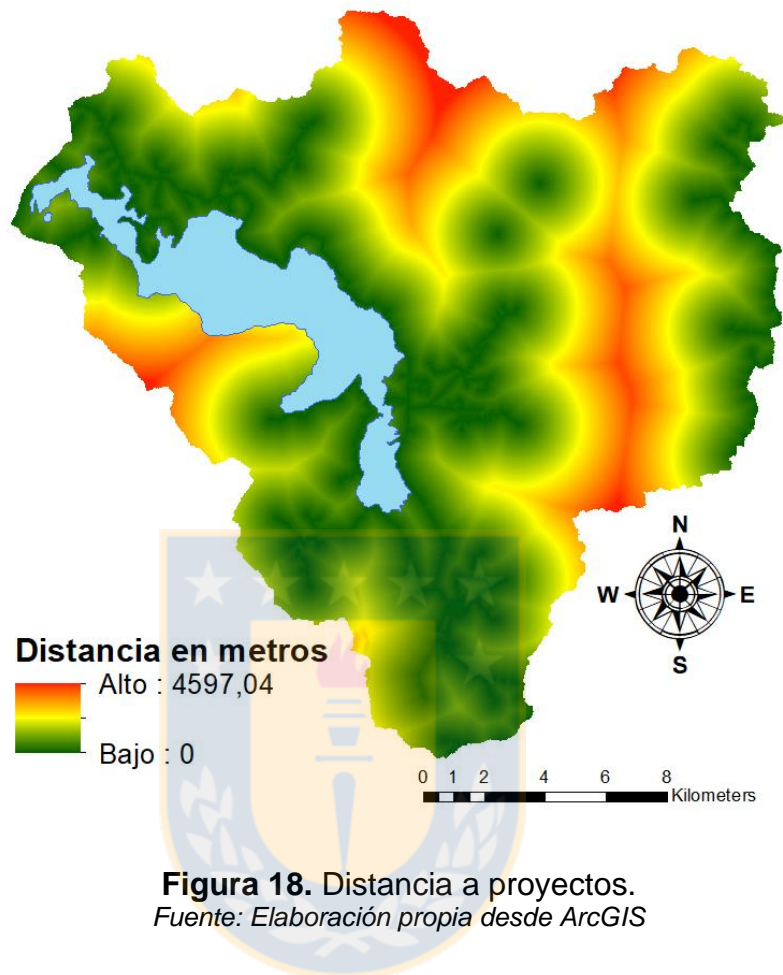


Figura 18. Distancia a proyectos.
Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

Finalmente, la ocurrencia de incendios (figura 19) se concentra al sur de Contulmo, al norte del estero Buchoco, a los alrededores de Peleco y Huilquehue y en la parte más alta (noreste) del estero Provoque, donde se ubica El Natre. Los eventos considerados ocurrieron en un periodo de 10 años, desde el 2005 al 2015 según información de CONAF. Ningún evento se registró dentro de este periodo en la parte alta de la subcuenca del estero Calebu, al este de la cuenca, con lo cual la distancia máxima se da a los 10,3km aproximadamente.

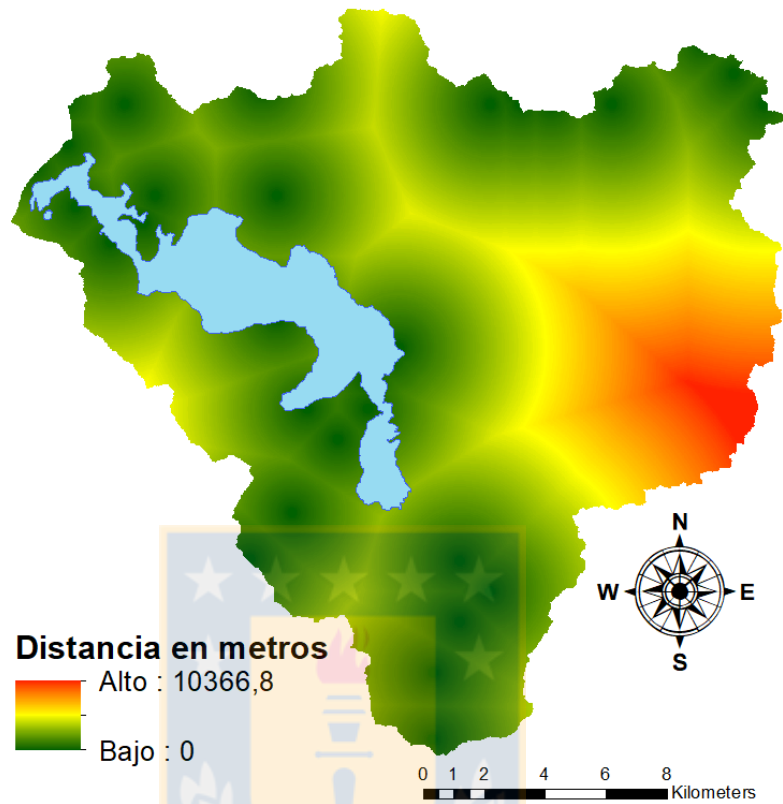


Figura 19. Distancia a incendios.
Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

5.1.6. Áreas de Valor Ecológico

De la superposición de los mapas asociados a cada métrica a través del software Zonation se obtuvo una cartografía que ilustra las áreas de valor ecológico de la cuenca. Ésta fue clasificada en 5 rangos: Muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (figura 20). Los porcentajes de cobertura de cada una de las valoraciones se presentan en la tabla 7.

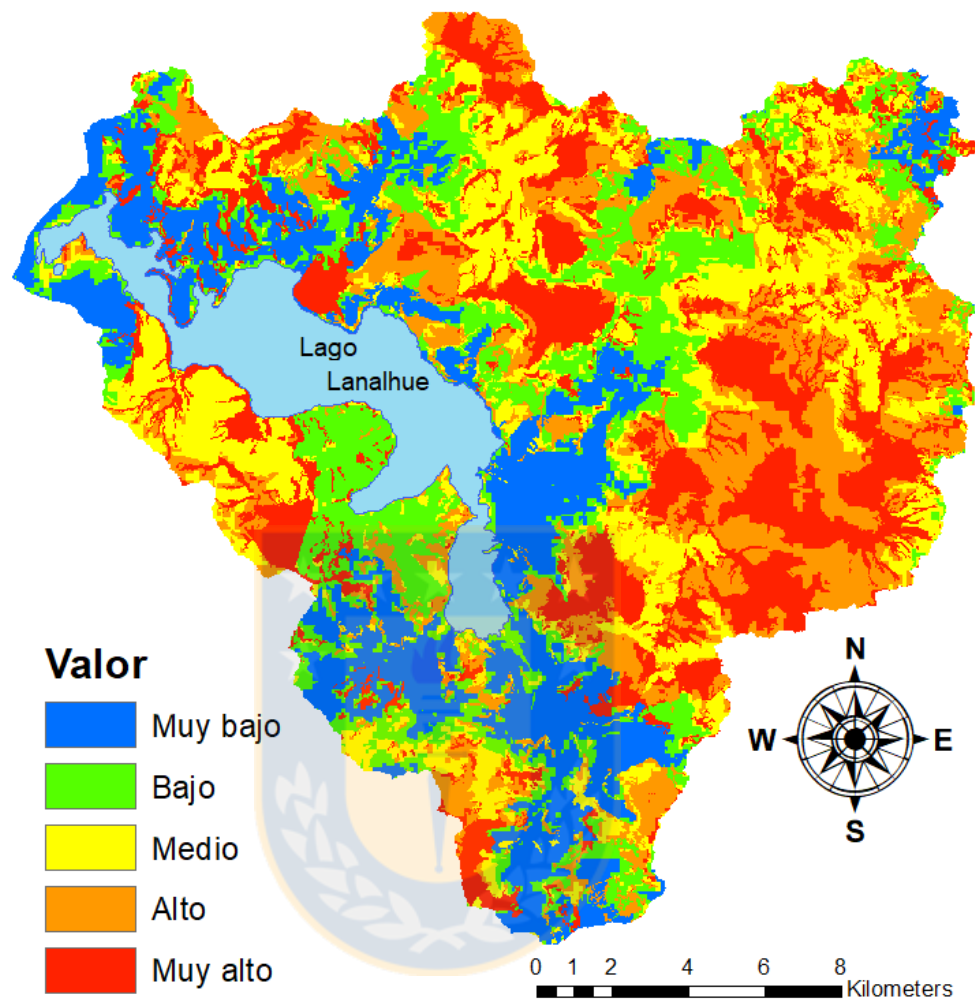


Figura 20. Áreas de valor ecológico en la cuenca del Lago Lanalhue.
Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

Tabla 7. Porcentaje de cobertura en la cuenca del lago Lanalhue de los 5 niveles de valor ecológico.

Valor ecológico	Porcentaje dentro de la Cuenca (%)
Muy bajo	19,6
Bajo	20
Medio	20
Alto	20
Muy alto	20,4

Fuente: Elaboración propia

Se observa que las cinco categorías de valoración se distribuyen de manera homogénea. La valoración “muy alta” posee la mayor cobertura, con un 20,4%. Ésta, en conjunto con la valoración “alta” alcanza un 40,4% del área de la cuenca. Ambas se concentran principalmente en la porción este, donde, además, aumenta la cantidad de bosque renoval y nativo adulto. Destacan las riberas de esteros con cubierta nativa en sus nacientes.

En la porción noreste los parches nativos, aunque dispersos, aumentan en tamaño y cantidad, lo cual se traduce en un mayor valor ecológico en la cuenca. En zonas donde los parches nativos se alejan unos de otros y disminuyen en tamaño se produce un decaimiento en la calidad de conservación. En relación a lo anterior, los valores medio y bajo comparten el mismo porcentaje de cobertura dentro de la cuenca, 20% y se ubican principalmente en aquellas zonas destinadas al monocultivo forestal, particularmente en aquellas donde los parches de bosque renoval se encuentran más distantes unos de otros.

La valoración “muy baja” cubre un 19,6%, siendo éste el menos presente en la cuenca. Las zonas correspondientes a esta valoración se concentran al sur y noroeste de la cuenca, las que se asocian principalmente a la actividad agropecuaria. Dos de estas áreas de más bajo valor ecológico se ubican en sitios de emplazamiento de comunidades mapuches lafquenches, que son quienes llevan a cabo la actividad agrícola y ganadera en estas zonas.

El valor ecológico apunta a establecer las mejores áreas para la conservación, la cual busca mantener intacta la naturalidad de los ecosistemas, o en el mejor estado posible. Por esta razón, aquellas zonas menos intervenidas por actividades antrópicas o eventos disruptivos son las más ideales para lograr los objetivos de conservación, donde la cercanía entre áreas de alto valor ecológico aporta a la conectividad entre éstas.

Es importante considerar que la valoración ecológica obtenida en la cuenca del lago Lanalhue se divide entre sus categorías dependiendo del estado interno de la cuenca. Es decir, que los valores de “muy alto”, por ejemplo, no indican necesariamente que las características sean óptimas para conservar, sino que dentro de la misma cuenca son las que poseen las mejores condiciones.

Cabe destacar que en la actualidad aún no se han construido las centrales hidroeléctricas Gustavito y Provoque, previstas para ser instaladas en el estero Provoque, ambas centrales de pasada, (2,1MW y 1,4MW, respectivamente) de la empresa transnacional española Hidrowatt (Ochoa, 08 de junio de 2018). Estos proyectos presentan una fuerte oposición de las comunidades mapuches del valle de Elicura, el cual se abastece principalmente de este estero, además, del estero San Carlos. El emplazamiento de este proyecto afectaría a 1400 personas que habitan esta zona, correspondientes a 8 comunidades mapuches (Freixas, 14 de enero de 2019).

En adición a lo anterior toma importancia el hecho de que en el área donde se proyecta la construcción de estas hidroeléctricas se ubica el parche de bosque nativo más extenso de los que se encuentran en la cuenca con 3,4km², y el octavo más grande considerando los parches de renovales nativos. Sin embargo, el hecho que sea un bosque nativo adulto le otorga más valor de conservación, puesto que mantiene sus condiciones naturales sin intervención antrópica. Con estas características su valor ecológico debiese ser “muy alto”, sin embargo, el trabajo de análisis considera la presencia de la central hidroeléctrica Gustavito y Provoque, por lo que el indicador de “distancia a proyectos” lo afecta directamente, disminuyendo su valor ecológico a la categoría “alto”.

5.2. Priorización de Zonas para la Restauración

Al igual que con el proceso de obtención del valor ecológico de la cuenca, la determinación de zonas prioritarias para la restauración se hizo en base a una

serie de criterios con sus respectivos indicadores y métricas, de las cuales una gran parte no se pudo incluir en el estudio debido principalmente a la falta de información disponible. Particularmente el caso de la métrica “Áreas afectadas por incendios con severidad media-alta y alta en el año 2017” no se pudo aplicar puesto que no se cumplía la condición para la cuenca del Lanalhue, es decir, no se registraron eventos de esas características para el año 2017. Los indicadores utilizados para el análisis final se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Indicadores finales incluidos en el análisis de priorización para la restauración.

Criterio	Indicador	Métrica
Pérdida de procesos hidrológicos clave	Ausencia de ecosistemas naturales ribereños	Zonas ribereñas sin vegetación nativa (Buffer 60m)
	Ausencia de bosques nativos en cabecera de la cuenca	Cabeceras de subcuencas sin cobertura de bosques nativos (Sección alta según perfil longitudinal)
Especies en riesgo de extinción	Especies Amenazadas	Presencia de especies en categoría de conservación (VU, EN, CR) en áreas con usos antrópicos.
Fragmentación	Fragmentación de ecosistemas naturales	Parches de bosque nativo de pequeño tamaño (<100 ha) y sometido a efecto de borde (alto contraste)

Fuente: Elaboración propia a partir de Laboratorio de Ecología de Paisaje, Universidad de Concepción, 2018

5.2.1. Zonas ribereñas sin vegetación nativa

Para definir las riberas se utilizó un buffer de 60m a lo largo de todos los cauces y del lago Lanalhue (figura 21) Dentro de este perímetro se observa que la gran parte del borde costero del lago carece de presencia de bosque nativo, y que el que existe corresponde mayoritariamente bosque renoval. La ausencia de esta cobertura se debe principalmente a la actividad agropecuaria, la cual utiliza suelos hasta muy cerca de la ribera del lago, la que se intercala con la presencia

de matorral y terrenos húmedos. De forma similar, gran parte de las riberas de los ríos se encuentran sin cobertura nativa. En estos sitios predominan las actividades agropecuaria, concentrada en las zonas cercanas a las desembocaduras en el lago; y forestal, la que se concentra hacia las partes altas y nacientes. Los esteros El Huilquehue, Elicura, Provoque, San Carlos, Ranguilmo, Calebu, Rivas, El Peral, Buchoco, Puyehue y Tromen se ven especialmente afectados por la actividad agropecuaria, lo cual se traduce en la ausencia de bosque nativo en las riberas de sus cauces.

