



# EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA PATAGONIA ANDINA

Una visión sobre dónde y cómo forestar



PROYECTO FORESTAL  
BRF 7520 AR – CEF 090118

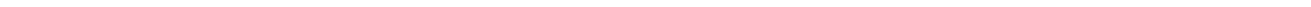


Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación



EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA PATAGONIA ANDINA

Una visión sobre dónde y cómo forestar



Evaluación ambiental estratégica : una visión sobre dónde y cómo  
forestar / José Omar Bava ... [et al.] ; contribuciones de Luciana  
Heitzmann ; Mariano Gómez ; Gabriel Zacconi. - 1a ed ilustrada. -  
Esquel : José Omar Bava, 2016.  
119 p. ; 30 x 21 cm.

ISBN 978-987-42-0292-5

1. Evaluación de Recursos. 2. Patagonia. 3. Ciencias Forestales. I. Bava, José Omar II. Heitzmann,  
Luciana, colab. III. Gómez, Mariano, colab. IV. Zacconi, Gabriel, colab.  
CDD 633

Para citar este documento: Bava JO, GA Loguercio, I Orellana, MF Ríos Campano, MM Davel,  
HE Gonda, L Heitzmann, M Gómez, MA González, G Salvador, G. Zacconi. 2016. Evaluación Ambiental  
Estratégica. Una visión sobre dónde y cómo forestar en Patagonia. CIEFAP – FUNDAEP

Impreso en marzo de 2016.

Este documento fue financiado por el Proyecto Conservación de la Biodiversidad  
en Paisajes Productivos Forestales GEF 090118

Diseño realizado por: Valentina Manochi - manochivalen@gmail.com

Fotos de tapa: Héctor Gonda

---




## AUTORIDADES

Presidente de la Nación  
Ing. Mauricio Macri

Jefe de Gabinete de Ministros  
Lic. Marcos Peña

Ministerio de Agroindustria  
Ing. Ricardo Buryaile

Coordinador Ejecutivo de la UCAR  
Dr. Alejandro Gennari



---



## UNIDAD PARA EL CAMBIO RURAL

Coordinador Ejecutivo de la UCAR  
Dr. Alejandro Gennari

Responsable de Gestión de Programas y Proyectos  
Ing. Raúl Castellini

Jefa de Desarrollo Productivo  
Lic. Daniela Raposo

Responsable Técnica de Proyectos Forestales  
Ing. Agr. Florencia Reca





## EQUIPO DE TRABAJO

José Bava

Coordinación General

Gabriel Loguercio

Responsable Módulo Forestal

Ivonne Orellana

Responsable Módulo Biodiversidad

Fernanda Ríos

Responsable Módulo SIG

### Colaboradores:

Miguel Davel

Mariano Gómez

Luciana Heitzmann

Héctor Gonda


Marcos González

Gustavo Salvador

Gabriel Zacconi

Durante el desarrollo de este proyecto, el Ing. Mariano Gómez, miembro de nuestro grupo de trabajo, nos dejó en un accidente que le costara la vida.

Quienes continuamos la tarea, deseamos dejar nuestro especial reconocimiento a Mariano, compañero y amigo, dedicándole este producto que tanto quisiéramos haber terminado con él.



---

## AGRADECIMIENTOS

El grupo de trabajo desea agradecer a todas las personas que colaboraron aportando ideas, información y sugerencias a este proyecto. Destacamos especialmente el aporte recibido de instituciones con sede en la región, especialmente Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Universidades de la Patagonia San Juan Bosco y del Comahue, Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente (INIBIOMA), Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP), Nodo Regional Bosque Andino Patagónico, Administración de Parques Nacional (APN), los servicios forestales de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut, ONGs como The Nature Conservancy (TNC) y Wildlife Conservation Society (WCS). También a las personas que nos acompañaron en los talleres y entrevistas realizados, y a integrantes del CIEFAP cuyos aportes fueron claves en partes del proceso. También agradecemos los aportes de la Unidad para el Cambio Rural (UCAR), de la Dirección de Producción Forestal del MAGyP, y a quienes asistieron en la evaluación de los informes y documentos preliminares.

# CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	
9	1.1 Consideraciones generales sobre la EAE
10	1.2 Marco temporal y escenarios de desarrollo de las forestaciones
11	1.3 Marco Legal
2. METODOLOGÍA	
13	2.1 Área de estudio
13	2.2 División del área por cuencas
13	2.3 Integración geográfica de la Información
15	2.4 Potencial productivo
18	2.4.1 Potencial biofísico para pino ponderosa
18	2.4.2 Calidad de sitio para pino ponderosa
21	2.4.3 Potencial biofísico para pino oregón
22	2.4.4 Calidad de sitio para pino oregón
22	2.4.5 Potencial biofísico para roble pellín y raulí
23	2.4.6 Estratificación del potencial biofísico por restricciones de aprovechamiento
23	2.4.7 Potenciales Nodos Productivos
25	2.5 Análisis de Vulnerabilidad
25	2.5.1 Definición de vulnerabilidad
26	2.5.2 Estado del ecosistema
26	Áreas de alto valor para la conservación
26	Definición de Clases de Prioridad de Conservación
27	Degradación del suelo
28	Zonificación adecuada al proyecto
28	Definición de clases de estado del ecosistema
29	2.5.3 Exposición a la actividad forestal
29	2.5.4 Capacidad de respuesta
30	2.5.5 Definición de clases de vulnerabilidad
31	3. RESULTADOS
31	3.1 El potencial productivo
31	3.1.1 Potencial biofísico y calidad de sitio para pino ponderosa
31	3.1.2 Potencial biofísico para pino oregón
33	3.1.3 Potencial biofísico para roble pellín y raulí
34	3.1.4 Nodos Productivos
38	3.2 Análisis de vulnerabilidad
38	3.2.1 Clases de prioridad de conservación
39	3.2.2 Clases de vulnerabilidad
39	3.3 Listado de información digital producida
44	4. CONSIDERACIONES GENERALES
44	4.1 Principales efectos esperados de las forestaciones
45	4.2 Influencia de las forestaciones en los humedales
45	4.3 Conectividad
46	4.4 Huemul
47	4.5 Las zonas de interfase
47	4.6 Relictos de Bosque nativo
47	4.7 Las proyecciones sobre cambio climático
49	5. RECOMENDACIONES
49	5.1 Localización de las plantaciones
49	5.2 Diseño de las plantaciones
50	5.3 Manejo de las plantaciones
52	6. ANÁLISIS POR CUENCA
52	6.1 Cuenca Neuquén Norte
52	6.1.1 Descripción general
52	6.1.2 Potencialidad productiva
54	6.1.3 Vulnerabilidad
56	Degradación
58	6.1.4 Análisis de Vulnerabilidad/potencialidad y Recomendaciones
60	6.2 Cuenca Limay Norte
60	6.2.1 Descripción General
61	6.2.2 Potencialidad
64	6.2.3 Vulnerabilidad
68	6.2.4 Análisis de Vulnerabilidad/potencialidad y Recomendaciones
69	6.3 Cuenca Limay Sur
69	6.3.1 Descripción general
69	6.3.2 Potencialidad
72	6.3.3 Vulnerabilidad
78	6.3.4 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad y Recomendaciones
79	6.4 Cuenca Manso-Puelo
79	6.4.1 Descripción general
79	6.4.2 Potencialidad
82	6.4.3 Vulnerabilidad
84	6.4.4 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad y Recomendaciones
86	6.5 Cuenca Futaleufú Norte
86	6.5.1 Descripción general
87	6.5.2 Potencialidad Productiva
89	6.5.3 Vulnerabilidad
94	6.5.4 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad y Recomendaciones
95	6.6 Cuenca Futaleufú Sur
95	6.6.1 Descripción general
95	6.6.2 Potencialidad
98	6.6.3 Vulnerabilidad
100	6.6.4 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad y Recomendaciones
100	6.7 Cuenca Chubut
100	6.7.1 Descripción general

100	6.7.2 Potencialidad
105	6.7.3 Vulnerabilidad
106	6.7.4 Análisis de Vulnerabilidad/potencialidad y Recomendaciones
107	<b>6.8 Cuenca Carrenleufú</b>
107	6.8.1 Descripción general
108	6.8.3 Potencialidad
111	6.8.4 Vulnerabilidad
114	6.8.5 Análisis de Vulnerabilidad/potencialidad y Recomendaciones
115	<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>
118	<b>8. LISTADO DE INFORMACIÓN DIGITAL PRODUCIDA</b>