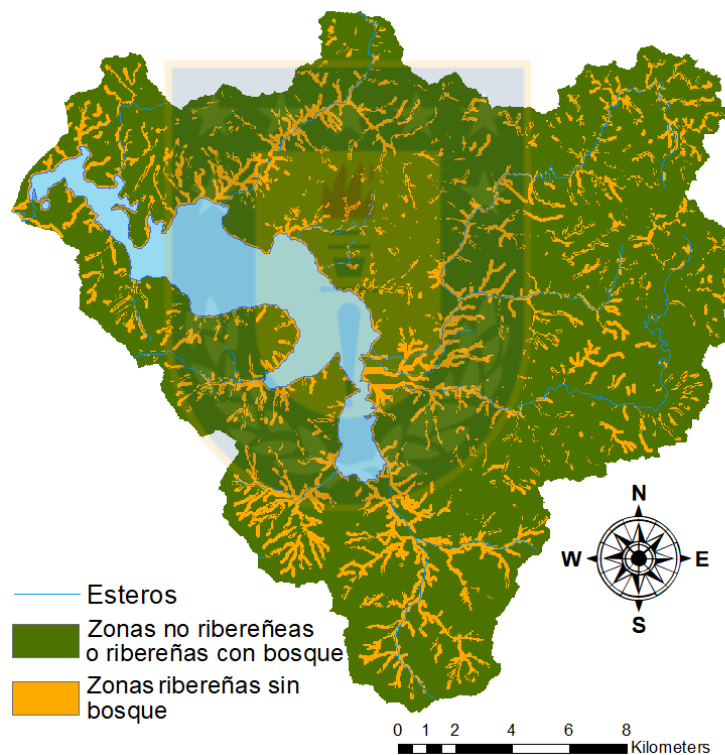


Figura 21. Zonas ribereñas sin vegetación nativa.

Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

Cuantitativamente, las zonas ribereñas sin cobertura vegetal nativa corresponden al 15,1% del total de la cuenca y al 61,6% de todas las zonas ribereñas. Es decir, la mayoría de las zonas ribereñas carecen de cobertura

nativa. Contrariamente, el porcentaje de zonas ribereñas con vegetación nativa corresponde al 38,4% del total de zonas ribereñas.

5.2.2. Cabecera de subcuencas sin cobertura de bosque nativo

Del perfil longitudinal de las subcuencas se determinaron sus partes altas (figura 22), donde se observa que todas ellas cuentan con zonas donde no existe cobertura nativa. Estas áreas abarcan el 29,8% del total del área de la cuenca.

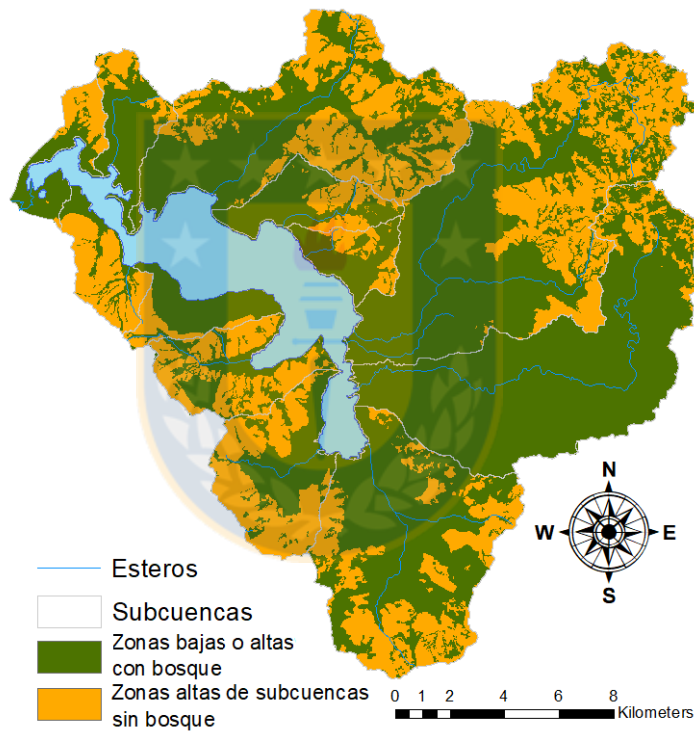


Figura 22. Cabeceras de subcuencas sin cobertura de bosques nativos.

Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

La subcuenca del estero Calebu es la menos afectada, mientras que la del estero Buchoco presenta casi la totalidad de su cabecera sin cobertura nativa. En estas zonas el uso de suelo principal por el que se reemplazan los bosques nativos,

renovales o mixtos es el uso destinado a la actividad forestal, es decir, a monocultivos de pino y eucalipto.

Las zonas altas de las subcuencas son de especial interés puesto que las pendientes son más elevadas, lo cual favorece el arrastre de sedimentos hacia los esteros y, en consecuencia, hacia el lago provocando la contaminación del mismo. Cualquier utilización de fertilizantes, pesticidas, herbicidas o cualquier químico será arrastrado de la misma forma hacia los cuerpos de agua generando contaminación química y eutrofización, situación en la que se encuentra actualmente el lago Lanalhue.

Considerando que el uso de suelo principal en estas zonas es el forestal, las prácticas insostenibles de manejo de los monocultivos toman mayor relevancia, como es el caso de la tala rasa. Ésta consiste en la tala completa de todo un sector de plantación, lo cual deja al suelo expuesto a las lluvias y los vientos, provocando erosión y arrastre de sedimentos. Este fenómeno se ve potenciado por las altas pendientes que se encuentran en las cabeceras de las subcuencas. Esto, en adición a las riberas de los ríos que se encuentran sin cobertura nativa, incrementa la tasa en la que entran agentes externos a los cauces de los ríos como consecuencia de la actividad forestal.

5.2.3. Presencia de especies en categoría de conservación en áreas con usos antrópicos

Al igual que en la métrica de ecosistemas naturales con riqueza de especies de flora y fauna endémicas y/o amenazada realizada para determinar el valor ecológico de la cuenca, no se consideró en el análisis especies de fauna por falta de información al respecto (figura 23).

Las especies de flora con problemas de conservación dentro del área de estudio con las que se hizo el análisis estuvieron categorizadas como vulnerables (VU) y

en peligro (EN). No se encontraron especies que estuviesen en peligro crítico (CR).

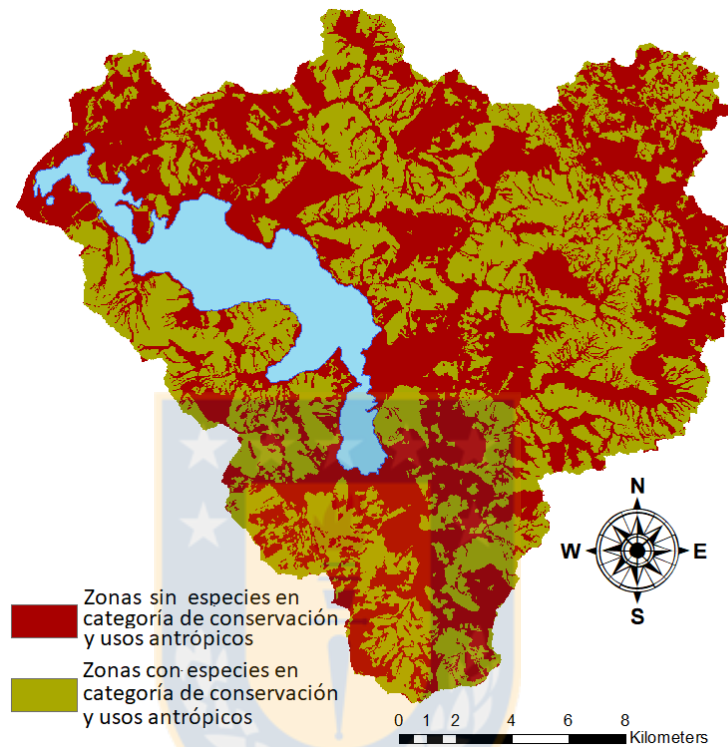


Figura 23. Presencia de especies en categoría de conservación en áreas con usos antrópicos.

Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

Se observa que la mayoría de las zonas con usos antrópicos y presencia de especies nativas en categoría de conservación se asocian a la actividad forestal. Esta situación no se repite para el uso de suelo agropecuario, el cual corresponde al segundo uso suelo destinado a actividades antrópicos más amplio en el territorio de cuenca.

Cuantitativamente, el área de uso antrópico con presencia de especies en categoría de conservación vulnerable o amenazada corresponde al 44,08% en relación al total de la cuenca. Este es un valor más bien probabilístico, puesto

que la información disponible indica que se encontró presencia de especies en categoría de conservación en usos de suelo destinados a la actividad forestal, pero no especifica los puntos exactos donde se encontraron estas especies. Por esta razón se considera que en todo el uso de suelo forestal existe la posibilidad de encontrar especies en categoría de conservación.

5.2.4. Parches de bosque nativo de pequeño tamaño sometidos a efecto de borde

Debido a la extensa actividad forestal y agropecuaria que se desarrolla en la cuenca, todos los parches de bosque nativo, ya sean estos renovales, adultos o mixtos, están sometidos a efecto de borde. Es decir, la transición entre ecosistemas boscosos y los otros demás usos de suelo adyacentes, genera un cambio abrupto, lo que se traduce en un alto contraste entre ecosistemas. Esto genera cambios microclimáticos y en las condiciones del suelo, lo cual genera modificaciones en la estructura vegetacional a lo largo del perímetro del parche de bosque nativo (Peña-Becerril et al, 2005). Estos cambios pueden significar variaciones en la abundancia de especies y en la regeneración de nichos (Stevenson & Rodríguez, 2008).

De todos los parches nativos, renovales y mixtos se seleccionaron aquellos más susceptibles al alto contraste debido a su pequeño tamaño, en particular, menor a 100ha (1km²). Del total de la cuenca, los parches de bosque nativo de pequeño tamaño sometidos a efecto de borde corresponden al 11,4% (figura 24). Del total de solo el bosque nativo, mixto y renoval, los parches de pequeño tamaño sometidos a efecto de borde corresponden al 38%.

Se observa que la mayor causa de la fragmentación de los bosques nativos es la actividad forestal. Las plantaciones de monocultivos rodean gran parte de los parches nativos aislándolos unos de otros, disminuyendo la conectividad e impidiendo el desplazamiento de especies que necesitan de cobertura vegetal para trasladarse. Este fenómeno se agrava en los casos en que los dueños de

predios dedicados al monocultivo forestal realizan prácticas como la utilización de herbicidas, eliminando el sotobosque e imposibilitando aún más el desplazamiento de las especies entre un parche de bosque nativo y otro.

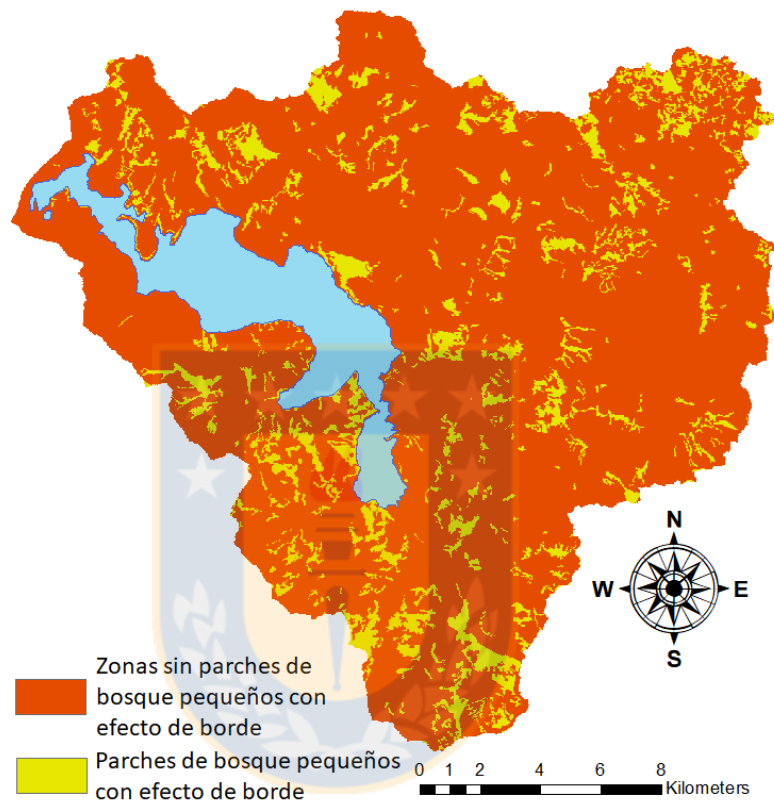


Figura 24. Parches de bosque nativo de pequeño tamaño y sometido a efecto de borde.

Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

5.2.5. Priorización de Zonas para la Restauración

La mayor prioridad para restaurar (figura 25) ocurre en las zonas donde existe menor presencia de bosque nativo, y el que existe, se encuentra disperso y con una baja conectividad. Esto se observa en el sector noreste, sur y suroeste de la cuenca predominantemente, donde la actividad forestal es la principal causa de esta fragmentación. Destacan también gran parte de las riberas de esteros, con

un muy alto o alto nivel de prioridad. De igual manera, gran parte del borde costero del lago Lanalhue posee estos mismos niveles de prioridad, lo cual repercute directamente en la calidad de las aguas del mismo, puesto restaurar su rívera es un factor clave en mejorar la captación de sedimentos y otros elementos exógenos al cuerpo de agua, mejorando su estado. En este sector la actividad principal que desplaza la cobertura vegetal es la agropecuaria.

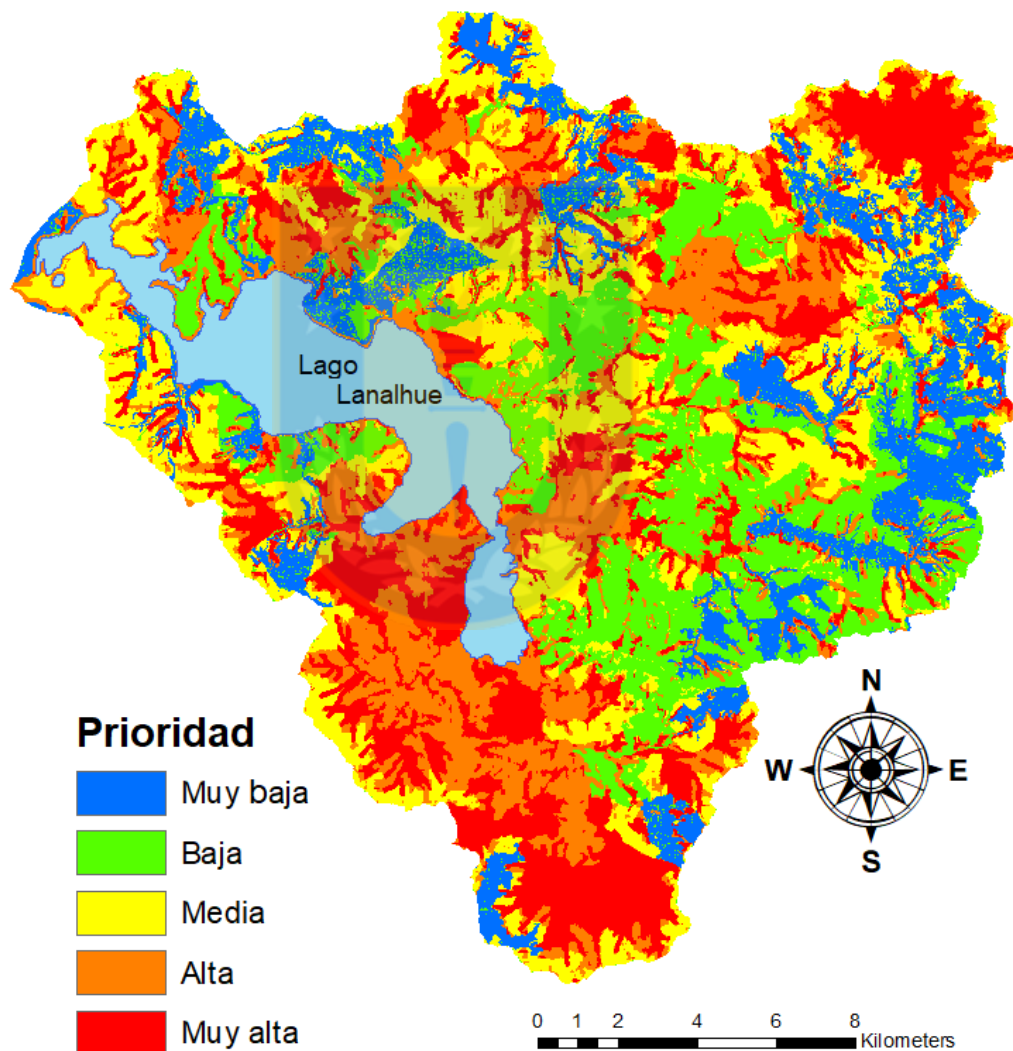


Figura 25. Priorización de zonas de restauración según indicadores ecológicos.
Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

En las partes altas de las subcuencas del sector norte se intercalan prioridades de restauración más bajas y más altas, esto debido a que la mayor parte de los bosques nativos, principalmente renovales, se encuentran en estas zonas, otorgando valores bajos de prioridad y elevándolos a medida que la dispersión de éstos aumenta. En esta misma área se encuentran los parches más grandes y mejor conectados entre ellos. Sin embargo, debido a las altas pendientes de estas zonas, la pérdida de la cobertura y su reemplazo por otros usos de suelo, principalmente forestal, tienen una consecuencia más grave que en terrenos con pendientes más bajas puesto que se potencia el arrastre de sedimentos por lluvia, en particular tras eventos de tala rasa en monocultivos forestales.

Si bien la restauración propuesta mejoraría la conectividad entre parches nativos dispersos, falta incorporar una métrica o una herramienta específica para esto. El programa Zonation incorpora la conectividad a través de su metodología de priorización, pero no la apunta directamente.

Los porcentajes que cubren las áreas correspondientes a cada nivel de priorización se indican en la tabla 9.

Tabla 9. Porcentaje de cobertura en la cuenca del lago Lanalhue de los 5 niveles de priorización para restaurar según indicadores ecológicos.

Nivel de Priorización para la restauración	Porcentaje dentro de la Cuenca (%)
Muy bajo	19,6
Bajo	20
Medio	20
Alto	20
Muy alto	20,4

Fuente: Elaboración propia

Resulta interesante retomar el caso de análisis realizado para las áreas de valor ecológico en relación al parche de bosque nativo adulto más grande de la cuenca. En este caso no se incluyeron indicadores que tuviesen relación con la presencia de proyectos de infraestructura. Debido a esto, el parche, por su alto estado de naturalidad y conservación, presenta un nivel de priorización para la restauración

de “Muy bajo”. Esta situación cambiaría drásticamente si se emplazaran las centrales hidroeléctricas Gustavito y Provoque, aumentando su necesidad de restauración.

Al analizar los indicadores usados, éstos hacen énfasis en la presencia de cobertura boscosa en áreas especialmente delicadas. Se considera, por ejemplo, la cabecera de cuencas, sitios donde es particularmente determinante la presencia de cobertura boscosa permanente debido al alto riesgo de deslizamientos que pueden provocar accidentes o bloquear caminos afectando a las comunidades cercanas, y por el arrastre de sedimentos hacia cauces de agua lo cual provoca su contaminación de diversas formas. Se consideran también las zonas ribereñas, las cuales son otro sitio determinante en relación a la presencia cobertura vegetal, ya que funcionan como hábitat para un gran número de especies y provee protección para los cuerpos de agua que circunda, protegiéndolos de agentes externos y manteniendo la calidad de sus aguas.

Finalmente, si se consideran los niveles de prioridad muy alto y alto como los sitios prioritarios para restaurar, éstos abarcarían el 40,4% de la superficie total del área de estudio. Dicho de otra forma, la superficie ideal para restaurar según indicadores ecológicos abarcaría casi la mitad de la cuenca, sin embargo, este valor no refleja los sitios donde es factible llevar a cabo acciones concretas de restauración.

5.3. Oportunidades de Restauración

5.3.1. Oportunidades de implementación

Para obtener las oportunidades de implementación según el análisis de factibilidad y necesidad se lograron contactar a 16 actores relevantes dentro de la cuenca. Entre ellos se encontraron representantes de las comunidades mapuches del valle de Elicura, instituciones públicas, organizaciones no

gubernamentales, instituciones educativas locales, académicos y la ciudadanía.

Se conversó en persona con todos ellos en dos instancias principalmente: El foro “Caramávida ¿Santuario de la Naturaleza?” realizado en Caramavida, ubicado a casi aproximadamente 16 km de Cañete, instancia en la que se presentaron diversas opiniones entre los habitantes de la zona, empresas forestales (CMPC y Arauco), docentes y la ONG Fundación Nahuelbuta entre otros; y en la actividad “Travkintun Palive 2019”, evento abierto a la comunidad realizado en el Valle de Elicura donde las diversas comunidades mapuches del lugar pudieron ofrecer al público asistente diversas muestras culturales, gastronomía y artesanía.

De todos los actores contactados se pudo aplicar correctamente el instrumento de consulta a 12 de ellas, con lo que se supera en 2 el número previsto de entrevistas a realizar. De éstas, 3 corresponden a mujeres y 9 a hombres. Los detalles de los entrevistados se encuentran en el Anexo 3. De todas formas, las opiniones recogidas de los demás actores también se incluyen en la discusión de este informe.

Los valores otorgados por los actores clave a las subáreas en las que se dividió la cuenca variaron de 1 a 3 según lo expuesto en la metodología. A las áreas que no recibieron ningún valor se les otorgó el valor 0. Las medias de estas valorizaciones por cada subárea (figura 26) variaron entre 0 y 0,83, dónde el valor menor indica que ningún actor relevante clasificó aquellas subáreas con algún nivel de factibilidad o necesidad. De forma contraria, el valor promedio mayor fue de 0,83, donde hubo mayor incidencia de valores cercanos a 3.

Se observa que el sector del Valle de Elicura posee un alto valor para la restauración. Esto, según las opiniones de los entrevistados, se da por el alto aprecio hacia las comunidades mapuches que allí habitan. En reiterados comentarios se destaca la importancia del valor biocultural de la zona y se comenta la posibilidad y factibilidad de realizar restauración ecológica

comunitaria con la gente del sector. Se enfatiza en la realización de acciones de restauración en la ribera del lago Lanalhue en esta zona y de los esteros Calebu, Ranguilmo y Elicura, alrededor de los cuales se emplazan las comunidades y de los cuales se abastecen. De esta forma se lograría evitar la entrada de sedimentos y nutrientes a los cuerpos de agua producto de la actividad agropecuaria que las mismas comunidades mapuches llevan a cabo en el Valle, con tal de lograr la provisión sustentable de los servicios ecosistémicos y que de esta forma las comunidades puedan continuar sus actividades tradicionales agrícolas y ganaderas sin degradar el ecosistema y disminuir la calidad de las aguas de las que dependen. Se propone incluso la utilización del luchecillo del lago como fertilizante natural.

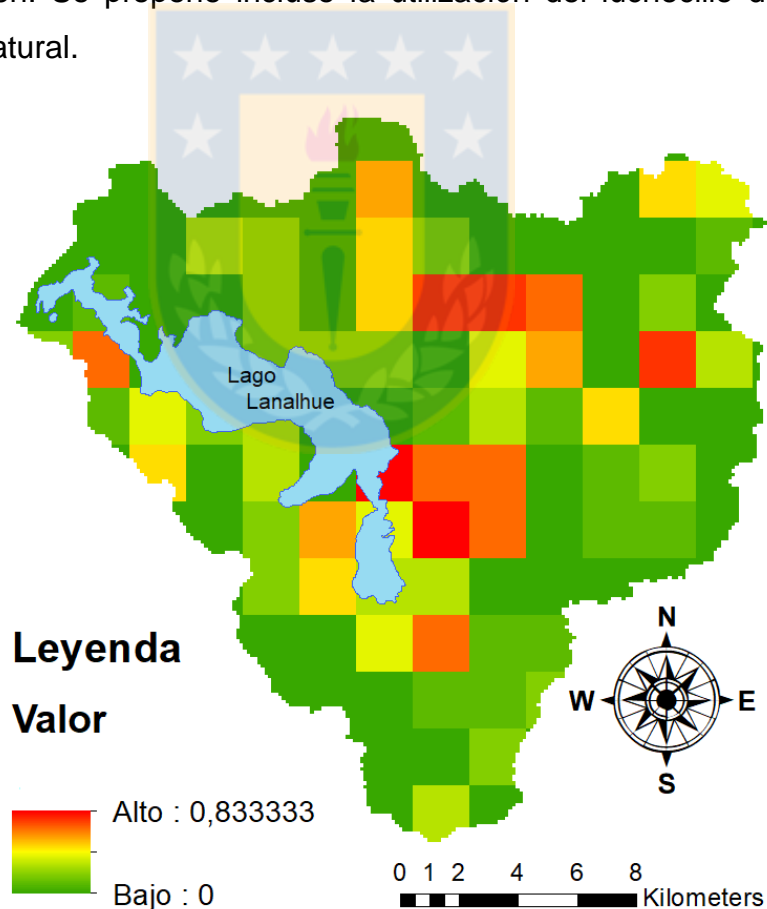


Figura 26. Oportunidades de implementación según factibilidad y necesidad de restauración de acuerdo a la evaluación de actores relevantes.

Fuente: Elaboración propia desde ArcGIS

Con el mismo objetivo de restaurar la calidad de las aguas con las que se abastece el Valle de Elicura, se destacan las nacientes de los esteros Calebu, San Carlos y Provoque y todo el sector circundante. Esto para proteger la calidad de las aguas que finalmente abastecen al valle y llegan al lago. Además, se considera como otro factor importante la alta fragmentación de los bosques renovales de esta zona por el alto potencial de estos parches dispersos para aumentar la conectividad entre bosques de mayor superficie. Se menciona que la presencia de estos bosques renovales facilita la restauración pasiva de zonas aledañas por medio de las aves como dispersoras naturales, lo que permitiría disminuir los costos de manejo y restauración, aumentando la factibilidad.

Esta misma situación se repite para la naciente del estero Huilquehue, donde se presenta además una valoración media elevada por parte de los actores clave. Aquí disminuye la abundancia de parches renovales pequeños dispersos, pero su presencia aún facilita la restauración, además que conecta áreas más amplias de bosque nativo, generando corredores biológicos para las especies de fauna que habitan la cuenca, con particular interés en las especies en categoría de conservación como el zorro de Darwin, el sapo de Contulmo y la ranita de Darwin. Un área importante que se lograría conectar sería al Parque Ecológico Reussland, ubicado al oeste del estero Huilquehue. Por otro lado, en este sector se emplazan dos fundos con disposición para conservar, lo cual aumenta considerablemente la factibilidad para restaurar. Estos son los fundos Paillahue y El Natri.

La disposición para conservar es un factor determinante para lograr llevar a cabo la restauración. Otros sectores destacados donde se presenta esta característica es en el sector El Natre, donde se menciona la presencia de una cooperativa de mujeres para la restauración ecológica. Ellas aprovechan los servicios ecosistémicos que provee el bosque nativo, particularmente la recolección de avellana, por lo que este sector sería propicio para realizar restauración

comunitaria, la cual, según la experiencia, se evidencia que es más efectiva que la realizada por empresas contratistas. Se menciona, además, que esta zona de la cuenca es la más cercana al Parque Nacional Nahuelbuta, por lo que su restauración aportaría a conectar esa área con la cuenca.