## FIGURAS

14	Figura 1. Área de Estudio con delimitación de Cuencas.
15	Figura 2. Modelo digital de elevación
16	Figura 3. Esquema de obtención de la superficie del potencial biofísico.
18	Figura 4. Potencial biofísico para pino ponderosa
19	Figura 5. Esquema metodológico para determinar el índice de sitio en la pcia. de Neuquén
20	Figura 6. Esquema metodológico para determinar el índice de sitio en la pcia. de Río Negro
20	Figura 7. Esquema metodológico para determinar el índice de entrenudos en la pcia. del Chubut
24	Figura 8. Estratificación en clases de pendiente
23	Figura 9. Metodología para la estimación de nodos productivos
31	Figura 10. Distribución de las calidades de sitio de las áreas con potencial biofísico para pino ponderosa.
32	Figura 11. Ubicación del potencial biofísico para pino oregón
33	Figura 12. Ubicación de tierras con potencial biofísico para forestaciones con raulí y/o roble pellín dentro del área del estudio.
35	Figura 13. Nodos productivos propuestos para la provincia de Chubut.
36	Figura 14. Nodos productivos propuestos para la provincia de Río Negro.
37	Figura 15. Nodos productivos propuestos para la provincia de Neuquén.
38	Figura 16. Superficie (ha) por clase de prioridad de conservación en el área de estudio.
39	Figura 17. Clases de prioridad de conservación en el área de estudio
40	Figura 18. Clases de vulnerabilidad en el área de estudio
46	Figura 19. Distribución del huemul en el área de estudio (Rusch et al, 2008).
53	Figura 20. Clases de calidad de sitio para pino ponderosa en la Cuenca Neuquén Norte
55	Figura 21. Potenciales nodos productivos de la cuenca Norte del Neuquén (Las Ovejas y El Cholar).
57	Figura 22. Clases de prioridad de conservación en la cuenca Neuquén Norte.
57	Figura 23. Clases de vulnerabilidad en la cuenca Neuquén Norte
62	Figura 24. Superficie apta para ser forestada con pino ponderosa y pino oregón en la cuenca Limay Norte, para la primer especie se discrimina la información por calidad de sitio.
63	Figura 25. Nodos productivos que se abastecerían de la cuenca Limay Norte.
66	Figura 26. Clases de prioridad de conservación en la cuenca Limay Norte.
67	Figura 27. Clases de vulnerabilidad para la cuenca Limay Norte.
70	Figura 28. Clases de calidad de sitio para pino ponderosa en la cuenca Limay Sur.
73	Figura 29. Potenciales nodos productivos de la cuenca Limay Sur (Junín de los Andes, Villa Alicurá, Pilcaniyeu y San Carlos de Bariloche)
76	Figura 30. Clases de prioridad de conservación en la cuenca Limay Sur.
77	Figura 31. Clases de vulnerabilidad en la cuenca Limay Sur.
80	Figura 32. Clases de calidad de sitio para pino ponderosa en la cuenca Manso Puelo.
81	Figura 33. Nodos productivos que se abastecerían de la cuenca Manso - Puelo (Nodos Epuyen y Ñorquinco)
84	Figura 34. Clases de prioridad de conservación en la cuenca Manso - Puelo.
85	Figura 35. Clases de vulnerabilidad para la cuenca Manso - Puelo
89	Figura 36. Clases de calidad de sitio para pino ponderosa en la cuenca Futaleufú Norte
90	Figura 37. Nodo productivo Esquel con aportes de las cuencas: Futaleufú Norte, Futaleufú Sur y Chubut.
92	Figura 38. Clases de prioridades de conservación definidas para la cuenca Futaleufú Norte.
93	Figura 39. Clases de vulnerabilidad definidas en la cuenca Futaleufú Norte.
96	Figura 40. Clases de calidad de sitio para pino ponderosa en la cuenca Futaleufú.
97	Figura 41. Potenciales nodos productivos de la cuenca Futaleufú Sur
98	Figura 42. Clases de valor de conservación definidas para la cuenca Futaleufú Sur.
99	Figura 43. Clases de vulnerabilidad definidas en la cuenca Futaleufú Sur

- 102 **Figura 44.** Clases de calidad de sitio para pino ponderosa de la cuenca Chubut.
- 104 **Figura 45.** Nodos productivos que se abastecerían de la cuenca Chubut (Nodos Tecka y Ñorquinco)
- 105 **Figura 46.** Clases de valor de conservación definidas para la cuenca Chubut en las áreas libres de bosque.
- 106 **Figura 47.** Vulnerabilidad a las plantaciones en la cuenca del Chubut.
- 108 **Figura 48.** Calidad de sitio del área con potencial biofísico para pino ponderosa en la cuenca Carrenleufú.
- 110 **Figura 49.** Potenciales nodos productivos de la cuenca Carrenleufú (Corcovado y Río Pico).
- 112 **Figura 50.** Clases de valor de conservación definidas para la cuenca Carrenleufú.
- 113 **Figura 51.** Clases de vulnerabilidad para la cuenca Carrenleufú

## TABLAS

- 12 **Tabla 1.** Resumen de las leyes vigentes asociadas a la actividad de forestación.
- 17 **Tabla 2.** Criterios de exclusión utilizados para determinar el potencial biofísico de pino ponderosa en el área de estudio
- 19 **Tabla 3.** Valores límites y centrales de clases de calidad de sitio en base al índice de entrenudos (IE) e índice de sitio (IS)(\*)
- 21 **Tabla 4.** Variables limitantes para el desarrollo de pino oregón.
- 22 **Tabla 5.** Clases de sitio por zona de crecimiento
- 22 **Tabla 6.** Variables utilizadas para la estimación de áreas potenciales de cultivo para Raulí y Roble Pellín.
- 24 **Tabla 7.** Descripción de las clases de desertificación cartografiada (Tomado de del Valle, et al, 1995).
- 30 **Tabla 8.** Asignación de valores para el análisis de los 3 componentes de la vulnerabilidad
- 30 **Tabla 9.** Definición de clases de vulnerabilidad.
- 32 **Tabla 10.** Superficies (ha) de cada calidad de sitio para pino ponderosa para cada cuenca
- 33 **Tabla 11.** Superficie (ha) por cuenca y clase de sitio del área potencial forestable con pino oregón.
- 34 **Tabla 12.** Modelo de Manejo Forestal para pino ponderosa por Calidad de Sitio
- 34 **Tabla 13.** VAN, VPS, TIR para una plantación de pino oregón y pino ponderosa en distintas calidades de sitio para la Provincia de Chubut
- 35 **Tabla 14.** Superficie, rentabilidad y distancia de transporte promedio por nodo para la provincia de Chubut.
- 36 **Tabla 15.** Superficie, rentabilidad y distancia de transporte promedio por nodo para la provincia de Río Negro.
- 37 **Tabla 16.** Superficie, rentabilidad y distancia de transporte promedio por nodo para la provincia de Neuquén.
- 38 **Tabla 17.** Superficie total y anual a forestar; volumen anual de raleo, de corta final y de tala rasa calculado al momento del turno, considerando el escenario de forestación de 2200 ha anuales en el área de estudio.
- 39 **Tabla 18.** Superficie de las clases de vulnerabilidad en ha y % para el área de estudio.
- 40 **Tabla 19.** Anomalías climáticas en temperatura media anual (TMA) y precipitación media anual (PMA) pronosticadas para el año 2080 en diferentes localidades del área de estudio. Se presentan las anomalías medias esperadas. Las columnas de Probabilidad indican el % de los 32 modelos considerados que coinciden en pronosticar una anomalía igual o superior al valor límite indicado.
- 52 **Tabla 20.** Superficies por tipo de vegetación de la Cuenca Neuquén Norte
- 53 **Tabla 21.** Distribución de superficie por calidad de sitio para las áreas con potencial biofísico para el desarrollo de forestaciones con Pino ponderosa en la Cuenca Neuquén Norte
- 54 **Tabla 22.** Superficie potencial forestable y TIR por calidad de sitio de los Nodos Las Ovejas y El Cholar.
- 56 **Tabla 23.** Superficies por clase de degradación de la Cuenca Neuquén Norte
- 56 **Tabla 24.** Superficie por clase de prioridad de conservación en la cuenca Neuquén Norte
- 58 **Tabla 25.** Superficies por clases de vulnerabilidad en la cuenca Neuquén Norte.
- 60 **Tabla 26.** Superficie de los tipos forestales nativos presentes en la cuenca Limay Norte.
- 60 **Tabla 27.** Superficie de cada una de las categorías en que se dividió el territorio con bosque nativo para la aplicación de la ley 26.331.
- 61 **Tabla 28.** Superficie (ha) con potencial biofísico para el cultivo del pino ponderosa en la Cuenca Limay Norte, por clase de sitio y tipo de vegetación.
- 61 **Tabla 29.** Superficie (ha) con potencial para el cultivo de pino oregón en la cuenca Limay Norte por tipo de vegetación.
- 64 **Tabla 30.** Superficie apta para el cultivo de pino ponderosa y pino oregón en la cuenca Limay Norte por nodo y calidad de sitio, presentando la TIR predicha para cada situación. Se incluye además la superficie de ambas especies que, pudiéndose cultivar en la cuenca Limay Sur, por razones de cercanía sería conveniente procesar su materia prima en la cuenca Limay Norte.

- 65 **Tabla 31.** Superficie por clase de prioridad de conservación en la cuenca Limay Norte.
- 67 **Tabla 32.** Superficie por clase de vulnerabilidad en la cuenca Limay Norte.
- 75 **Tabla 33.** Superficie por clase de calidad de sitio para la plantación de pino ponderosa en la cuenca del Río Limay Sur.
- 71 **Tabla 34.** Clasificación de superficies con potencial para los nodos Junín de los Andes, Pilcaniyeu, Villa Alicurá y San Carlos de Bariloche de la cuenca Limay Sur
- 75 **Tabla 35.** Superficie por clase de prioridad de conservación en la cuenca Limay Sur
- 75 **Tabla 36.** Superficies por clases de vulnerabilidad en la cuenca Limay Sur.
- 79 **Tabla 37.** Clasificación de superficies de bosques nativos (OTBN) para la cuenca Manso – Puelo
- 79 **Tabla 38.** Potencial biofísico para pino ponderosa en la Cuenca Manso - Puelo discriminado por clase de sitio y por tipo de vegetación.
- 82 **Tabla 39.** Clasificación de superficies con potencial para el Nodo Epuyen
- 83 **Tabla 40.** Superficie por clase de prioridad de conservación en la cuenca Manso – Puelo
- 85 **Tabla 41.** Superficie por clase de vulnerabilidad en la cuenca Manso – Puelo
- 87 **Tabla 42.** Distribución de superficie por tipo de vegetación
- 88 **Tabla 43.** Distribución de superficie por calidad de sitio de las áreas con potencial biofísico para el desarrollo de forestaciones con Pino ponderosa en la Cuenca Futaleufú Norte
- 88 **Tabla 44.** Superficies totales y por clases de sitio del área potencial para forestar con Pino oregón en la cuenca Futaleufú Norte
- 88 **Tabla 45.** Superficies totales del área potencial para forestar con Roble pellín y Raulí en la cuenca Futaleufú Norte
- 91 **Tabla 46.** Clasificación de superficies con potencial para el Nodo Esquel
- 91 **Tabla 47.** Superficies por clases de degradación en la cuenca Futaleufú Norte
- 92 **Tabla 48.** Superficie por clase de prioridad de conservación en la cuenca Futaleufú Norte
- 93 **Tabla 49.** Superficies por clases de vulnerabilidad en la cuenca Futaleufú Norte.
- 95 **Tabla 50.** Superficie por calidad de sitio para pino ponderosa en la cuenca Río Futaleufú Sur.
- 96 **Tabla 51.** Clasificación de superficies con potencial de la cuenca Futaleufú Sur que aportan al Nodo Esquel y Nodo Corcovado
- 98 **Tabla 52.** Superficie (ha) por clase de prioridad de conservación en la cuenca Futaleufú Sur
- 99 **Tabla 53.** Superficies por clases de vulnerabilidad en la cuenca Futaleufú Sur.
- 101 **Tabla 54.** Superficie por calidad de sitio para la plantación de pino ponderosa en la cuenca Chubut.
- 101 **Tabla 55.** Superficie con potencial para forestar y superficie forestada actualmente, por tipo fisionómico
- 103 **Tabla 56.** Clasificación de superficies con potencial para pino ponderosa (C I a C IV) y para pino oregón (Zona 1 clase de sitio 14-18) en los Nodos Tecka y Ñorquinco.
- 103 **Tabla 57.** Clasificación de superficies con potencial de la cuenca Chubut que aportan a los Nodos Epuyén, Esquel, Corcovado, Río Pico y Tecka
- 107 **Tabla 58.** Superficies por tipo de vegetación de la Cuenca Carrenleufú
- 108 **Tabla 59.** Distribución de superficie por calidad de sitio de las áreas con potencial biofísico para pino ponderosa en la Cuenca Carrenleufú
- 109 **Tabla 60.** Superficies de los tipos fisionómicos de la vegetación en las forestaciones y tierras forestables en el área de estudio.
- 110 **Tabla 61.** Superficies potencialmente forestables con pino ponderosa (Pipo) y pino oregón (Pior) asignadas a los nodos Corcovado y Río Pico, discriminadas por cuenca de origen y calidad de sitio
- 111 **Tabla 62.** Superficies por clase de degradación de la cuenca Neuquén Norte
- 111 **Tabla 63.** Superficie por clase de prioridad de conservación en la Cuenca Carrenleufú
- 113 **Tabla 64.** Superficies por clases de vulnerabilidad en la cuenca Carrenleufú.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Consideraciones generales sobre la EAE

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), es una herramienta de gestión política, elaborada de manera participativa, que permite incorporar aspectos ambientales a la planificación de programas de alcance regional o nacional. Como se trata de una herramienta que se orienta a evaluar el impacto de una actividad en un sentido general, sería lógico que se realice antes que la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de un proyecto en particular, que atiende a similares aspectos pero a un nivel de incumbencia local. Sin embargo, esto no suele suceder. Por ejemplo, en Argentina se solicita el EIA para la implementación de proyectos de forestación, que suelen indicar un bajo efecto sobre factores tales como el ciclo del agua o la biodiversidad a la escala estudiada. Sin embargo, si se analizaran en el marco de una EAE estos mismos efectos al nivel de toda una cuenca, con diferentes escenarios de forestación, los resultados podrían ser diferentes. Lo mismo ocurre con proyectos individuales de desmonte o cambio de uso del suelo, sólo por citar algunos ejemplos. La conveniencia de realizar EAE para determinadas actividades, que dependen de políticas públicas, aumenta a medida que son mayores las comunidades involucradas y las escalas espacial y temporal de análisis.

Las EAEs se centran en aspectos sociales y ambientales, más que en la rentabilidad económica de una actividad, analizados en un marco espacial y temporal amplio. En los últimos años se aprecia una tendencia de la sociedad hacia una mayor consideración de los efectos ambientales y sociales de largo plazo de las actividades económicas. Gobiernos y empresas los incluyen en sus planes de gestión, lo que se expresa, por ejemplo, en la creciente salvaguarda ambiental presente en la legislación de países de todo el mundo. La intensidad y calidad (para lo que la información es esencial) del involucramiento de la ciudadanía determinará en buena medida el grado de cambio de la lógica de la toma de decisiones imperante.

Las EAEs consideran largos plazos temporales, que exceden los del análisis económico y financiero de proyectos de inversión y los plazos intereleccionarios de los sistemas políticos democráticos. Los plazos de análisis, deberían adecuarse a las tasas de renovación de los recursos naturales. Un proyecto de explotación de los mismos podría planificarse para consumir los intereses, manteniendo la integridad de ese capital natural. Esto constituye una excepción en el caso de los recursos naturales renovables, y no ocurre en ningún caso con recursos no renovables. Esta lógica de análisis se refleja en indicadores económicos de uso común, como el PBI, que computa los ingresos de las

explotaciones sin prever los costos, ni inmediatos ni financieros (de largo plazo), de los daños y de las remediaciones ambientales necesarias para alcanzar un estado comparable al estado previo al proyecto.

Las EAEs consideran un plazo que incluye por lo menos dos generaciones humanas, y cada actividad económica que se realiza debería ser capaz de sostener este análisis, si consideramos el imperativo ético de la equidad intergeneracional. La consideración de los efectos futuros puede realizarse en un marco de certeza, de riesgo o de incertidumbre, y en cualquier marco una EAE o una EIA requerirán de un trabajo multi-, inter- o transdisciplinario donde las instituciones académicas y científicas y en especial los consultores a cargo de las mismas, jugarán un rol importante. Sin embargo es importante no sobrevalorar este rol y destacar que también la opinión ciudadana es una voz autorizada.

La EAE, como instrumento que integra la dimensión ambiental y social al análisis de Políticas, Planes y Programas, se orienta al logro de la sustentabilidad económica, social, ecológica y política. En Argentina existe jurisprudencia sobre la necesidad de contar con análisis que contemplen efectos acumulativos de proyectos individuales (fallo Salas de la Corte Suprema por desmontes en Salta, fallo por los Esteros del Iberá). La EAE está presente en leyes provinciales (Ley 5.562 de Chaco, Mendoza) y en la constitución de Entre Ríos, aunque a nivel nacional la Ley General del Ambiente no la contempla explícitamente, sino que se refiere a la EIA y al ordenamiento territorial. La única ley nacional que contempla explícitamente a la EAE es la Ley 26.339 de Presupuestos Mínimos de Protección de Glaciares y del Ambiente Periglacial.

La realización de una EAE de las plantaciones forestales realizadas con fines productivos en las áreas de secano en la Patagonia Andina fue un proyecto que surgió de las inquietudes de las autoridades de aplicación de las leyes nacionales y provinciales de fomento a las forestaciones en Patagonia, con la intención de fortalecer la componente ambiental en sus prácticas de fomento. Esta inquietud es canalizada por la UCAR en el marco del Proyecto de Conservación de la Biodiversidad en Paisajes Productivos Forestales (GET TF 090118) y se concreta mediante la contratación por concurso público del Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP) y la Fundación para el Desarrollo Forestal, Ambiental y del Ecoturismo Patagónico.

El desarrollo de un sector forestal basado en plantaciones es una alternativa importante en Patagonia, con múltiples aspectos

a considerar, algunos de los cuales pueden resultar positivos y otros negativos. Atender debidamente cada uno de ellos fortalece positivamente la actividad forestal y las políticas públicas.

Algunos efectos negativos que podrían ocasionar las forestaciones realizadas a gran escala son: cambios en el balance hídrico, fragmentación de hábitats sobre especies con algún grado de amenaza en su conservación, pérdida o cambios en la biodiversidad dentro de las plantaciones, procesos de invasión y efectos puntuales sobre poblaciones o áreas que tienen un valor especial para la conservación. Estos aspectos fueron cuidadosamente considerados con el nivel de información y la cartografía de la que hoy en día se dispone, con el objetivo de evitar que el desarrollo del sector forestal tenga efectos negativos sobre el patrimonio natural de la región (biodiversidad, elementos especiales para la conservación y el agua). En este sentido, diversos estudios refuerzan la idea de que los efectos negativos pueden ser evitados o mantenidos en un nivel tolerable.

Por otro lado también hay algunos antecedentes de plantaciones forestales implantadas en ambientes naturales de estepa fuertemente degradados que interrumpen procesos de desertificación, ya que evitan la pérdida de suelo y constituyen un nuevo aporte de materia orgánica, capaz de enriquecer el suelo. Así mismo, si el manejo silvícola contempla el control de la densidad arbórea dentro de rangos adecuados, se podrían recrear condiciones ambientales debajo de las forestaciones que resulten favorables para otros desarrollos. Se han iniciado investigaciones para la siembra / plantación de especies forrajeras nativas bajo cobertura de pino ponderosa, lo que podría contribuir a la restauración de parte de la vegetación natural y el desarrollo de sistemas silvopastoriles. Otro aspecto ambiental relevante es la capacidad de las plantaciones forestales para capturar mayores cantidades de CO<sub>2</sub>, en comparación con sistemas naturales como las estepas. Por ello las posibilidades de mitigación del Cambio Climático mediante forestaciones en Patagonia son promisorias.

Una característica de las forestaciones de la Patagonia, a diferencia de lo que ocurre en la mayoría de otras regiones forestales (especialmente en el trópico y subtropical), es que es posible realizarlas aplicando tecnologías extensivas simples y baratas. En la Patagonia, las plantaciones se realizan sin necesidad de preparación del suelo, no se aplican herbicidas ni fertilizantes y salvo el control de liebre, no es necesario el combate de hormigas u otros insectos. Además la implantación se realiza manualmente.

En síntesis, los bosques plantados en Patagonia, con condiciones de sitio críticas en zonas marginales, aplicando tecnologías de establecimiento de bajo impacto, pueden ser muy importan-

tes por su potencial para la prestación de servicios ambientales, complementando el objetivo final de producción de madera de calidad en el largo plazo. Desde el punto de vista productivo, más allá del gran potencial que tienen las forestaciones, es destacable que pequeños emprendimientos forestales que no inciden en los análisis sociales o económicos a escala regional o provincial, son muy importantes a nivel local, dando trabajo y aportando al desarrollo en las localidades de la cordillera.

Este manual está destinado a los tomadores de decisión en materia de política forestal con injerencia en Patagonia y contiene un resumen de los principales resultados del proceso de análisis realizado para la EAE acerca del desarrollo de las forestaciones en secano en la Patagonia Andina, así como los principales resultados y recomendaciones. También se incluyen consideraciones sobre otros aspectos que pueden integrarse al análisis en revisiones futuras o ante la necesidad de analizar nuevos programas específicos de promoción y fomento a las forestaciones. Información más detallada se encuentra disponible en el Informe Final de la presente EAE, que se encuentra en la UCAR, la Dirección de Producción Forestal y las instituciones provinciales que son autoridad de aplicación de los regímenes de fomento a las forestaciones.

El objetivo del manual es que los diferentes tomadores de decisión puedan adoptar las recomendaciones, pero también recrear el análisis realizado, utilizando la información generada en el marco de este proyecto con sus propias ponderaciones y puntos de vista, así como incorporar nuevos elementos de juicio.