Otros predios donde puede haber factibilidad para restaurar son aquellos administrados por CONAF. Éstos se ubican al sur de la cuenca, en el área entre Contulmo, el fundo El Peral y el fundo El Porvenir, ambos, además, con disposición para la conservación. Esta zona recibe una valoración menor que las ubicadas al norte de la cuenca. La presencia de estos terrenos otorga la posibilidad de lograr un acuerdo para la restauración, la cual también adquiere relevancia por la presencia del estero El Peral, el cual abastece de agua a Contulmo, por lo que es importante mantener la calidad y cantidad del recurso hídrico.

Otra zona de relevancia y con alto puntaje, es donde también es posible encontrar la presencia de comunidades mapuches. Se ubica en la ribera noroeste del lago, al sur de Lanalhue en la Comuna de Cañete. Este sector también presenta alta actividad agropecuaria, además, de terrenos húmedos que sirven como ecosistema de transición entre el lago y los bosques, además, de presentar un gran número de servicios ecosistémicos que ayudan a mantener la calidad de las aguas del lago y funcionar como sitio de descanso y anidación para la avifauna.

Con respecto a lo anterior, en general las perspectivas de los actores relevantes indican un alto valor para las zonas ribereñas, tanto del lago como de los esteros. Se menciona la importancia de la cobertura vegetal en estas áreas en reiterados casos, con tal de proteger la calidad de las aguas de elementos exógenos y contaminantes como los sedimentos provenientes del arrastre por lluvia y la erosión, con énfasis en las riberas de esteros intervenidos con uso de suelo destinado a los monocultivos forestales y altas pendientes, es decir, en la naciente de los mismos. De la misma forma, se prioriza el borde costero del lago

Lanahue en aquellas zonas donde la actividad agropecuaria llega hasta la misma ribera, enfatizando la necesidad de disminuir la entrada de tóxicos provenientes de fertilizantes u otros químicos utilizados en la industria agraria y de las heces de animales de ganadería, además, de nutrientes como nitrógeno y fósforo que provocan la eutrofización del lago. Se menciona la importancia de mantener la relación entre ecosistemas dependientes, como la transición entre el lago, humedal, bosque hidrófilo y bosque. Se propone restaurar las zonas húmedas con las especies Temú (*Blepharocalyx cruckshanksii*) y Pitra (*Myrceugenia exsucca*), utilizando las especies exóticas presentes (sauce y mimbre) como nodrizas, las que contribuyen a que se establezcan otras especies nativas más sensibles y tardías como las mencionadas anteriormente.

A través de este resultado se logra incluir en el análisis el conocimiento y la percepción de actores que representan a la comunidad que habita la cuenca del lago Lanahue, otorgando perspectiva a los resultados finales.

5.3.2. Oportunidades de restauración

Del cruce entre los sitios prioritarios para la restauración y la cartografía de factibilidad y necesidad se obtuvieron las oportunidades de restauración (figura 27) Éstas se jerarquizaron en tres categorías: bajo, medio y alto, cuyos porcentajes de cobertura dentro en la cuenca se presentan en la tabla 10.

Cabe recordar que, del total del área de la cuenca, los sitios prioritarios para restaurar (valoración alta y muy alta) corresponden al 40,4% de la cuenca. De este porcentaje, las áreas de mayor oportunidad según la jerarquización equivalen al 17,5%, mientras que para el área completa equivalen al 7,1%. Por otro lado, las áreas de oportunidad media equivalen al 32,5% de los sitios prioritarios, mientras que en relación al área de la cuenca abarcan el 13,1%. Finalmente, las áreas de baja oportunidad dentro de los sitios prioritarios equivalen al 50%, lo cual corresponde a un 20,2% dentro del área total.

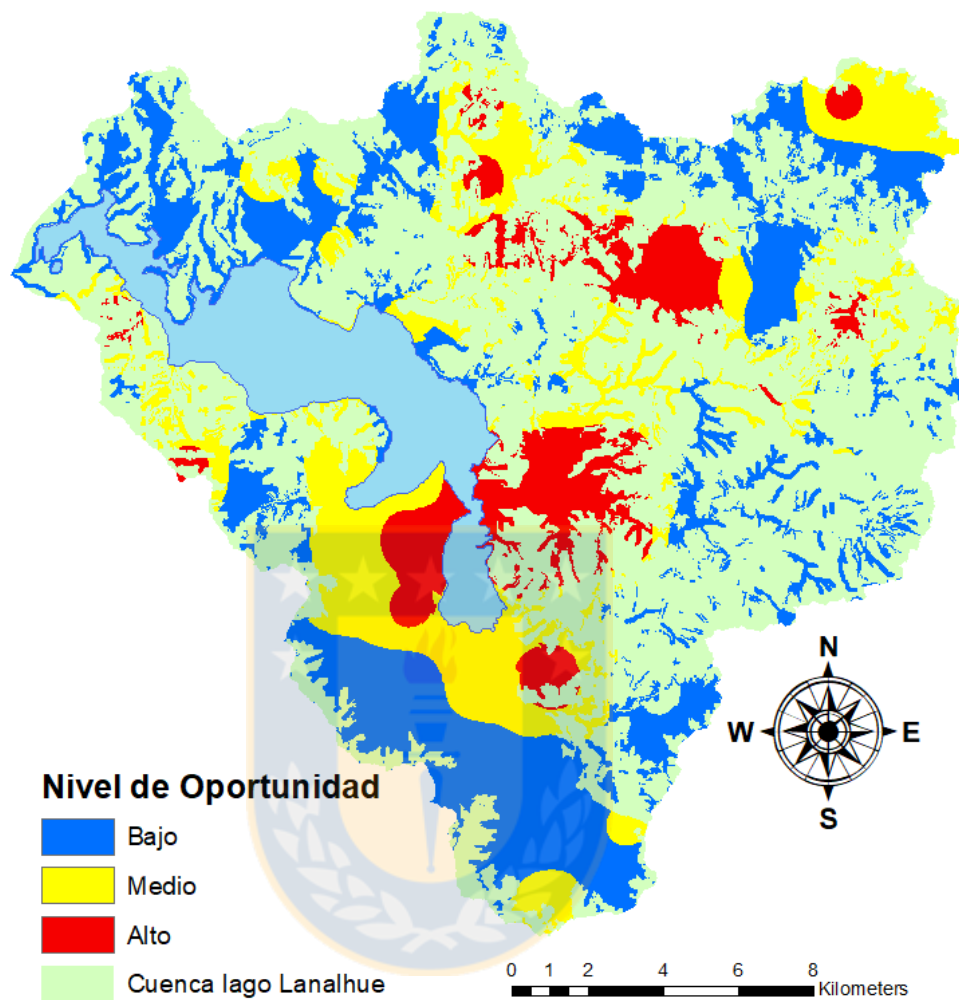


Figura 27. Oportunidades de restauración.
Elaboración propia desde ArcGIS

Tabla 10. Porcentaje de cobertura en la cuenca del lago Lanalhue de los 5 niveles de priorización de las oportunidades de restauración identificadas.

Nivel de Oportunidad para la restauración	Porcentaje dentro de la Cuenca (%)
Bajo	20,2
Medio	13,1
Alto	7,1
Sitios no prioritarios para restaurar	59,6

Fuente: Elaboración propia

Se observa que las áreas de mayor oportunidad se encuentran ubicadas principalmente en el valle de Elicura, al sur de Lanalhue, al norte del fundo Paillahue, en Punta de Sapos en la ribera sur del lago al suroeste de Elicura, al sur de Elicura en el estero El Peral y en el área que abarca aproximadamente desde el este del fundo Paillahue hasta la naciente del estero San Carlos.

Adicionalmente, las áreas de oportunidad media se ubican en general alrededor de las zonas de alta oportunidad. Una excepción es la zona que se ubica entre los fundos El Porvenir y El Peral en el extremo sur de la cuenca.

Si bien la gran parte de las riberas de esteros y del lago poseen prioridad para la restauración según indicadores ecológicos, la jerarquización de las oportunidades de restauración indica como más necesarias restaurar aquellas riberas de esteros que aporten a las zonas de importancia cultural, como son los esteros San Carlos, Provoque y Calebu que abastecen al Valle Elicura. Algo similar ocurre con el borde costero del lago Lanalhue, puesto que aquellas riberas clasificadas con un alto nivel de oportunidad se encuentran en zonas altamente factibles de restaurar, como por ejemplo Punta de Sapos y la ribera correspondiente al Valle de Elicura.

La zona que se encuentra entre el norte y este del fundo Paillahue y las nacientes de los esteros San Carlos y Calebu se indica como un área de alta oportunidad. Esto no se asocia a la factibilidad relacionada con disposición de propietarios de terrenos privados, si no a la baja dificultad y complejidad que realizar acciones de restauración tendría en el área debido a la amplia presencia de parches renovales y nativos dispersos, permitiendo la aplicación de técnicas pasivas de restauración. Por otro lado, la necesidad relacionada con esta zona se asocia tanto a la protección de los esteros que allí nacen, como a la conectividad entre los parches actualmente presentes, sobre todo entre las mayores áreas de bosque alrededor del fundo Paillahue y Chanchan con las otras áreas extensas de bosque al este de la cuenca.

La zona al sur de Elicura en el estero El Peral se encuentra ubicada en un fundo con disponibilidad para la conservación, lo cual se traduce en una alta oportunidad.

De la misma forma, el sector de El Natre cuenta con todas las características que la convierten en un área de alta oportunidad de restauración. Esto se debe a que en esta zona ya existe la iniciativa de restaurar y por consiguiente la disposición. Además, también presenta la característica de poseer parches nativos dispersos, facilitando las acciones de restauración.

Al sur de la cuenca se ubica un área con un nivel de oportunidad medio. Sin embargo, esta zona también cuenta con la presencia de dos predios con disposición para la restauración, los fundos El Porvenir y El Peral. Particularmente el fundo El Porvenir ubicado más hacia el este se ubica en un parche de bosque nativo adulto al cual se le otorga un alto valor ecológico, mientras que el fundo El Peral, hacia el oeste, se ubica en un área donde existe un mosaico de usos de suelo, entre agropecuario, forestal, matorral y renoval. Restaurar esta zona ampliaría el área de alto valor ecológico que se ubica en este sector.

Anexando a lo anterior, en el marco del proyecto PRELA, el equipo de EULA-Chile en conjunto con el Ministerio de Medio Ambiente, realizaron una propuesta de zonificación para la cuenca del lago Lanalhue para su ordenamiento y gestión territorial (Centro EULA-Chile & Ministerio de Medio Ambiente, 2019). En ella se delimitaron áreas destinadas para la conservación y la restauración, además de otros usos de suelo como el agropecuario, forestal, habitacional, y patrimonio cultural. La cartografía resumida y la tabla de zonas definidas se encuentran en el Anexo 4.

Al comparar las áreas con alta valoración para la conservación y los resultados de la identificación de oportunidades de restauración, según lo obtenido en este trabajo, con la propuesta de zonificación entregada por el equipo EULA-Chile se puede observar que, en cuanto a conservación, la gran parte de las áreas coinciden. Cuantitativamente hablando, la zonificación propone un área destinada a la conservación del patrimonio natural equivalente al 25,8% del total de la cuenca, mientras que los resultados de este trabajo indican que el porcentaje de área con muy alto valor ecológico es igual al 20,4%. Si se consideran las áreas con este nivel de valoración como las que finalmente se destinarán a la conservación en una posible propuesta de zonificación, entonces los valores se asemejan con un 5,4% de diferencia.

Los valores de porcentaje de cobertura por cada zona identificada se obtuvieron de la tabla de zonas definidas que se encuentra en el Anexo 4, en donde se separa la conservación del patrimonio natural de la conservación del patrimonio cultural, a diferencia de lo que ocurre con la cartografía de zonas agrupadas, donde todas las áreas destinadas a conservación se muestran juntas, al igual que las demás zonas: restauración, protección de cuerpos de agua y productiva/habitacional.

Al realizar un análisis de la localización entre las zonas de conservación en la cartografía de zonificación agrupada se observa que en general las áreas con muy alto valor ecológico según este trabajo, y la propuesta de zonas para conservación se ubican más o menos en los mismos sitios. Esto ocurre particularmente en el sector de los fundos Paillahue y El Natri, al norte de Huilquehue, al sur de la cuenca, en el área ubicada entre el estero El Natri y el estero Chanchan, al norte del estero El Peral y en las partes altas de las subcuencas de la quebrada Las Bandurrias y de los esteros San Carlos, Huilquehue y Tromen. En general, estas áreas están relacionadas a la presencia de bosque nativo adulto dentro de la cuenca.

Analizando los sitios en donde no coinciden las áreas de conservación se encuentra que, primero, en el sector que en la cartografía del Anexo 4 se muestra como Pichiwencoye, el bosque nativo presente es principalmente renoval, por lo que el valor ecológico según lo obtenido disminuye a bueno o medio a excepción de los pocos parches de bosque nativo adulto que se encuentran aquí. Ahora, cabe destacar que este sitio puede destinarse por completo para la conservación como lo propone la zonificación, permitiendo que su restauración se dé de forma pasiva, donde las especies de fauna como las aves actúan como propagadores de semillas, lo que posibilita al bosque renoval desarrollarse sin intervención humana directa.

En segundo lugar, se encuentra el parche de bosque nativo adulto donde se emplazará la central hidroeléctrica Gustavito. Esto ocurre puesto que, como ya se ha comentado, es el parche nativo adulto más extenso dentro de la cuenca, lo que le otorga un alto valor para la conservación, pero que al incluir en el análisis el emplazamiento de la central como se hizo en este trabajo, su valor disminuye considerablemente.

Las zonas que no coinciden en la conservación dentro de la cartografía son alrededor de la localidad Lanalhue y en el Valle de Elicura. Aquí la actividad principal es la agropecuaria, por lo que el uso de suelo en esta zona es más bien productivo. Sin embargo, la propuesta de zonificación incluye en su análisis de conservación el patrimonio cultural, situación que se da en estas dos localidades por la presencia de comunidades mapuches. A pesar de esto, el presente trabajo entrega en sus resultados la importancia de restaurar estas zonas, en particular las riberas de esteros y del lago. Esta acción permitiría conservar de mejor manera las tradiciones y el patrimonio cultural de las comunidades mapuches, puesto que les permitiría realizar sus actividades productivas de manera más sustentable, apuntando a la restauración en mosaico.