## 1.2 Marco temporal y escenarios de desarrollo de las forestaciones

Para la conservación de la biodiversidad es indispensable, pero no suficiente, contar con una red de Áreas Naturales Protegidas que contengan en dimensión adecuada los ecosistemas y la variabilidad que es deseable preservar. Según análisis previos, y a pesar que Patagonia presenta un importante número y superficie de Áreas protegidas que rondan 1,7 millones de ha (Rusch *et al.* 2005), por un lado la representatividad de los ecosistemas y la gestión efectiva deficiente de algunas de ellas, no aseguran el cumplimiento de sus funciones. Por otro lado, dado que existen interrelaciones directas e indirectas a nivel ecosistémico a distintas escalas, que pueden afectar las funciones y/o los procesos que se desea preservar, es necesario, además, establecer pautas para las zonas por fuera de las áreas protegidas, que complementen sus funciones de conservación.

El establecimiento de estas pautas debe basarse en el conocimiento de los elementos de Alto Valor para la Conservación y

en la identificación y valoración de los riesgos (impactos) que las actividades pueden ocasionar sobre dichos ecosistemas o parte de los mismos (ej. afectar especies amenazadas). En este sentido, las actividades de forestación pueden tener impactos ambientales actuales o potenciales sobre elementos de Alto Valor para la Conservación que es necesario identificar, evaluar y monitorear, para formular pautas de planificación y manejo que minimicen los impactos negativos y promuevan los positivos en dirección de una mayor sustentabilidad.

Si definimos vulnerabilidad como la susceptibilidad o predisposición intrínseca del ambiente, dada por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, a sufrir un daño o una pérdida por el impacto de una actividad, en este caso el desarrollo de forestaciones productivas, es necesario definir el marco temporal de análisis, dado que algunos factores que determinan la vulnerabilidad pueden permanecer constantes en largos períodos de tiempo, mientras que otros se modificarán, y además la información científica se actualiza permanentemente, brindando avances en el conocimiento sobre los elementos de alto valor de conservación, y los mecanismos de impacto. Además, es esperable que el Programa de Monitoreo de la Biodiversidad sea implementado y provea nueva información sobre los efectos de las forestaciones. En este sentido, este análisis se realiza considerando que deberá ser actualizado en un período no mayor a los 15 años.

Al considerar los posibles efectos de la actividad de forestación sobre la biodiversidad, debe respetarse un escenario que sea realista en relación al posible desarrollo de las plantaciones a nivel regional. El promedio de forestación efectiva anual podría rondar las 2.200 ha/año, asumiendo que se han plantado unas 97.400 ha en los últimos 45 años; y durante el año 2013, la tasa de forestación anual para toda la región no superó las 1.000 ha. Los escenarios futuros de tasas de forestación pueden ser varios, pero cualquiera de ellos debería sustentarse en un objetivo estratégico, de largo plazo, que sirva de marco para lograr una sustentabilidad productiva regional y por cuenca. En ese sentido, para la elaboración de recomendaciones, hemos asumido un tasa anual equivalente a la tasa histórica de 2.200 ha/año.

Considerando un turno promedio de 43 años, la superficie estratégica adicional a forestar en ese lapso de tiempo, sería de 94.600 ha (4% del potencial biofísico). En los próximos 15 años se deberían plantar 33.000 ha, que deberían ubicarse favoreciendo el desarrollo de nodos productivos (ver 3.1.6 y 4.1.4).

### 1.3 Marco Legal

El Estado Nacional en el último medio siglo utilizó diferentes instrumentos de promoción para fomentar las forestaciones. Pueden señalarse sucesivas etapas cronológicas, según las herramientas empleadas en la normativa de promoción, hasta llegar a nuestros días, con la Ley Nro. 25.080 de Promoción de Inversiones en Bosques Cultivados, y su prolongación a través de Ley Nro. 26.432, que utiliza una combinación de beneficios fiscales y económicos. En las últimas décadas, muchas provincias sancionaron leyes propias de promoción, con el objeto de suplir o complementar al Estado nacional, según el momento en que se encuentre el ciclo de eficiencia de funcionamiento del régimen nacional vigente. De este modo, las provincias Nord-patagónicas tienen sus leyes de fomento forestal propias, que se ajustan a la política forestal que implementan en el espacio territorial.

Con la sanción de la Ley 26.331, de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, toma carácter normativo en el sector forestal el concepto de Ordenamiento Territorial. Entre los objetivos de esta ley está "Promover la conservación mediante el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos y la regulación de la expansión del cambio de uso del suelo". También define al Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos-OTBN como "la norma que basada en los criterios de sostenibilidad ambiental establecidos en la presente ley, zonifica territorialmente el área de los bosques nativos existentes en cada jurisdicción de acuerdo a las diferentes categorías de conservación". Las provincias han elaborado y establecido por ley en el último lustro su Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos, como exigencia imprescindible para acceder a los beneficios de la Ley N° 26.331 mencionada.

Tabla 1. Resumen de las leyes vigentes asociadas a la actividad de forestación.

Tema central	Neuquén	Río Negro	Chubut	Nación
<b>Política y fomento forestal</b>	<p>Ley N° 2.288. Adhesión Ley Nacional N° 25080.</p> <p>Ley N° 2.482/04 de Incentivos forestales</p> <p>Ley N°. 790. Creación de empresas del Estado Provincial (CORFONE)</p> <p>Ley N°. 1.890. Bosques y tierras forestales. Creación de Fondo Forestal.</p>	<p>Ley N° 3.314. Adhesión a la Ley Nacional N° 25080</p> <p>Ley N° 2.022. Constituye Sociedad Anónima EMFORSA</p>	<p>Ley XVII-N° 61 (ex N° 4.580). Adhesión a la Ley Nacional N° 25.080</p> <p>Ley XVII-N° 91 Adhesión a Ley N° 26.432 de Prórroga de Ley N° 25.080.</p> <p>Ley IX - N° 33 (Ex N° 3.944) Régimen de Fomento a la forestación</p> <p>Ley IX - N° 58 (Ex N° 5.299) Comisión de reconversión productiva de las actividades forestales.</p>	<p>Ley N° 25.080 Inversiones para bosques cultivados.</p> <p>Ley N° 26.432 Ley de Prórroga y reforma de Ley 25.080.</p> <p>Ley N°. 25.509 Derecho Real de superficie Forestal</p>
<b>Ordenamiento territorial</b>	<p>Ley N° 2.720. Ordenamiento territorial de bosques nativos.</p> <p>Ley N° 2.636. Programa de Desarrollo Forestal de los Perilagos.</p>	<p>Ley N° 4.552 Ordenamiento territorial de bosques nativos.</p> <p>Ley N° 1.850 Ordenamiento y Programas ambientales</p>	<p>Ley XVII N° 92 Ordenamiento territorial de bosques nativos.</p>	<p>Ley N° 26.331 Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.</p>
<b>Conservación de la biodiversidad y Áreas Protegidas</b>	<p>Ley N° 2.594 Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas,</p> <p>Ley N° 2.503. Recursos genéticos y bioquímicos.</p>	<p>Ley N° 2.669. Áreas Naturales Protegidas.</p> <p>Ley N° 3.702. Protección de especies vegetales medicinales, aromáticas y biodinámicas.</p> <p>Ley N° 2.056. Interés Fauna silvestre.</p> <p>Ley N° 2.646. Declaración del Huemul como Monumento Natural.</p>	<p>Ley XI - N° 18 Ley N°: 4.617. Sistema de áreas naturales protegidas.</p> <p>Ley XVII-N° 7. (Ex N° 1.052). Protección del Sauce criollo</p> <p>Ley XI - N° 10 (Ex N° 3.257) Conservación de la Fauna Silvestre.</p> <p>Ley XI-N° 22 (Ex N° 4.793). Declaración Monumento Natural al Huemul</p>	<p>Ley N° 22.351 de Parques y reservas nacionales y monumentos naturales.</p> <p>Ley N° 24.375. Aprobación del Convenio sobre la Diversidad Biológica.</p> <p>Ley N° 23.919. Convenio relativo a los humedales.</p> <p>Ley N° 23.918. Convención sobre la conservación de las especies migratorias.</p> <p>Ley N° 22.421. Conservación de la Fauna.</p> <p>Ley N° 24.702. Establecimiento de Diversas Especies como Monumentos Naturales.</p>
<b>Ambientales</b>	<p>Ley N° 1.875. Preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente.</p> <p>Ley N° 2.267. Medio ambiente.</p>	<p>Ley N° 3.266, Evaluación de Impacto Ambiental.</p> <p>Ley N° 2.851 Consejo de Medio ambiente.</p> <p>Ley N°. 2.631. Desarrollo Sustentable</p> <p>Ley N° 2.581. Creación Cruz Verde Rionegrina.</p> <p>Ley N° 2.701 Preservación del medio ambiente de centrales hidroeléctricas</p>	<p>Ley XI - N° 18 (Ex N° 5.439) Código Ambiental.</p>	<p>Ley N° 25.675 Ley General del Ambiente.</p> <p>Ley N°. 25.841 Aprobación del Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del MERCOSUR.</p>

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Área de estudio

El área de estudio se definió en la faja cordillerana del ecotono entre el bosque nativo y la estepa patagónica donde, según el estado actual del conocimiento y experiencia, es factible el establecimiento de forestaciones en seco. Abarca una superficie de 6.601.194 ha. Los criterios utilizados para definir los límites de estas tierras fueron los siguientes:

- 1- Norte: Límite entre las provincias de Mendoza y Neuquén.
- 2- Sur: 44° 30' de latitud en la provincia del Chubut, hasta donde existen superficies forestables extensas y hay forestaciones establecidas.
- 3- Oeste: Límite internacional con la República de Chile
- 4- Este: Isohietra de 400 mm/a en Neuquén y Río Negro, y 300 mm/a en Chubut.
- 5- Altitud: se consideró un límite superior de 1800 msnm en el norte de la provincia de Neuquén, dado que existen evidencias de que por encima de dicha altura los árboles están sometidos a un intenso stress expresado en deformaciones del fuste y ramas. Si bien no existen estudios al respecto, se presume que se debe al efecto de viento helado. Esta altitud se utilizó hasta aproximadamente los 38° 40' de latitud, al noreste de los lagos Alumín y Moquehue, dado que a mayor latitud el límite pasa a ser el bosque nativo que se ubica a una altitud menor.

### 2.2 División del área por cuencas

La observación de la vulnerabilidad de los ambientes naturales al desarrollo de forestaciones, así como la definición del tipo de desarrollo esperable, es muy variable dentro del área de estudio. En toda el área existen elementos de alto valor de conservación, de muy diferente índole y nivel de susceptibilidad ante las plantaciones forestales. De la misma manera, hay zonas donde se concentra una gran potencialidad para el desarrollo de forestaciones, ya sea en términos de aptitud forestal (calidad de sitio I) o de costo de oportunidad (pastizales degradados), y zonas donde no es esperable que se vayan a establecer forestaciones debido a su ubicación, calidad y uso al que están sometidas. En estas condiciones, muchos análisis a nivel de toda el área de estudio sólo pueden concluir en recomendaciones muy generales, que no serán de ayuda en todos los casos. En este sentido, es recomendable utilizar una unidad de análisis menor, para poder tener una mayor escala, lo que aporta mejor información a la toma de decisiones.

En adelante, los análisis de resultados de cada producto obtenido se harán en referencia a unidades menores de análisis que fueron definidas como cuencas. Las mismas se corresponden físicamen-

te con las cuencas *hidrográficas* del territorio y fueron determinadas con la herramienta HydroTools de ArcGIS 10.1. El límite Este de las mismas quedó determinado por el área de estudio. Luego, teniendo en cuenta las disposiciones administrativas del territorio, algunas de ellas fueron divididas manualmente (ej. Futaleufú Norte-Futaleufú Sur). Su nomenclatura se corresponde con el río principal homónimo (Figura 1)

1. Cuenca del Río Neuquén Norte (1.330.771 ha)
2. Cuenca del Río Limay Norte (790.237 ha)
3. Cuenca del Río Limay Sur (1.680.599 ha)
4. Cuenca de los Ríos Manso – Puelo (606.286 ha)
5. Cuenca del Río Futaleufú Norte (374.585 ha)
6. Cuenca del Río Futaleufú Sur (357.122 ha)
7. Cuenca del Río Chubut (824.607 ha)
8. Cuenca del Río Carrenleufú (636.986 ha)

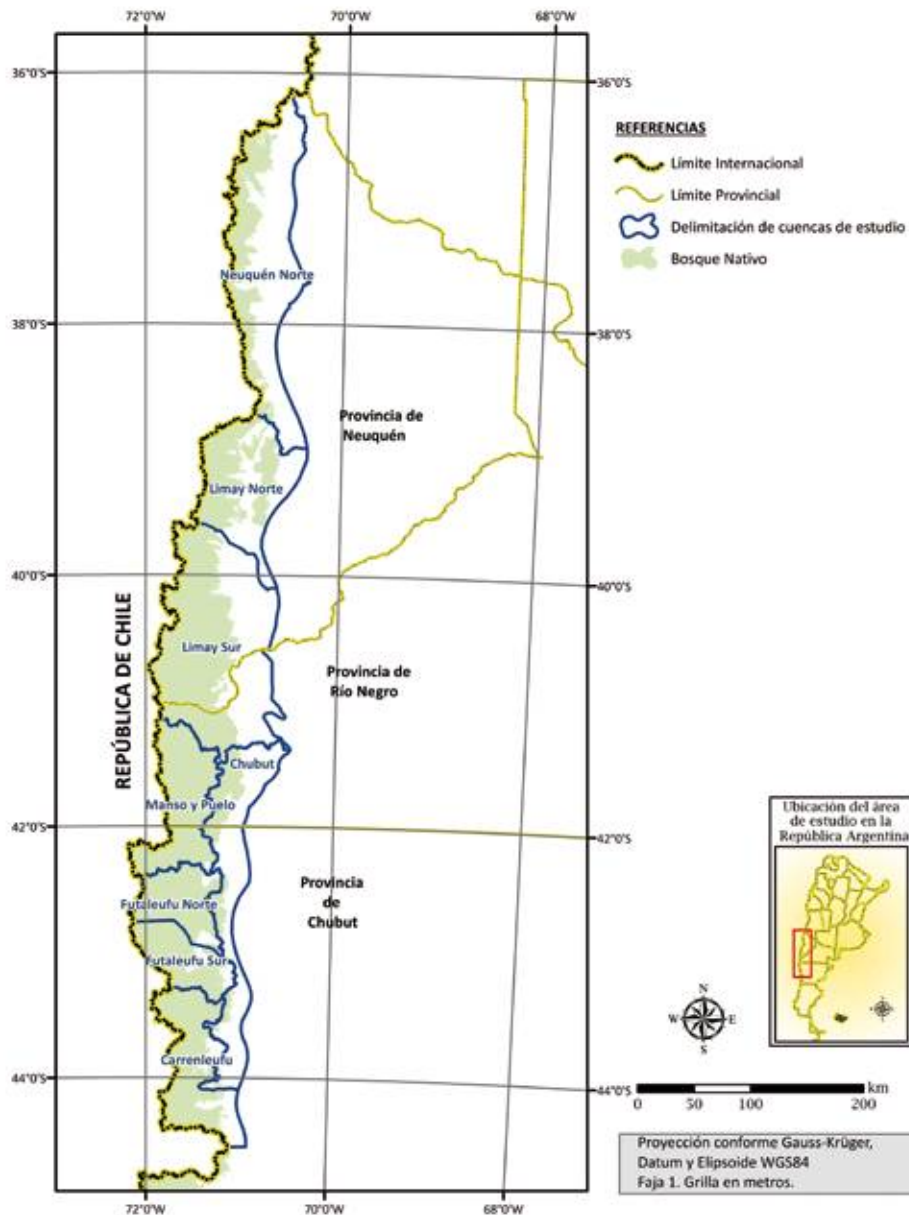
### 2.3 Integración geográfica de la Información

Se trabajó superponiendo capas de información, básicamente a partir de aspectos ligados a la potencialidad y a la vulnerabilidad de la zona en un entorno de sistema de información geográfica (SIG). El contenido del mismo es abarcativo a todo el proyecto en sus diferentes etapas y productos. El proceso de generación del SIG consistió en cuatro etapas: recopilación, generación, edición y revisión, y por último, elaboración de producto final, las cuales necesariamente fueron trabajadas en simultáneo a lo largo del mismo, debido a que la información que se va generando constituye en sí misma un producto y a la vez insumo para la obtención de otros nuevos.

Como parte de las actividades de recopilación de datos espaciales existentes, se solicitó a las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut, las respectivas coberturas del Ordenamiento Territorial en su versión más actualizada y los criterios de ordenación, discutidos y acordados en cada Provincia. Además se recopiló la siguiente información espacial general:

- Información cartográfica digital perteneciente al SIG250 (IGN) referida a límites políticos, espejos de agua y ríos, altas montañas, poblaciones, rutas y caminos,
- Límites de Parques y Reservas Provinciales y Nacionales, áreas de valor especial para la conservación (AVEC) tales como elementos especiales, sitios prioritarios para la conservación, especies amenazadas, áreas prioritarias e irremplazables (Rusch *et al* 2005; Chehébar 2013), áreas de importancia de conservación de aves (AICAs),

Figura 1. Área de Estudio con delimitación de Cuencas.



• Estado de degradación del suelo (del Valle, LADA, Paruelo), Datos Satelitales. Si bien la escala de trabajo es regional, en algunos sitios de especial interés fue necesario contar con datos que permitieran obtener información más detallada de la superficie. Por este motivo se emplearon como base de datos satelitales tres mosaicos de datos SPOT 5, elaborados en el Laboratorio de Geomática del CIEFAP en el marco de la actualización del Inventario Nacional de Bosque Nativo región Bosque Andino Patagónico (BAP), que se está llevando a cabo a partir del Nodo Regional Bosque Andino Patagónico (SAyDS-CIEFAP). La fecha de captura de los datos satelitales SPOT5 va desde 2012 a 2014. La resolución espacial de los mismos es de 10 m y la resolución

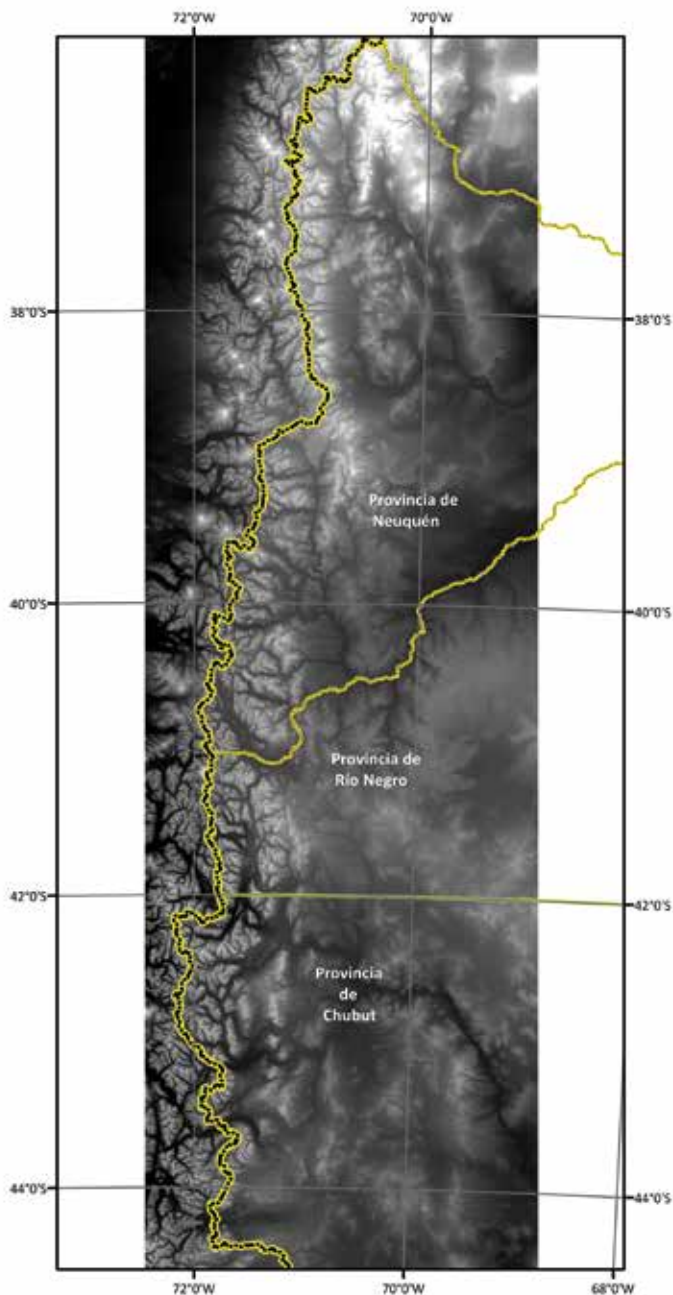
espectral de 4 bandas (3 en el espectro visible y 1 en el infrarrojo cercano).