Por otro lado, al comparar las zonas propuestas destinadas a la restauración con las oportunidades identificadas en este trabajo encontramos que, cuantitativamente, la propuesta de zonificación otorga a este fin un 17,6% del área de la cuenca, mientras que la identificación de las oportunidades obtenidas en este trabajo otorga un 7,1% del área al valor de oportunidad alta y un 13,1% con una valoración media, las que en conjunto abarcan un 20,2% del área total de la cuenca.

Si se consideran las oportunidades medias y altas como sitios efectivos para realizar restauración, se destinaría más porcentaje de la cuenca para este fin que la propuesta de zonificación. Esto puede deberse, entre otras razones, a que los sectores analizados con presencia de comunidades mapuches, es decir Lanalhue y Elicura, son destinados para restauración en este trabajo y para conservación por la propuesta de zonificación. Esto respondería a la alta importancia que estas zonas tienen para la comunidad y lo necesario que es considerarlas para la restauración.

Otras áreas donde no coinciden las zonas para restauración son aquellas que la propuesta de zonificación destina para uso productivo/habitacional, en particular al noreste de la cuenca, donde el uso de suelo está principalmente destinado a las plantaciones forestales. Esta zona recibió una alta valoración por parte de los actores claves debido a la facilitación que tendría la restauración en este sector debido a la presencia de parches renovales dispersos, permitiendo realizar prácticas de restauración pasiva y aumentando la conectividad. Lo mismo ocurre al norte del fundo Paillahue, hacia arriba por el estero Huilquehue, zona donde actualmente también se llevan a cabo actividades forestales. Restaurar esta franja permitiría conectar el bosque renoval destinado a conservación de los fundos Paillahue y El Natri con el bosque nativo renoval que se encuentra en la naciente del estero Huilquehue. Sin embargo, estas oportunidades de restauración necesitarían la participación y disposición de los dueños de los

predios donde se realizan las actividades forestales. En este caso, aplicar los siguientes pasos de la metodología ROAM sería esencial.

Ahora bien, si se considera solo el 7,1% del área de la cuenca para restaurar, lo que corresponde al nivel alto de oportunidad, entonces el análisis se invierte. En este caso la propuesta de zonificación sobrepasa a las oportunidades altas, con una diferencia del 10,6%. Analizando las áreas destinadas para la restauración en la propuesta de zonificación se observa que esta diferencia puede estar fundamentada en las riberas de los esteros y del lago. En este caso, se destinan para restauración todas las áreas de las riberas sin cobertura vegetal, lo cual coincide con los sitios prioritarios para restaurar obtenidos en este trabajo, pero no con las oportunidades factibles para realizar estas acciones concretamente. Es decir, la propuesta de zonificación no considera el factor factibilidad para determinar las riberas en las que efectivamente se puede restaurar.

El sitio donde mejor coinciden los dos estudios se encuentra en el sector de El Natre, al noreste de la cuenca. Esto puede deberse a que, como ya se ha mencionado, esta zona abarca un conjunto de características que lo hacen muy propicio para la restauración, tanto por la disposición de la comunidad como por la baja complejidad de las acciones de restauración gracias a la presencia de parches renovales dispersos.

5.4. La Restauración y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

En septiembre del 2015 las Organización de las Naciones Unidas en conjunto con actores de la sociedad civil, académicos y privados proclamaron, luego de un proceso de negociación abierto, democrático y participativo, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2018), los cuales se basaron en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

La restauración ecológica y en particular la restauración ecológica comunitaria, logra apuntar a varios de estos objetivos, puesto que funciona como herramienta para lograr los objetivos globales de acabar con la pobreza, asegurando alimentación y agua y logrando modos de vida sostenibles (Aronson & Alexander, 2013).

A continuación, se presentan y discuten los objetivos en lo que la restauración puede aportar.

- Objetivo 1: Fin de la pobreza

El informe “La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales” (Naciones Unidas, 2018), menciona como una de las manifestaciones de la pobreza la falta de participación en la adopción de decisiones. En este sentido la restauración comunitaria permite a las comunidades participar activamente no solo en el proceso de restauración, sino que, fortaleciendo las relaciones sociales entre los habitantes de un territorio, donde los puntos de vista y el conocimiento local de las personas toma un valor crucial para comprender las relaciones que tienen con el ecosistema (Cano & Zamudio, 2006).

Particularmente dentro del objetivo se especifican una serie de metas, de las cuales la restauración podría apuntar a aquellas donde se propone garantizar la propiedad y el control de la tierra, se fomenta la reducción de la exposición y vulnerabilidad a los fenómenos relacionados con el cambio climático, lo cual se logra al aumentar la cobertura boscosa y de esa forma mitigar el cambio climático, y se busca mejorar la cooperación para el desarrollo.

Se enfatiza en dirigir los esfuerzos a los sectores rurales, donde se depende de la agricultura para obtener ingresos y alimentos (FAO, 2015). Esta situación ocurre ampliamente dentro de la cuenca del Lago Lanalhue, donde a través de la restauración, en particular en mosaico como propone la metodología ROAM,

es posible mejorar la producción agraria aprovechando los servicios ecosistémicos que entregan los bosques.

- Objetivo 2: Hambre cero

En relación a lo anterior, el segundo objetivo enfatiza en la necesidad de reformar el sistema mundial de agricultura y alimentación. En sus metas propone asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos, manteniendo los ecosistemas. En este sentido la restauración permite balancear los usos de suelo con tal de permitir la sinergia entre ellos, aprovechando los servicios ecosistémicos de los bosques como la protección contra la erosión, el mantenimiento del caudal de los ríos, la protección contra inundaciones y tormentas, la polinización y dispersión de semillas y a formación del suelo (Brockerhoff et al., 2017).

Dentro de la cuenca del lago Lanalhue destacan dos situaciones donde se puede evidenciar el beneficio que entrega la restauración, apuntadas por los actores claves entrevistados. Por un lado, está el Valle de Elicura, en donde las comunidades mapuches realizan agricultura para sostenerse, la cual es una de las actividades que ha provocado el deterioro de las aguas de los esteros y del lago, de las cuales también depende. Con la restauración comunitaria las comunidades podrían aprender a desarrollar sustentablemente sus actividades, beneficiándose de los beneficios que la cobertura boscosa en las riberas podría proporcionarles. En segundo lugar, encontramos el sector del El Natre, donde una cooperativa de mujeres realiza restauración para poder aprovechar el recurso que los bosques de avellanos les entregan, el cual es su ingreso; pero, además, funciona como aprovisionamiento de alimento. Esta idea puede desarrollarse aún más considerando el servicio sistémico de los bosques como proveedores alimento.

- **Objetivo 3: Salud y bienestar**

Un elemento fundamental para mantener la salud de las personas es la disponibilidad de agua de buena calidad. Con la restauración se mejora la calidad del recurso hídrico de los esteros que alimentan las localidades urbanas y rurales, tanto para consumo como para la agricultura. Prevenir la entrada de químicos y antibióticos al agua a través de la cobertura vegetal ayuda a mantener la buena salud de la población. Una meta en particular menciona reducir las enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y por la polución y, contaminación de agua, aire y suelo, los cuales se regulan naturalmente por la acción de los servicios ecosistémicos de los bosques.

Por otro lado, una de las metas de este objetivo hace referencia al acceso a la salud y los medicamentos. Una alternativa para lugares donde es más difícil aplicar tratamientos y medicina moderna, según lo propuesto en la Declaración Alma Ata de la OMS, es utilizar la medicina tradicional aplicada por los pueblos ancestrales, quienes manejan la generación de remedios naturales que provee el ecosistema. (Sharon & Bussmann, 2014). En este sentido la cultura mapuche posee un amplio conocimiento en la utilización de medicina proveniente de los bosques para tratar las enfermedades (Molares & Ladio, 2009).

- **Objetivo 4: Educación de Calidad**

La experiencia de restauración comunitaria puede servir como una herramienta de aprendizaje dentro de las escuelas tradicionales, puesto que las actividades ligadas a ella sirven para generar conocimientos en las áreas relacionadas con el medio ambiente. Los estudiantes pueden aprender de flora, fauna, suelos, etc. La experiencia de restauración comunitaria que involucra estudiantes ha demostrado ser de gran valor, permitiendo nutrir el diálogo de saberes y el conocimiento local con tal de llevar a cabo una exitosa restauración (Calle et al., 2008).

- Objetivo 5: Igualdad de género

Para realizar la restauración según recomienda ROAM es primordial vincular a la comunidad en el proceso completo de restauración, tanto en la identificación de objetivos y de oportunidades, como desarrollo e implementación de estrategias. Para ello la comunidad debe ser contemplada como una unidad integral incluyendo a adultos, mujeres y hombres, jóvenes, niños y niñas (Cano & Zamudio, 2006). De esta forma se valoran los saberes, la experiencia y los aportes que tanto hombres como mujeres pueden entregar para el desarrollo de un exitoso proceso de restauración ecológica.

- Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento

Este objetivo no solo apunta a la calidad del agua y a su saneamiento, sino también a la cantidad, con tal que esté disponible para toda la población. Una de sus metas indica específicamente la protección y restauración de los ecosistemas relacionados con dos de sus metas. En primer lugar, propone lograr la gestión y el uso eficiente de los recursos naturales. En relación a ello destinar mayor cobertura de uso de suelo para cubierta boscosa permite realizar otras actividades antrópicas de forma más sostenible, gestionando de forma integrada los territorios según sus características y los servicios que cada ecosistema puede brindar. Por otro lado, la participación comunitaria dentro del proceso genera mayor arraigo al territorio, promoviendo en la comunidad prácticas más sustentables de uso del agua, incluidos los bosques (Naciones Unidas, 2018). Esto debido a que los ecosistemas boscosos poseen numerosos servicios ecosistémicos relacionados con el recurso hídrico. En primer lugar, el servicio de aprovisionamiento de agua potable y no potable y, en segundo lugar los servicios relacionados con la regulación de los caudales, mediando la entrada de agentes exógenos a los cuerpos de agua a través de la filtración y el secuestro; protegiendo frente a inundaciones y a mayor escala participando en la regulación del clima (Brockerhoff et al., 2017).

Particularmente en Chile la problemática de la escasez de agua en localidades rurales se vincula fuertemente con la alta presencia de monocultivo forestal de pino y eucalipto, los cuales, por un lado, requieren más agua que las especies nativas, agotando las napas subterráneas y secando vertientes; y por otro sustituyendo la cobertura boscosa nativa por plantaciones en hileras que no prestan los mismos servicios que los ecosistemas boscosos naturales. En este contexto existe una larga historia de conflicto entre comunidades mapuches e industria forestal por la evidente escasez hídrica que se produce en aquellas localidades invadidas por el monocultivo. Se presenta una correlación entre los territorios con déficit hídrico y la presencia de monocultivos (Torres et al., 2016). Más ampliamente, la presencia de monocultivos disminuye la capacidad general de regulación hídrica de los ecosistemas (Jullian et al., 2018).

Resulta evidente que esta correlación entre agua y bosque está muy inserta en la conciencia local, puesto que en los resultados del estudio social el factor común más repetido entre los actores claves entrevistados como relevante para la restauración fueron las riberas de esteros y del lago.

- Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico

Este objetivo apunta a promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible. En ese sentido propone desvincular el crecimiento económico con la degradación del medio ambiente a través del consumo y producción sostenible. Esto se logra con una gestión integrada de la cuenca, aplicando restauración en mosaico y aprovechando todos los beneficios que los diferentes ecosistemas entregan, de forma no intensiva ni explotadora del medio ambiente.

También propone promover el turismo sostenible, promoviendo la cultura y los productos locales. Actualmente el turismo es una importante actividad económica en la cuenca, sin embargo, es necesario regular el mercado para impedir que su desarrollo deteriore el ambiente. A través de la restauración se agrega valor turístico a la zona y se abren alternativas para el ecoturismo.

Por último, los servicios de aprovisionamiento que entregan los bosques permiten desarrollar diversos oficios que, al ser reivindicados y revalorizados por la sociedad, pueden aportar en el aumento del trabajo, como la venta de frutos, hongos, la cestería y otras artesanías.

- **Objetivo 10: Reducción de las desigualdades**

La restauración comunitaria apunta a la inclusión de actores de todas las áreas para lograr un resultado exitoso. A través de esta metodología se logra trabajar dejando de lado las desigualdades, considerando las opiniones y conocimientos que puede aportar el sector público, privado, la academia, la comunidad, pueblos ancestrales etc., e incluyendo sus observaciones en la toma de decisiones. Con esto se logra un desarrollo más democrático e inclusivo, lo cual apunta a una de las metas de este objetivo.

- **Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles**

Este objetivo engloba varias de las metas antes ya propuestas; pero apuntándolas directamente hacia la sostenibilidad de las comunidades. En ese sentido, la restauración en mosaico busca la sustentabilidad de las actividades antrópicas con el medio ambiente que las sostienen.

Una de las metas de este objetivo apunta específicamente a la planificación y gestión participativa, que es el pilar de la restauración ecológica comunitaria. Así mismo se incluyen metas que proponen dirigir los esfuerzos a proteger el patrimonio cultural y natural, reducir el número de muertes por desastres naturales y proporcionar acceso a zonas verdes, todos ellos alcanzables con los servicios ecosistémicos que entregan los bosques.

De manera más global, otra de sus metas hace referencia a adoptar políticas para promover la inclusión, uso eficiente de recursos, mitigación del cambio climático y la resiliencia ante desastres, lo cual se aborda a través de los objetivos y métodos de la restauración ecológica comunitaria utilizando la

estrategia de mosaicos de usos de suelo y a través de los servicios ecosistémicos.

- **Objetivo 12: Producción y consumo responsables**

Si bien este objetivo está más dirigido a las grandes empresas y ciudades, toca los territorios rurales a través recursos naturales, como, por ejemplo, recolección de semillas sin dañar el ecosistema.

La segunda meta que puede ser abordada a través de la restauración es la de promover el turismo sostenible, la cultura y productos locales. Debido a la amplia presencia mapuche en la cuenca, la recuperación de los bosques, los que están muy ligados a su cosmovisión y prácticas tradicionales, lograría acercar el desarrollo hacia la meta propuesta, fortaleciendo además los productos y las actividades estrechamente ligadas al bosque.

- **Objetivo 13: Acción por el clima**

Este objetivo propone, de forma general, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Debido a la capacidad de los bosques de regular los ciclos hídricos, proteger contra tormentas y regular el clima, este objetivo es alcanzado por la restauración en casi todas sus metas. Particularmente las metas relacionadas con la educación, la sensibilización y la capacidad de planificación y gestión se logran a través del factor comunitario de la restauración.

- **Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres**

Este objetivo apunta específicamente hacia proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de la biodiversidad. Todo lo anterior es, en esencia, lo que significa la restauración ecológica, en particular de ecosistemas boscosos.

Si bien engloba otros ecosistemas terrestres como humedales, montañas y zonas áridas, todos los ecosistemas se interrelacionan y el enfoque en los bosques funciona como un pie inicial para lograr la restauración de los demás. Una de sus metas específicas es la gestión de los bosques, detener la deforestación y recuperar bosques degradados. Promueve también la participación justa y equitativa de los beneficios de estos ecosistemas e integrar estos valores en la planificación de los procesos de desarrollo y estrategias de reducción de la pobreza.

En cuanto a la protección de la biodiversidad. La restauración promueve la recuperación de los hábitats naturales de especies de flora y fauna nativas. El objetivo de establecer conectividad permite la recuperación de especies facilitando su movilidad y desplazamiento, eliminando el aislamiento genético y facilitando la reproducción.

- Objetivo 16: Paz, justicia e instituciones sólidas

Este objetivo es alcanzado a través de dos de sus metas principalmente. En primer lugar, la adopción de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a necesidades y en segundo lugar la generación de gobernanza. Estas dos metas son características del ámbito comunitario de los procesos de restauración.

6. CONCLUSIÓN

En la cuenca del lago Lanalhue existe un gran capital natural que se ha visto deteriorado por actividades antrópicas, por lo que existe la necesidad de recuperarlo. Por esto, las áreas obtenidas de alto valor ecológico y la prioridad de zonas para la restauración resultaron ser elevadas, con un porcentaje de cobertura dentro de la cuenca de un 20,4% y 40,4% respectivamente, para las categorías de “muy bueno” en el caso del valor ecológico y, “muy alta” y “alta” en el caso de la prioridad para la restauración. Si se consideran estas valoraciones como las que finalmente se traducen a acciones concretas, entonces un 60,8% de la cuenca estaría destinada a estas iniciativas. Dentro de este porcentaje se encontrarían bosques nativos adultos, renovales, corredores biológicos, nacientes de esteros, partes altas de subcuencas y riberas de cuerpos de agua.

Sin embargo, este valor, particularmente el obtenido de la priorización de zonas para la restauración, resulta ser poco realista e idealizado, puesto que no considera los sitios donde efectivamente es factible llevar a cabo acciones concretas. Por ello, la aplicación de indicadores ecológicos en conjunto con la valorización de actores clave para la identificación de oportunidades de restauración de ecosistemas boscosos logra obtener un resultado más realista con respecto a la factibilidad de las acciones de restauración. Además, otorga mayor valor a aquellas zonas donde exista patrimonio cultural, u otros atributos que sean de importancia para la comunidad, por sobre otras áreas que posean características geográficas, biológicas y ecológicas equivalentes. A través del conocimiento local se obtiene una mirada más integradora, logrando vincular las acciones para lograr los objetivos de restauración con las realidades de los habitantes de la cuenca.

En adición a lo anterior, incluir la perspectiva social en el proceso de restauración acerca a la comunidad e incentiva la participación activa, desde la identificación de las oportunidades de restauración, hasta las estrategias de acción y la puesta

en marcha de estas acciones, en un proceso involucrado y comprometido. Esto es lo que plantea la metodología ROAM.

Sin embargo, llevar a cabo de forma total esta metodología implica no solo identificar las zonas a través de indicadores ecológicos y la perspectiva de actores clave. Requiere, además, realizar análisis económicos, financieros e incluir en el estudio al sector privado y político. Es un trabajo extenso que de ser llevado a cabo en completitud puede entregar resultados que finalmente signifiquen una mejora sostenible en el tiempo, tanto para el medio ambiente como para la calidad de vida de la comunidad.

El dirigir los objetivos de restauración hacia la recuperación de servicios ecosistémicos logra plasmar de forma clara los beneficios que entrega, los cuales pueden apuntar hacia las necesidades de la comunidad. Esto se observa en la cuenca del lago Lanalhue, especialmente en lo que respecta a la calidad de las aguas tanto del lago como de los esteros, espacios muy apreciados por sus habitantes y hacia los cuales se centran la mayoría de las zonas identificadas con alta prioridad para la restauración. Se evidencia el vínculo entre servicios ecosistémicos y comunidad al observar que de todas las riberas propuestas como prioritarias para restaurar, los actores relevantes les otorgaron una mayor jerarquía a aquellas que abastecieran localidades donde se emplazan comunidades mapuches.

Por otro lado, realizar de forma paralela la identificación de áreas de valor ecológico para la conservación y de oportunidades para la restauración permite evaluar la complementariedad entre ambas acciones, ya que la conservación sin restauración puede resultar en la creación de islas desconectadas entre ellas, disminuyendo la capacidad de los ecosistemas de generar servicios ecosistémicos, mientras que la restauración sin esfuerzos de conservación podría resultar en que los avances logrados a través de la restauración no se sostengan en el tiempo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aronson, J., & Alexander, S. (2013). Ecosystem restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves. *Restoration Ecology*, 21(3), 293-296.

Aronson, J., Clewell, A., & Moreno-Mateos, D. (2016). Ecological restoration and ecological engineering: Complementary or indivisible?

Balaguer, L., Escudero, A., Martin-Duque, J. F., Mola, I., & Aronson, J. (2014). The historical reference in restoration ecology: re-defining a cornerstone concept. *Biological Conservation*, 176, 12-20-

Blignaut, J., Aronson, J., & de Groot, R. (2014). Restoration of natural capital: A key strategy on the path to sustainability. *Ecological Engineering*, 65, 54-61.

Braat, L. C., & De Groot, R. (2012). The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services*, 1(1), 4-15.

Braun, A. C., Troeger, D., Garcia, R., Aguayo, M., Barra, R., & Vogt, J. (2017). Assessing the impact of plantation forestry on plant biodiversity: A comparison of sites in Central Chile and Chilean Patagonia. *Global Ecology and Conservation*, 10, 159-172.

Brockhoff, E. G., Barbaro, L., Castagneyrol, B., Forrester, D. I., Gardiner, B., González-Olabarria, J. R. Gozález-Olabarría, Lyver, P., Meurisse, N., Oxbrough, A., Hisatomo, T., Thompson, I., Plas, F. & Jactel, H. (2017). Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services.

Calle, Z., Giraldo, E., Piedrahita, L., López, A., Cucuñame, J., Rivera, J. E., & Caviche, R. (2008). Diálogo de saberes para la restauración ecológica de bosques: el papel de los niños y jóvenes investigadores. *Revista Estudios Sociales Comparativos*, 2(1), 68-85.

Caro, T., Darwin, J., Forrester, T., Ledoux-Bloom, C., & Wells, C. (2012). Conservation in the Anthropocene. *Conservation Biology*, 26(1), 185-188.

Cano, I., & Zamudio, N. (2006). Recuperar lo nuestro: una experiencia de restauración ecológica con participación comunitaria. Universidad Nacional de Colombia, Acueducto de Bogotá, Jardín Botánico, DAMA.

Centro EULA-Chile & Ministerio de Medio Ambiente, (2019). Plan de Ordenamiento y Gestión Territorial para la Cuenca del Lago Lanalhue (POGT Lanalhue). Licitación pública ID 608897-108-LQ17. Seremi del Medio Ambiente, Región del Biobío. Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción.

CONAF, 2017. Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe Región del Biobío.

Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. & Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253.

Crutzen, P. J. (2002). Geology of mankind. *Nature*, 415(6867), 23.

Daily, G. C. (1997). *Nature's services. Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press-

De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., & Willemen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological complexity*, 7(3), 260-272.

Di Minin, E., Veitch, V., Lehtomäki, J., Montesino Pouzols, F., & Moilanen, A. (2014). A quick introduction to Zonation.

Doak, D. F., Bakker, V. J., Goldstein, B. E., & Hale, B. (2015). What is the future of conservation? In *Protecting the wild* (pp. 27-35). Island Press, Washington, DC.

EULA-Chile, CRUBC & Gobierno Regional Del Biobío, (2014). Proyecto de Análisis de Riesgos de Desastres y Zonificación Costera, Región del Biobío. Expediente Comunal Contulmo.

FAO. (2015). La FAO y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. [ebook] Viale delle Terme di Caracalla. Available at: <http://www.fao.org/post-2015-mdg/es> [Accessed 12 Apr. 2019].

Fisher, B., Turner, R. K., & Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological economics*, 68(3), 643-653. Freixas, M. 14 de enero de 2019.

Diario El Desconcierto Recuperado de:
<https://www.eldesconcierto.cl/2019/01/14/la-amenaza-de-hidrowatt-comunidades-mapuche-denuncian-construccion-de-hidroelectrica-en-el-rio-provoque/>

García, N. & C. Ormazabal. 2008. Árboles Nativos de Chile. Enersis S.A. Santiago, Chile. 196 p

Godet, L., & Devictor, V. (2018). What Conservation Does. *Trends in Ecology & Evolution*.

Haines-Young, R., & Potschin, M. (2012). Common international classification of ecosystem services (CICES, Version 4.1). European Environment Agency, 33.

Hechenleitner V., P., M. F. Gardner, P. I. Thomas, C. Echeverría, B. Escobar, P. Brownless y C. Martínez A. (2005). Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. Primera Edición. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188 pp.

Heilmayr, R., Echeverria, C., Fuentes, R., & Lambin, E. F. (2016). A plantation-dominated forest transition in Chile. *Applied Geography*, 75, 71-82.

Hutton, J., Adams, W. M., & Murombedzi, J. C. (2005, December). Back to the barriers? Changing narratives in biodiversity conservation. In *Forum for development studies* (Vol. 32, No. 2, pp. 341-370). Taylor & Francis Group.

Isbell, F., Calcagno, V., Hector, A., Connolly, J., Harpole, W. S., Reich, P. B., ... & Weigelt, A. (2011). High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. *Nature*, 477(7363), 199.

Jullian, C., Nahuelhual, L., Mazzorana, B., & Aguayo, M. (2018). Evaluación del servicio ecosistémico de regulación hídrica ante escenarios de conservación de vegetación nativa y expansión de plantaciones forestales en el centro-sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*, 39(2), 277-289.

Kareiva, P., Marvier, M., & Lalasz, R. (2012). *Conservation in the Anthropocene. Beyond Solitude and Fragility*. The Breakthrough Institute.

Knight, A. T., Cowling, R. M., & Campbell, B. M. (2006). An operational model for implementing conservation action. *Conservation biology*, 20(2), 408-419.

Kukkala, A. S., & Moilanen, A. (2013). Core concepts of spatial prioritisation in systematic conservation planning. *Biological Reviews*, 88(2), 443-464.

Laboratorio de Ecología de Paisaje. (2018). *Planificación ecológica de la infraestructura ecológica de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y programa regional de prioridades de restauración ecológica en el contexto de los incendios de la temporada 2016-2017: aplicación en Región del Maule*. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción.

Lara, A., Little, C., Urrutia, R., McPhee, J., Álvarez-Garretón, C., Oyarzún, C., Soto, D., Donoso, P., Nahuelhual, L., Pino, M. & Arismendi, I. (2009). *Assessment*

of ecosystem services as an opportunity for the conservation and management of native forests in Chile. *Forest Ecology and Management*, 258(4), 415-424.

Luebert, F., & Pliscoff, P. (2004). Clasificación de pisos de vegetación y análisis de representatividad ecológica de áreas propuestas para la protección en la ecorregión Valdiviana. WWF Chile, Programa Ecoregión Valdiviana, Valdivia, Chile. iii.

MA, (2005). *Millennium Ecosystem Assessment*. World Resources Institute, Washington, DC. Island Press

Mace, G. (2014). Whose conservation? *Science*, 345(6204), 1558-1560.

Mace G, Masundire H, Baillie J et al (2005) Biodiversity. In: Hassan R, Scholes R, Ash N (eds) *Ecosystems and human well-being: current state and trends: findings of the condition and trends working group (chapter 4)*; Millennium ecosystem assessment. Island Press, Washington.

Margules, C. R., & Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405(6783), 243.

Michael P. Weinstein, John W. Day. (2014). Restoration ecology in a sustainable world. *Ecological Engineering*, 65, 1 - 8.

Millennium Ecosystem Assessment, M. A. (2003). *Ecosystems and human well-being: A framework for assessment*. Report of the Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment.

Ministerio del Medio Ambiente, MMA., Eula-Chile. (2018). Ordenamiento y gestión territorial para la cuenca del Lago Lanalhue Provincia de Arauco, región del Biobío. Levantamiento Línea de Base Socio-Ambiental. Informe de Avance N°1.

Molares, S., & Ladio, A (2009). Ethnobotanical review of the Mapuche medicinal flora: Use patterns on a regional scale. *Journal of Ethnopharmacology*, (122), pp. 251-260.

Naciones Unidas (2018), *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3)*, Santiago.

Ochoa, J. (08 de junio de 2018). Valle de Elicura rechaza posibles mini centrales hidroeléctricas de pasada. *Diario Concepción*. Recuperado de: <https://www.diarioconcepcion.cl/economia-y-negocios/2018/06/08/valle-de-elicura-rechaza-posibles-mini-centrales-hidroelectricas-de-pasada.html>

Palmer, M. A., Filoso, S., & Fanelli, R. M. (2014). From ecosystems to ecosystem services: Stream restoration as ecological engineering. *Ecological Engineering*, 65, 62-70.

Parra, O., Valdovinos, C., Urrutia, R., Cisternas, M., Habit, E., & Mardones, M. (2003). Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile central. *Limnetica*, 22(1-2), 51-83.

Peña-Becerril, J. C., Monroy-Ata, A., Álvarez-Sánchez, F. J., & Orozco-Almanza, M. (2005). Uso del efecto de borde de la vegetación para la restauración ecológica del bosque tropical. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 8(2), 91-98.