Modelo Digital de Elevación. Para toda el área de estudio, se utilizó como Modelo Digital de Elevación (MDE) un mosaico que surge de la edición de los siguientes modelos digitales (Figura 2):

1. SRTM-C (30m de resolución espacial), fuente: CONAE.
2. SRTM-X (30m de resolución espacial), fuente: Agencia Espacial Alemana (DLR).
3. ASTER GDEM (30m de resolución espacial), fuente: Jaxsa-NASA.

A partir del mismo se generaron las coberturas de pendiente, exposición, curvas de nivel y latitud, necesarias como insumos para generar algunos de los productos nombrados más adelante.

Figura 2. Modelo digital de elevación



Datos de Vegetación. Con respecto al bosque nativo, se incorporó la versión preliminar (versión Agosto 2014) de los inventarios provinciales de bosque nativo (Neuquén, Río Negro y Chubut). El inventario se está realizando en el marco del NODO-BAP (SAyDS-CIEFAP). La cobertura brinda información en 3 niveles de leyenda con una escala de trabajo en monitor de 1:25.000. Para las actividades requeridas en el presente trabajo se optó por trabajar al nivel 2, que agrupa las especies por tipos forestales (ej. Bosque de Lengua, Bosque de Coihue, Bosque de Araucaria, Matorral mixto, Arbustal, entre otros). En el nivel 1 de leyenda, además de las clases de Tierras Forestales y Otras Tierras Forestales, la clasi-

ficación tiene la categoría Otras Tierras, que a su vez se separa en las clases: Humedales, Cuerpos de Agua, Hérbaceo-Subarbusivo, Forestaciones, entre otros, y que han sido utilizadas particularmente para generar las máscaras de exclusión de superficie en la determinación de superficie aptas para forestar. Como cobertura complementaria al bosque nativo, se utilizó la cobertura de Rolando *et al.* (1998) que caracteriza e identifica las unidades de vegetación extra andina.

Datos climáticos. Con respecto a los datos climáticos de precipitación, inicialmente se probó utilizar la grilla global de precipitaciones del WorldClim de 1km de resolución espacial. Si bien son datos que están disponibles para toda el área de estudio, durante la etapa de análisis previa a los procesamientos, se detectaron algunas inconsistencias en los valores. Esto es, el raster sobreestima los valores hacia las regiones de precipitaciones más bajas y subestima hacia las más altas, es decir que acota la variabilidad. Por este motivo se decidió utilizar información de precipitación media anual existente para cada provincia en formato vectorial. La misma proviene de las siguientes fuentes: Neuquén: cobertura elaborada por J. Gaitán del Laboratorio de Imágenes de INTA Bariloche. Río Negro: isohietas de Barros *et al.* 1983. Chubut: la cobertura elaborada en base a las funciones que estiman la precipitación media anual para valles longitudinales y transversales a la cordillera del estudio de Aptitud de Irisarri *et al* (1995).

Forestaciones. Se cuenta con información actualizada para las tres provincias proveniente del Mapa Forestal de Plantaciones del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación (MAGyP, 2013), del Inventario Provincial de Plantaciones Provincia de Neuquén (SAGPyA, 2010) y de los polígonos provenientes de la actualización del Inventario de Bosque Nativo en el marco del NODO-BAP (en edición, SAyDS-CIEFAP).

Aptitud de Suelo. Para las provincias de Chubut y Neuquén se cuenta con la información digitalizada de las cartas de Aptitud de Suelo (Irisarri *et al.* 1995) a partir de las cuales se consideraron las Tierras No Aptas para forestación, como zona de exclusión. En el caso de la provincia de Río Negro se cuenta con información en formato analógico, no fue posible incorporarla a la base de información digital.

## 2.4 Potencial productivo

### 2.4.1 Potencial biofísico para pino ponderosa

Las tierras potencialmente forestables son aquellas que por sus características biofísicas presentan condiciones para el establecimiento de forestaciones. El área de estudio presenta condiciones ambientales generales aptas para las forestaciones con pino ponderosa en secano. Sin embargo, dentro de la misma hay condi-

ciones de sitio que limitan o impiden el establecimiento y/o el crecimiento de árboles (afloramientos rocosos, mallines, altitud, etc.). Tomando en cuenta esto, antes de clasificar las tierras según la productividad forestal específica, se procedió a definir los criterios de exclusión de superficies. Estas fueron:

- **Altitud**

Neuquén, cotas superiores a 1800 msnm;  
desde el límite Nqn-Río Negro hasta Esquel, cotas superiores a 1300 msnm;  
desde Esquel hasta el límite Sur, cotas superiores a 1100 msnm

- **Redes de caminos y cuerpos de agua**

Quedan excluidos del potencial biofísico las ciudades, los ríos y los lagos.

Se incluyen los buffer de ríos, lagos, etc, excepto para el caso de caminos, que se generan pero solamente para considerar la superficie real ocupada por caminos.

- **Mallines**

Se excluyeron los mallines, pero no el área buffer que los rodea.

- **Tierras no aptas**

Según los estudios de suelos y aptitud de tierras para forestación desarrollado en las tres provincias (Ferrer *et al.* 1990, Mendía e Irisarri 1986 e Irisarri *et al.* 1995 y 1997)

- **Forestaciones existentes**
- **Pendientes superiores a 40%**

- **Bosques nativos:** Tierras Forestales y otras tierras forestales, exceptuando matorrales y arbustales que sí se consideraron dentro del área potencial.

- **Precipitación media anual:** el establecimiento y crecimiento de las plantaciones están condicionadas por la disponibilidad de agua en el suelo durante el período de crecimiento. La precipitación media anual es un indicador de la máxima cantidad de agua disponible. Dada la limitada existencia de estaciones meteorológicas con registros continuos, la información disponible no es completa y es de distinta confiabilidad. Sin embargo, con la información disponible, y teniendo en cuenta los sitios con menor precipitación en la que existen forestaciones con buen estado, se estableció la isohieta de 400 mm/año en la provincia del Neuquén y Río Negro, y 300 mm/año en la provincia de Chubut, como límite este del potencial biofísico para la especie. Para la definición de la isohieta se utilizó información de precipitación media anual existente para cada provincia en formato vectorial. La Tabla 2 resume los criterios que caracterizan el potencial biofísico de pino ponderosa en el área de estudio, y las fuentes de información que las respaldan.

Partiendo del área total de estudio, se fueron realizando descuentos de superficie mediante operaciones espaciales, hasta obtener la superficie potencial final. A continuación se presenta el esquema de extracción temática utilizado para la determinación del área de potencial biofísico (Figura 3).

En el esquema se observa que una de las variables restadas es la exposición del terreno, esta condición solo es válida para la determinación de superficie potencial de pino oregón. El pino ponderosa no posee tal restricción.

Luego de obtener el área con potencial para la forestación con pino ponderosa, fue necesario limpiar la cobertura. Esto debe realizarse cuando se trabaja con sucesivas operaciones espaciales, ya que producto de las restas e intersecciones quedan numerosos polígonos de muy baja superficie, los cuales resultan muy engorroso editar y procesar. Para disminuir estos defectos se aplicó la herramienta *eliminate* de ArcGIS en tres iteraciones, estableciendo como unidad mínima de eliminación 1 ha. Dichas superficies fueron absorbidas a la unidad contigua con mayor superficie. El resto es un polígono que contiene la información de superficie para cada cuenca de estudio (Figura 4).



Figura 3. Esquema de obtención de la superficie del potencial biofísico.

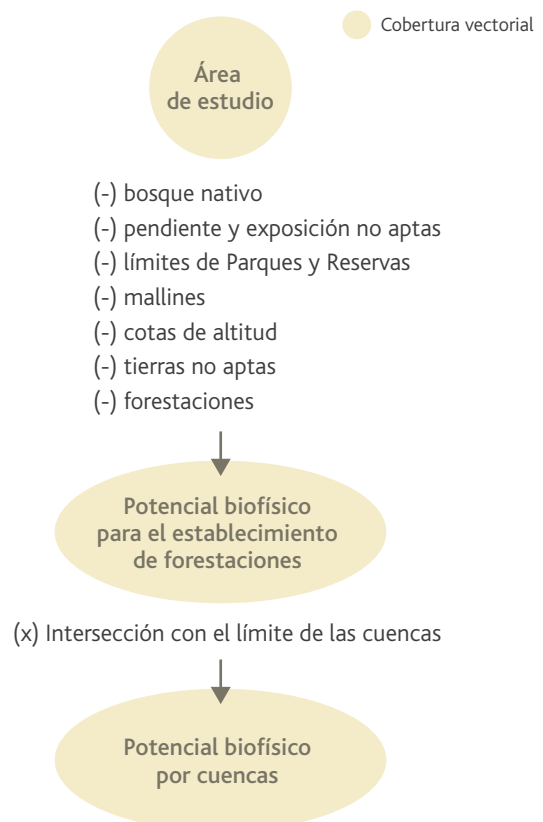
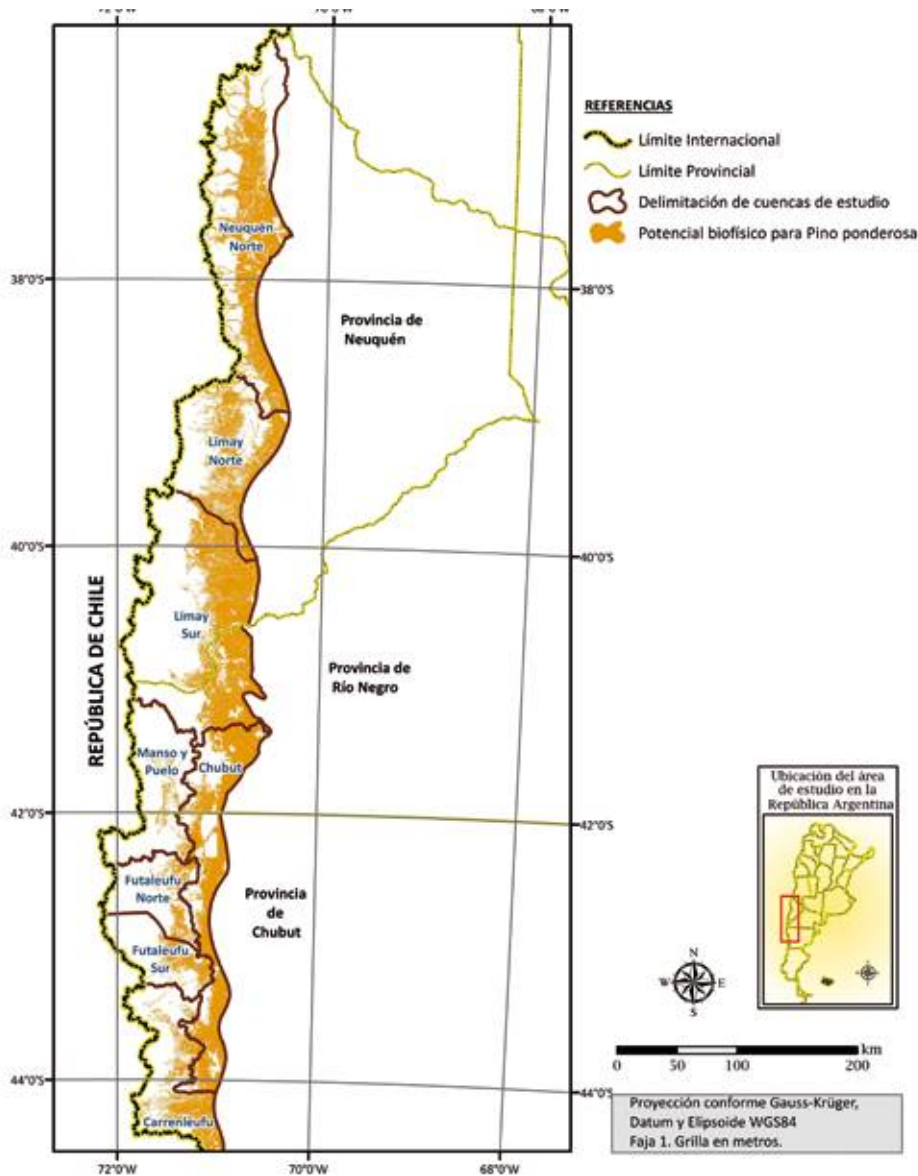