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

Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P.H., Roberts, C.M. & Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of

species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344(6187).

Margules, C. R., & Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405(6783), 243.

[MAPA] Proyectos y centrales termoeléctricas en el Bio-Bio y Ñuble. (17 de julio de 2017). Resumen.cl. Recuperado de: <https://resumen.cl/articulos/mapa-proyectos-y-centrales-termoelectricas-en-el-bio-bio-y-nuble>.

Riedemann, P., G. Aldunate & S. Teillier. (2014). Arbustos nativos de la zona centro-sur de Chile. Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 308 p.

Schneiders, A., Van Daele, T., Van Landuyt, W., & Van Reeth, W. (2012). Biodiversity and ecosystem services: complementary approaches for ecosystem management? *Ecological Indicators*, 21, 123-133.

SEREMI del Medio Ambiente Región del Biobío, (s.f). PRELA: Programa de Recuperación de los Servicios Ambientales de los Ecosistemas de la Provincia de Arauco.

Sharon, D., Bussmann, R. (2014). Medicina tradicional y medicina moderna en México y el Perú: valorización y explotación. En Limón, S., Millones, Luis (Eds.), *Por la mano del hombre: prácticas y creencias sobre chamanismo y curandería en México y el Perú* (pp. 398-402). Lima, Perú: Fondo Editorial de la Asamblea Nacional de Rectores/Punto & Grafía S.A.C.

Soulé, M. E. (1985). What is conservation biology? *BioScience*, 35(11), 727-734.

Stanford, B., Zavaleta, E., & Millard-Ball, A. (2018). Where and why does restoration happen? Ecological and sociopolitical influences on stream restoration in coastal California. *Biological Conservation*, 221, 219-227.

Stevenson, P. R., & Rodríguez, M. E. (2008). Determinantes de la composición florística y efecto de borde en un fragmento de bosque en el Guaviare, Amazonía colombiana. *Colombia forestal*, 11, 5-17.

Torres R., Azócar, G., Carrasco, N., Zambrano, M., Costa, T., & Bolin, B. (2016). Desarrollo forestal, escasez hídrica, y la protesta social mapuche por la Justicia Ambiental en Chile. *Ambiente & Sociedad*, 19(1).

UICN y WRI (2014). Guía sobre la Metodología de evaluación de oportunidades de restauración (ROAM): Evaluación de las oportunidades de restauración del paisaje forestal a nivel nacional o subnacional. Documento de trabajo (edición de prueba). Gland, Suiza: UICN. 125 pp

Wallace, K. J. (2007). Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biological conservation*, 139(3-4), 235-246.

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1

Instrumento de Consulta

Selección de zonas prioritarias para la restauración según su factibilidad

Nombre:

Ocupación:

Localidad:

El siguiente instrumento de consulta forma parte de la habilitación profesional para obtener el título de Ingeniero Ambiental de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad de Concepción, la cual se desarrolla geográficamente en la cuenca del lago Lanalhue (Figura 1)

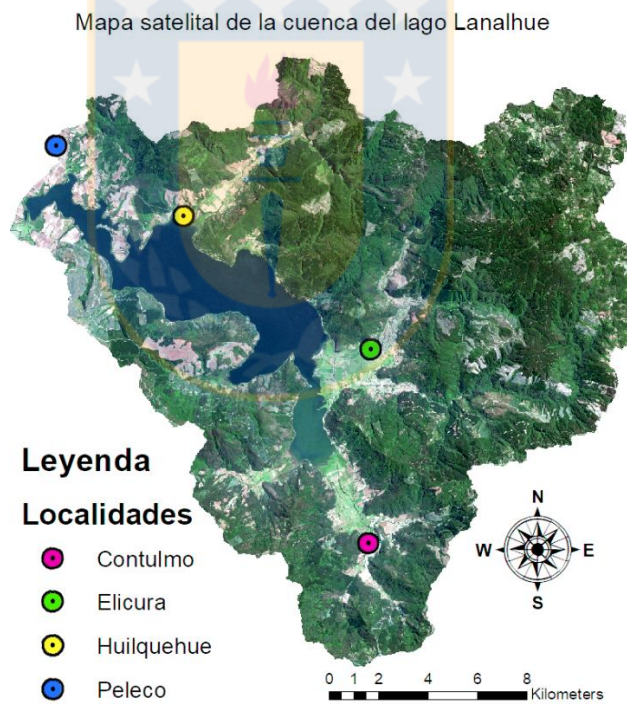


Figura 1

A partir de la información recopilada y levantada por el equipo de trabajo de EULA en el marco del Programa de Recuperación de los Servicios Ambientales de los Ecosistemas de la Provincia de Arauco (PRELA), se generó una cartografía de zonas de priorización para la restauración ecosistemas boscosos a través de la aplicación de una serie de indicadores ecológicos (tabla 1). Estas zonas se dividen en 5 niveles de menos prioritario a más prioritario, como se muestra en la figura 2.

Tabla 1: Criterios, indicadores y métricas para la selección de zonas prioritarias para la restauración

<i>Criterio</i>	<i>Indicador</i>	<i>Métrica</i>
<i>Pérdida de procesos hidrológicos clave</i>	Ausencia de ecosistemas naturales ribereños	Zonas ribereñas sin vegetación nativa (Buffer 60m)
	Ausencia de bosques nativos en cabecera de la cuenca	Cabeceras de subcuencas sin cobertura de bosques nativos
<i>Especies en riesgo de extinción</i>	Especies Amenazadas	Presencia de especies en categoría de conservación (VU, EN, CR) en áreas con usos antrópicos.
<i>Fragmentación</i>	Fragmentación de ecosistemas naturales	Parches de bosque nativo de pequeño tamaño (<100 ha) y sometido a efecto de borde (alto contraste)

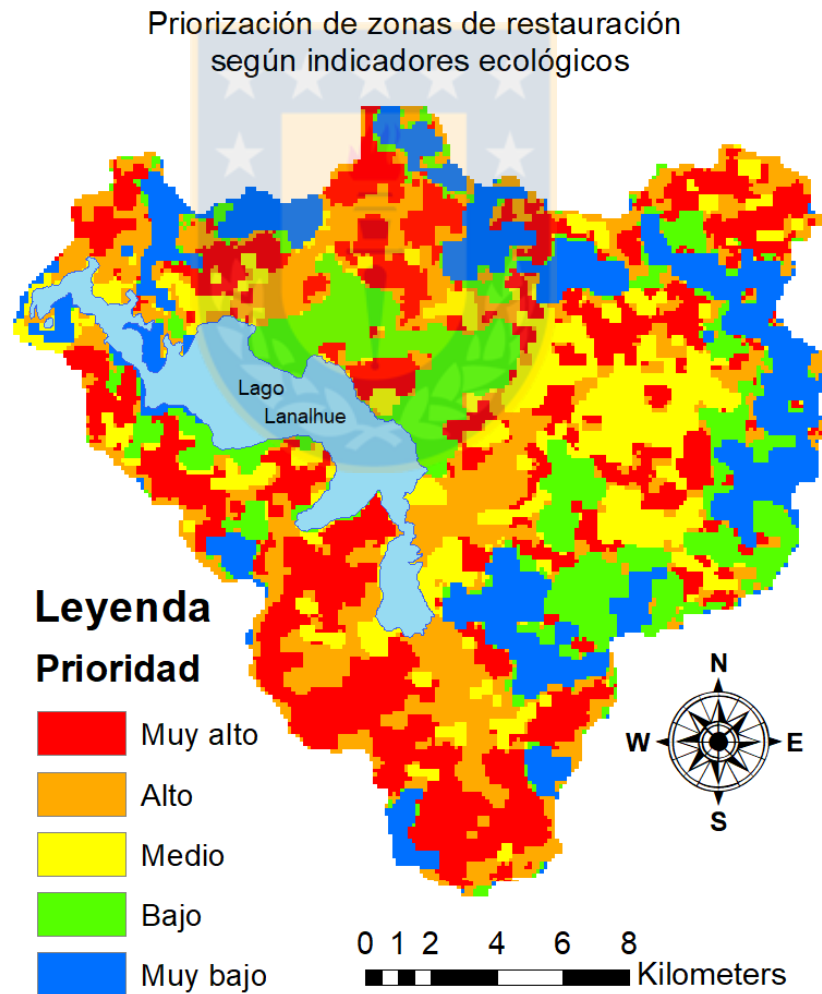


Figura 2

En la figura 3 se presentan los usos de suelo actuales para la cuenca del Lago Lanalhue, con los centros de las localidades principales.

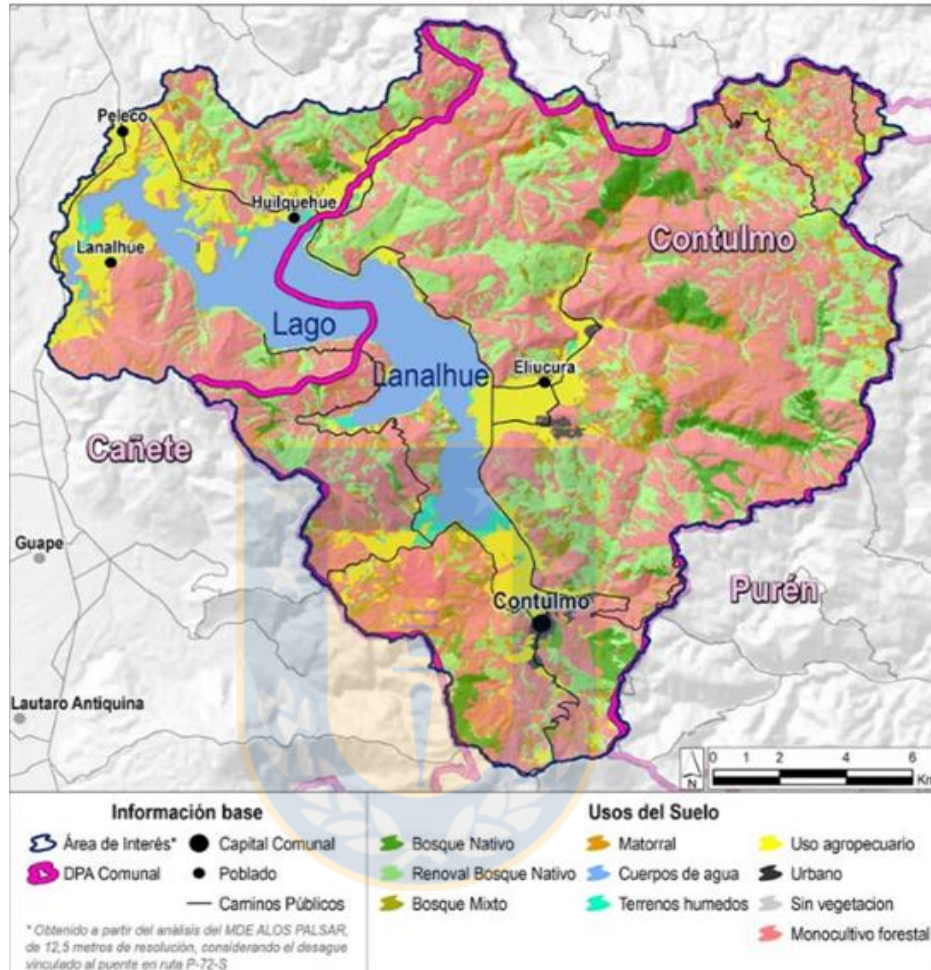


Figura 3

Teniendo en cuenta esta información usted deberá seleccionar, en la figura 4 o 5, los lugares que considere más **factibles y/o importantes** para la restauración de ecosistemas boscosos, con el objetivo de mejorar la conectividad y el suministro de servicios y bienes ecosistémicos, según lo siguiente:

- La cartografía de priorización ecológica se dividió en casillas de 1920 m²
- Usted cuenta con 12 casillas para elegir según lo que considere **más factible y/o importante**, de las cuales:
 - 4 casillas para valor más alto, igual a 3
 - 4 casillas para valor medio alto, igual a 2
 - 4 casillas para valor menos alto, igual a 1

Puede utilizar las siguientes cartografías para ubicar las celdas dentro de la cuenca del Lago Lanalhue.

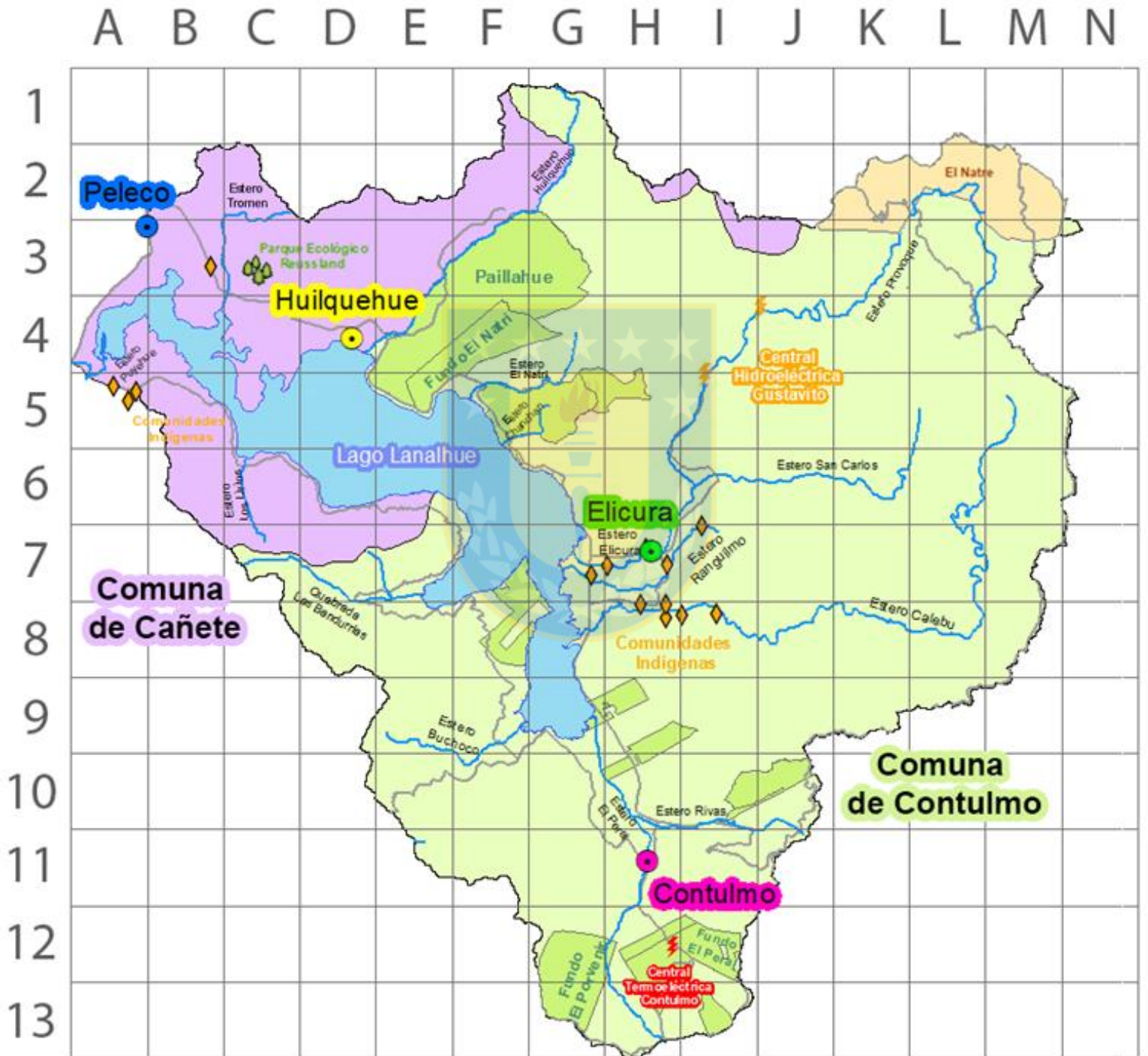


Figura 4

Áreas de priorización para la restauración según indicadores ecológicos (información detallada en figura 2, página 2):

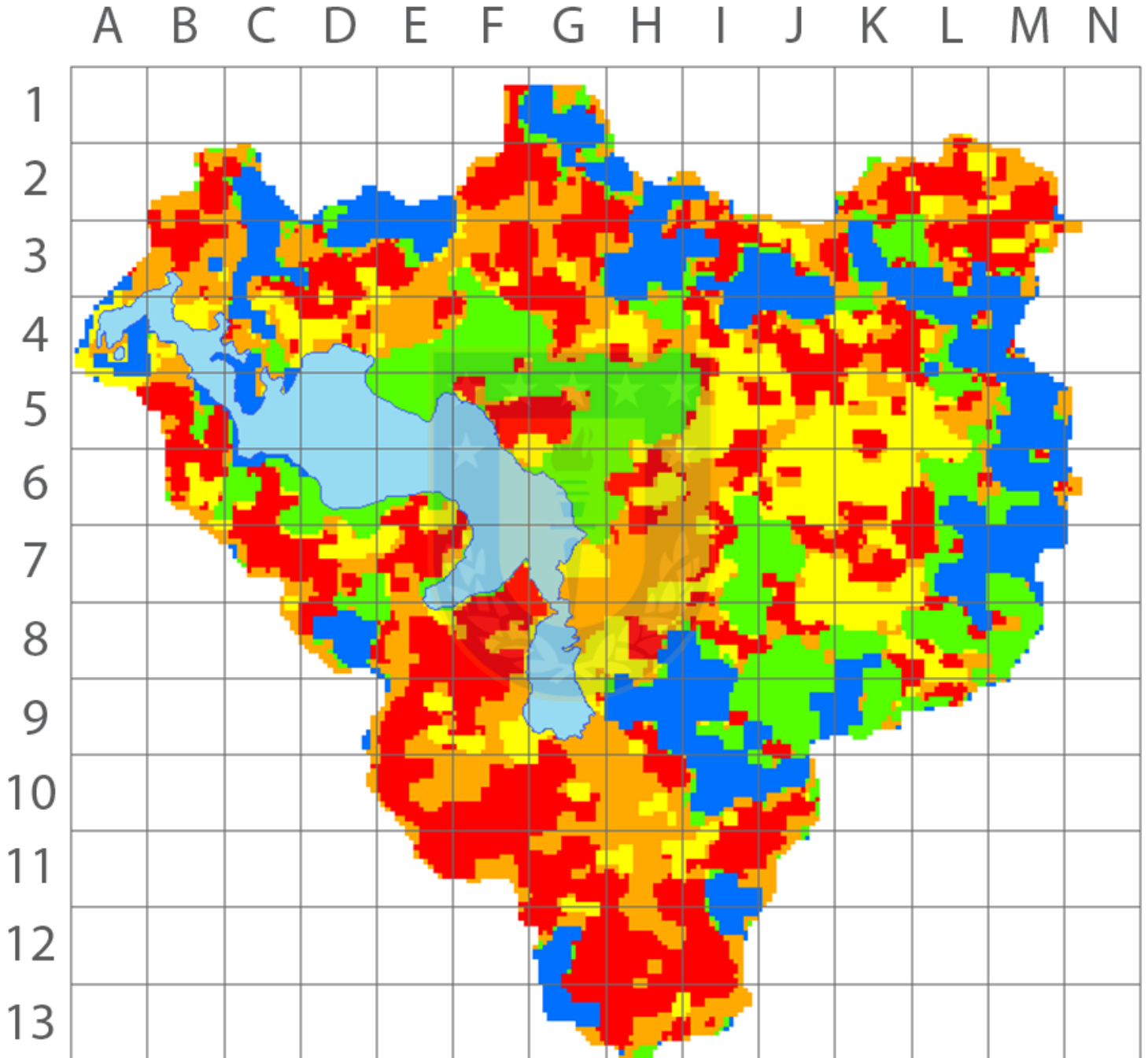


Figura 5

En el siguiente espacio justifique su selección:



8.2. Anexo 2

Pisos vegetacionales presentes en la cuenca y las especies vegetales que los componen según Luebert y Pliscoff, 2004.

- Bosque caducifolio mediterráneo interior de *Nothofagus obliqua* y *Cryptocarya alba*:

Aextoxicon punctatum, *Aristotelia chilensis*, *Azara dentata*, *Azara petiolaris*, *Blechnum hastatum*, *Bomarea salsilla*, *Chusquea quila*, *Cissus striata*, *Colliguaja odorifera*, *Cryptocarya alba*, *Escallonia pulverulenta*, *Gevuina avellana*, *Lapageria rosea*, *Lardizabala biternata*, *Lithrea caustica*, *Lomatia hirsuta*, *Nothofagus glauca*, *Nothofagus obliqua*, *Osmorhiza chilensis*, *Persea lingue*, *Peumus boldus*, *Podocarpus saligna*, *Quillaja saponaria*, *Sophora microphylla*, *Uncinia phleoides*.

- Bosque caducifolio templado costero de *Nothofagus alpina* y *Persea lingue*:

Acrisione denticulata, *Asteranthera ovata*, *Azara lanceolata*, *Azara microphylla*, *Berberis darwinii*, *Blechnum hastatum*, *Boquila trifoliolata*, *Chusquea culeou*, *Colletia ulicina*, *Dasyphyllum diacanthoides*, *Desfontainia spinosa*, *Elytropus chilensis*, *Gaultheria phillyreifolia*, *Gavilea araucana*, *Gevuina avellana*, *Laurelia sempervirens*, *Lomatia dentata*, *Luma apiculata*, *Maytenus magellanica*, *Mutisia spinosa*, *Myrceugenia ovata*, *Nothofagus alpina*, *Nothofagus dombeyi*, *Persea lingue*, *Pseudopanax laetevirens*, *Ribes integrifolium*, *Vicia nigricans*.

- Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*:

Aextoxicon punctatum, *Agrostis capillaris*, *Alstroemeria aurea*, *Blechnum hastatum*, *Boquila trifoliolata*, *Chusquea quila*, *Cissus striata*, *Gevuina avellana*, *Lapageria rosea*, *Laurelia sempervirens*, *Lomatia dentata*, *Luma apiculata*, *Luzuriaga radicans*, *Nothofagus obliqua*, *Osmorhiza chilensis*, *Persea lingue*,

Rhamnus diffusus, Raphithamnus spinosus, Ribes trilobum, Rubus constrictus, Uncinia phleoides.

- Bosque laurifolio templado costero de *Aextoxicon punctatum* y *Laurelia sempervirens*:

Aextoxicon punctatum, Amomyrtus luma, Aristotelia chilensis, Azara lanceolata, Boquila trifoliolata, Caldcluvia paniculata, Chusquea quila, Cissus striata, Drimys winteri, Eucryphia cordifolia, Gevuina avellana, Gomortega keule, Hydrangea serratifolia, Mitraria coccinea, Lapageria rosea, Laurelia sempervirens, Laureliopsis philippiana, Luma apiculata, Myrceugenia planipes, Persea lingue, Peumus boldus, Raphithamnus spinosus, Weinmannia trichosperma.

- Bosque mixto templado costero de *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus obliqua*:

Aextoxicon punctatum, Aristotelia chilensis, Caldcluvia paniculata, Dasyphyllum diacanthoides, Drimys winteri, Eucryphia cordifolia, Gevuina avellana, Lapageria rosea, Lardizabala biternata, Laureliopsis philippiana, Luma apiculata, Nothofagus dombeyi, Nothofagus obliqua, Persea lingue, Pilea elegans, Podocarpus saligna, Pseudopanax laetevirens, Raphithamnus spinosus, Sophora microphylla, Ugni molinae, Weinmannia trichosperma.

8.3. Anexo 3

Tabla 11. Nombre, ocupación y localidad de los 12 actores relevantes entrevistados.

N°	Nombre entrevistado	Ocupación	Localidad
1	Alejandro Roco	Profesor	Contulmo/Elicura
2	Viviana Mora	Socióloga. Miembro de Fundación Nahuelbuta.	Antihuala
3	Bernardo Reyes	Ecólogo. Líder de fundación Nahuelbuta	Santiago
4	Lisette Méndez	Ingeniera Ambiental	Concepción
5	Pedro Peña	Ingeniero Informático. Secretario de la cámara de turismo del lago Lanalhue. Miembro de Fundación Nahuelbuta. Miembro de la corporación de desarrollo CORDEPROT-TA	Contulmo
6	Mauricio Pedraza	Encargado desarrollo forestal CONAF	Cañete
7	María Elisa Burgos	Doctora en Ciencias Ambientales	Concepción
8	Christian Romero	Botánico. Miembro de Fundación Nahuelbuta	Angol / Cañete
9	Mathias Denham	Ingeniero en recursos naturales	Cañete
10	Carlos López	Contador. Miembro de Fundación Nahuelbuta	San Pedro de la Paz
11	Jorge Barreda	Biólogo. Miembro de Centro Cultural La Vertiente	Concepción
12	Mauricio Aguayo	Doctor en Ciencias Ambientales	Concepción

Fuente: Elaboración Propia

8.4. Anexo 4

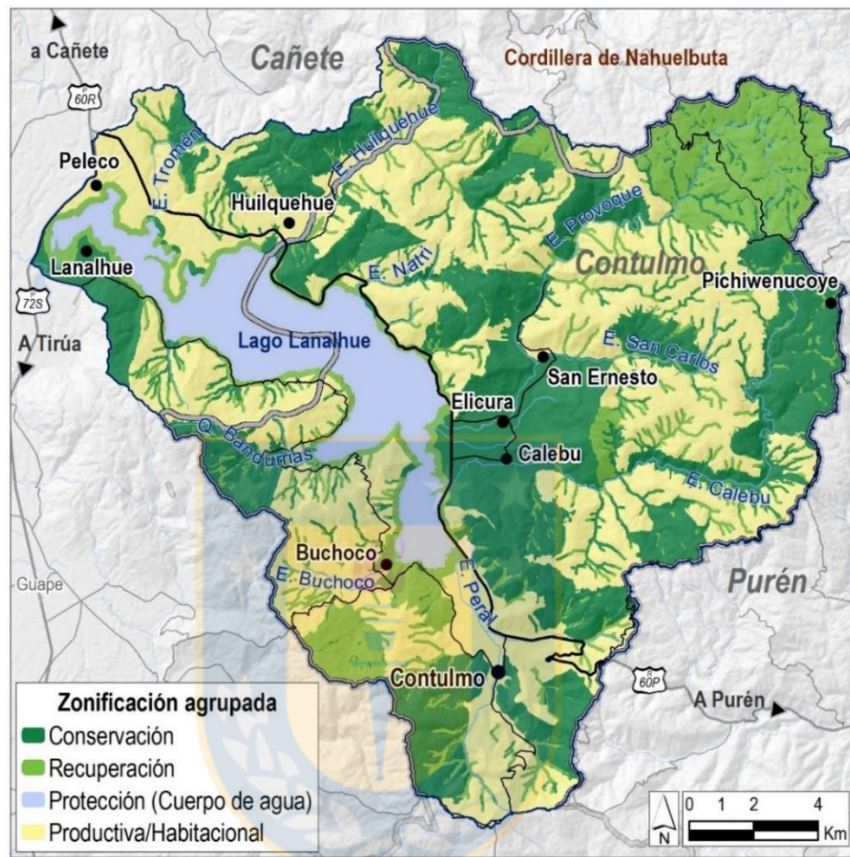


Figura 28. Zonificación de la Cuenca hidrográfica lago Lanalhue.

Fuente: Centro EULA-Chile & Ministerio de Medio Ambiente, 2019

Tabla 12. Zonas definidas.

Nombre Zona	Superficie Zona (ha)	% Cuenca
1.- Zona Conservación Patrimonio Natural (ZCPN)	9558,5	25,8
2.- Zona Conservación Patrimonio Cultural (ZCPC)	2754	7,6
3.- Zona de Recuperación Ambiental (ZRA)	6496,2	17,6
4.- Zona Agropecuaria (ZAG)	2161	5,8
5.- Zona Forestal (ZF)	11600,8	31,4
6.- Zona Habitacional (ZH)	74	0,1
7.- Zona Protección Lacustre Ribereña (ZPLR)	999,5	2,7
8.- Zona Protección Cuerpo de Agua Lago (ZPCA)	3311,7	9
TOTAL	36956,5	100

Fuente: Centro EULA-Chile & Ministerio de Medio Ambiente, 2019