Tabla 2. Criterios de exclusión utilizados para determinar el potencial biofísico de pino ponderosa en el área de estudio.

Variable	Criterio	Fuente
Cuerpos de agua	Limitación física.	Actualización del inventario de Bosque nativo NODO-BAP (MohrBell 2014, en edición)RSA
Caminos, poblaciones, ríos	Limitación física. Se utilizó para caminos y ríos un buffer de 50 m.	SIG 250 UMSEF
Mallines/ Humedales	Limitación física y biológica.	Actualización del inventario de Bosque nativo NODO-BAP (MohrBell 2014, en edición)
Alta montaña	Áreas sin bosque por encima del timberline y en el norte de Neuquén 1800 msnm, debido a daños verificados en plantaciones por frío. Áreas por encima del bosque en cotas superiores a 1300 m desde el límite entre Río Negro y Neuquén hasta Esquel, y desde allí hasta el límite sur del área de estudio, con cotas superiores a 1100 m.	Actualización del inventario de Bosque nativo NODO-BAP (MohrBell 2014, en edición)
Tierras no apta (pedreros).	Otras limitantes definidas en los estudios de aptitud en Neuquén, Río Negro y Chubut.	Estudios de suelo Ferrer et al. (1990), Mendiá e Irisarri (1986) e Irisarri et al. (1995 y 1997)
Precipitación	<400 mm/año en Neuquén y Río Negro (salvo en Dto Minas de Neuquén que se toman los puntos más altos de la Cordillera del Viento), <300 mm/año en Chubut.	Neuquén: cobertura elaborada por Juan Gaitán del Laboratorio de Imágenes de INTA Bariloche. Río Negro: isohietas de Barros et al. (1983) Chubut: la cobertura elaborada en base a las funciones que estiman la precipitación media anual para valles longitudinales y transversales a la cordillera del estudio de Aptitud de Irisarri et al (1995).
Bosque nativo	Limitantes para el cambio de uso del suelo.	Se consideraron forestables las tierras libres de bosque nativo, en base a la actualización del inventario BN NODO-BAP (MohrBell 2014, en edición). También se consideraron forestables matorrales y arbustales.
Parques y Reservas Nacionales y Provinciales	Limitante administrativa (no estrictamente de carácter biofísico)	Coberturas vectoriales de APN, AICA's, Área de Reservas Provinciales (Chubut y Neuquén)

Figura 4. Potencial biofísico para pino ponderosa



Existen estudios en la región que aportaron al conocimiento de los factores ambientales determinantes de la productividad de pino ponderosa (Irisarri *et al* 1995, Fernández 2001, Andenmatten 2002, Broquen *et al* 1998, Broquen 2002, Loguercio *et al* 2004-2009, Montes y Laclau 2010). Con ciertas variaciones entre los mismos, los factores comunes explicativos de la productividad, en forma directa o indirecta, fueron la precipitación media anual o la humedad del suelo al fin de la estación seca y la profundidad efectiva de suelo. Los mejores modelos desarrollados presentaron predicciones aceptables ( $R^2=0,50-0,55$ ), si se considera la precisión limitada que en general tiene la estimación de la calidad de sitio de especies forestales con variables ambientales (McKenney y Pedlar 2003).

Debido a que el objetivo fue mapear la calidad de sitio de las tierras con potencial biofísico, las variables independientes seleccionadas deberían poder expresarse espacialmente como coberturas SIG. Los modelos utilizados fueron ajustados en base a muestreos previos realizados en plantaciones en la provincia de Chubut (Irisarri *et al* 1995,

Loguercio *et al* 2004-2009, Loguercio *et al* 2014 -inédito PIA 10093) y de Neuquén (Loguercio *et al* 2014 -inédito PIA 10092) (Figura 5).

Para la provincia del Chubut se utilizaron como variables explicativas la precipitación media anual, la latitud y la profundidad efectiva del suelo, estimada a partir del efecto combinado de la exposición y la pendiente (según el método de Stage 1976) (Figura 7). Las mismas variables fueron las más significativas en la provincia de Neuquén. Sin embargo, en esta provincia se encontró que adicionalmente la temperatura media anual y la mínima media anual también inciden sobre la productividad, variables que no habían sido evaluadas en estudios previos. Para la precipitación y las temperaturas se dispuso de coberturas digitales elaboradas por Gaitán (Laboratorio de Teledetección de INTA Bariloche).

#### 2.4.2 Calidad de sitio para pino ponderosa

La calidad de sitio es una clasificación de las áreas con potencial biofísico según su capacidad productiva y se define por especie. La calidad de sitio de pino ponderosa se puede determinar a través del índice de sitio (IS) a partir del conocimiento de la altura dominante y la edad a la altura del DAP (Andenmatten y Letourneau 1997) o del índice de entrenudos (IE), como el largo promedio de los 5 entrenudos por encima del DAP de los árboles dominantes del rodal (Gonda 1998).

En base a la variabilidad observada del IE e IS en plantaciones en una amplia variedad de ambientes, se definieron rangos de valores de ambos indicadores para la clasificación de calidades de sitio, como se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores límites y centrales de clases de calidad de sitio en base al índice de entrenudos (IE) e índice de sitio (IS)(\*)

Calidad de sitio	Rango IE	Centro IE	Rangos IS	Centro IS
I	3,9 - 4,7	4,3	16,0 - 18,3	17,2
II	3,1 - 3,9	3,5	13,6 - 16,0	14,8
III	2,3 - 3,1	2,7	11,2 - 13,6	12,4
IV	1,5 - 2,3	1,9	8,8 - 11,2	10,0

Ref.: (\*) el IS se calculó en base al IE aplicando la función de Andenmatten y Letourneau 1997.

Para la provincia de Río Negro no se contó con datos dasométricos de las plantaciones existentes. Por ese motivo, y dado que los mejores datos disponibles fueron de Neuquén (mayor amplitud de sitios y de mayor edad), se ajustó una función provisoria con los de dicha provincia, con la que se predijo y mapeó las calidades de sitio en Río Negro (Figura 6).



Figura 5. Esquema metodológico para determinar el índice de sitio en la pcia. de Neuquén.

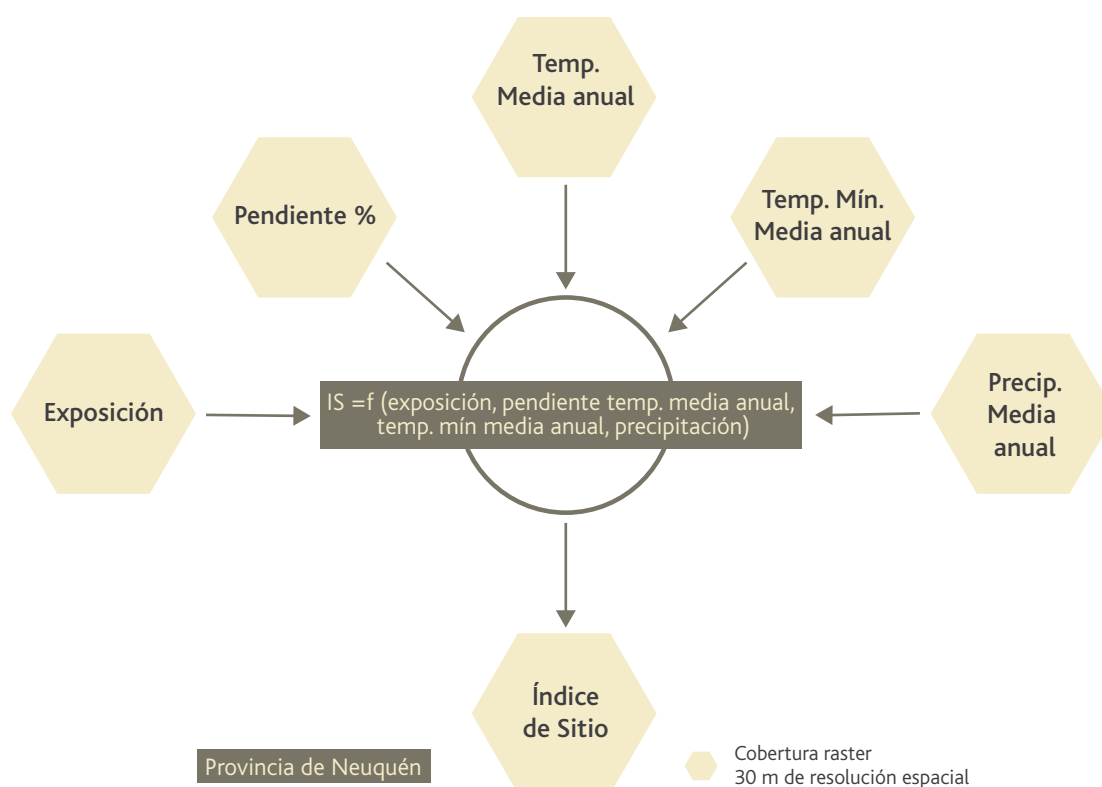


Figura 6. Esquema metodológico para determinar el índice de sitio en la pcia. de Río Negro

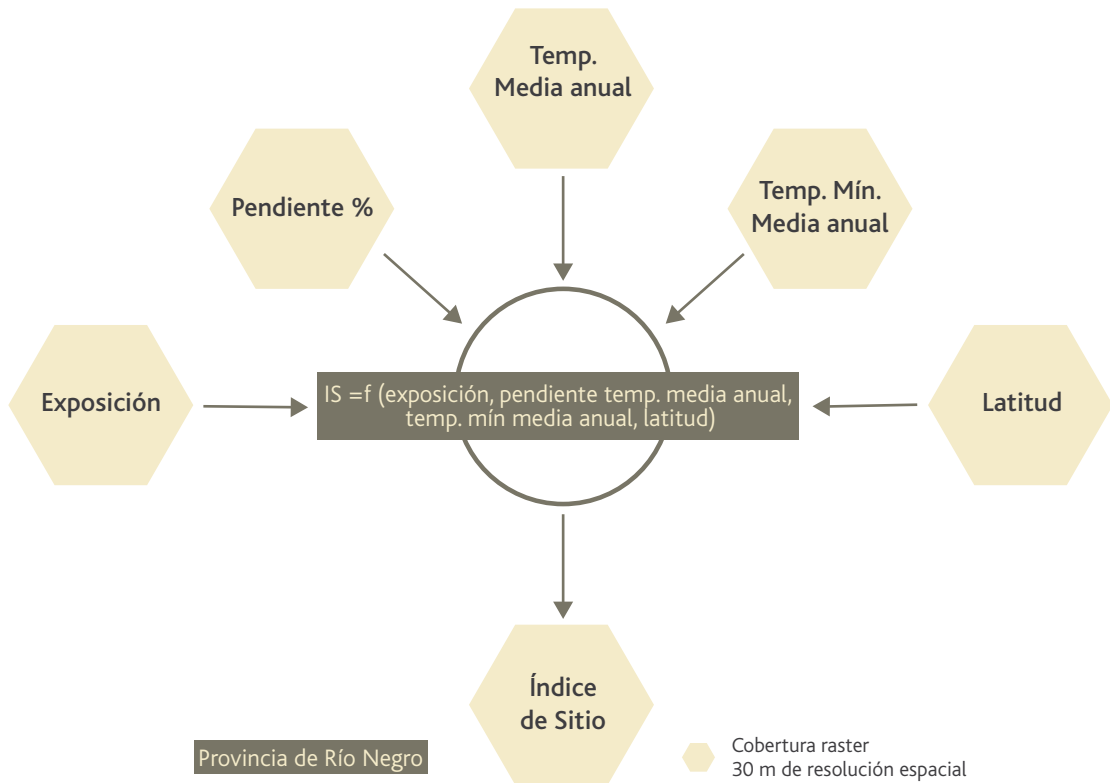
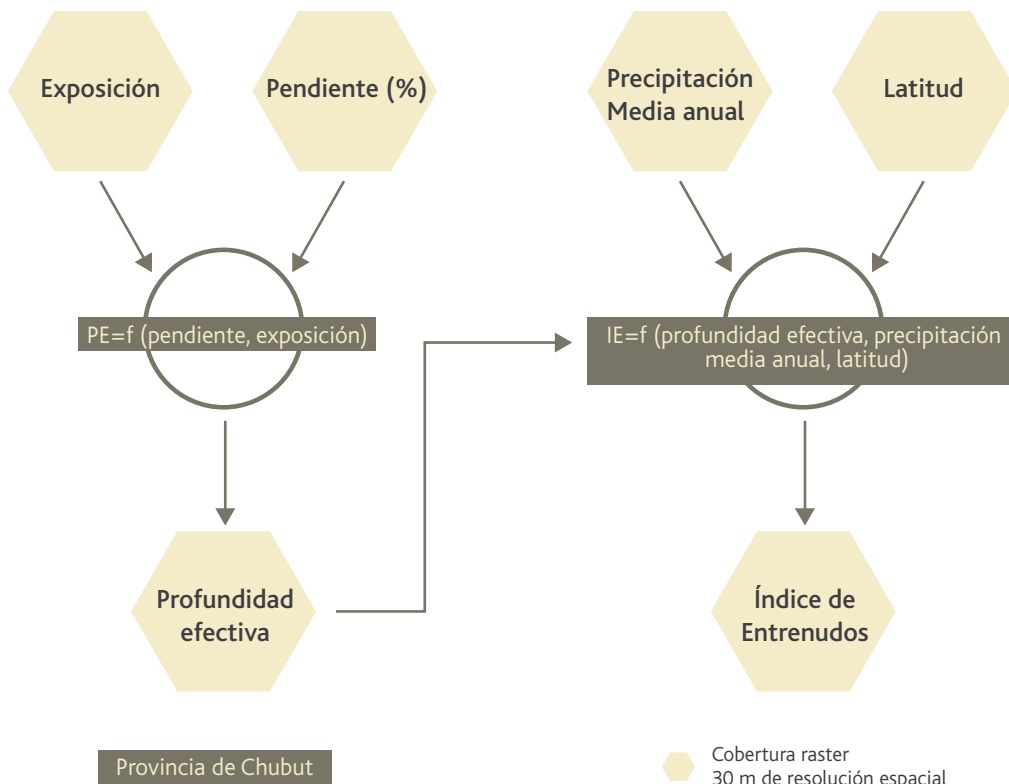


Figura 7. Esquema metodológico para determinar el índice de entrenados en la pcia. del Chubut



### 2.4.3 Potencial biofísico para pino oregón

#### Antecedentes

El pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) es mucho más exigente en cuanto a sitios que el pino ponderosa, siendo los principales problemas que se le presentan, en los primeros años desde la plantación, las heladas tardías y el estrés hídrico durante el período de crecimiento. Por esto hay que elegir muy bien los sitios a plantar. No se debe plantar a cielo abierto en terrenos sin pendiente o en fondos de valle donde existe el peligro de acumulación de aire frío (Davel *et al.* 1999). Tejera y Davel (2005) mencionan que el mayor éxito de las plantaciones se logra bajo la protección, durante los primeros años, de otra especie arbórea o arbustiva alta e indican, en base a esto, que el pino oregón podría ser una especie a utilizar en una segunda rotación en sitios aptos para la misma y que han sido plantados con una especie más rústica pero de menor valor.

Las plantaciones existentes de pino oregón se encuentran dispersas en una amplia zona que abarca parte de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut. En el extremo sur (Chubut), existen plantaciones de la especie a partir de los 600 mm/año y, en el extremo norte (Neuquén), a partir de los 1.000 mm/año. Alcanza sus mayores crecimientos en laderas protegidas, con ex-

posiciones este y sudeste, las cuales se caracterizan por presentar suelos profundos con gran retención de humedad (Davel 1998). La capacidad de retención de agua del suelo es un aspecto fundamental. Los mejores suelos para la especie son aquellos con mayor contenido de materia orgánica y cenizas alofánicas, profundidades de un metro o más, y texturas medias o francas.

En la región Andina de las provincias de Chubut, Río Negro y Neuquén, hay definidas dos zonas de crecimiento para la especie, la ZONA 1 (de 600 a 1000 mm de precipitación media anual) y la ZONA 2 (por encima de los 1000 mm) (Davel, 1998). Para cada una de estas zonas se han ajustado funciones de Índice de sitio / altura dominante, que permiten estimar la productividad del sitio en lugares donde hay plantaciones presentes (Davel y Ortega 2003a). Además se ha evaluado la relación del índice de sitio con variables ambientales, obteniéndose modelos que permiten estimar la productividad de los sitios en lugares donde la especie está ausente (Davel y Ortega 2003b). Toda esta información se utilizó como base para definir el potencial biofísico para pino oregón en el área de estudio y la clasificación del mismo en clases de sitio.

#### Datos necesarios para la estimación del potencial biofísico para pino oregón

Al igual que para pino ponderosa, para poder determinar el área con potencial forestable de pino oregón es necesario excluir su-

Tabla 4. Variables limitantes para el desarrollo de pino oregón.

Variables de sitio	Criterio	Fuente
Exposición	Superficies con exposiciones entre 270° y 360°	Modelo Digital de Elevación editado (CONAE, DLR, Jaxsa NASA)
Pendiente	Superficies con pendientes menores a 10° y superiores a 26°	Modelo Digital de Elevación editado (CONAE, DLR, Jaxsa NASA)
Precipitaciones	Superficies con precipitaciones menores a 600 mm en Chubut y Río Negro y menores a 900 mm en Neuquén.	Idem que para pino ponderosa: Neuquén, cobertura elaborada por Juan Gaitán del Laboratorio de Imágenes de INTA Bariloche. Río Negro, isohietas de Barros et al. 1983 Chubut, la cobertura elaborada en base a las funciones que estiman la precipitación media anual para valles longitudinales y transversales a la cordillera del estudio de Aptitud de Irisarri et al (1995).
Altitud	Superficies por encima de los 1000 msnm en Chubut y Río Negro y por encima de los 1300 msnm en Neuquén	Modelo Digital de Elevación editado (CONAE, DLR, Jaxsa NASA)

perficies que no son aptas para la especie o no cumplen con la normativa medioambiental vigente. Estas superficies son:

- Superficie ocupada por bosque nativo que no fue considerada en la ley 26.331 (por ejemplo relictos).
- Mallines / Humedales
- Pedreros
- Alta montaña, red de caminos, ríos y poblaciones
- Pendientes superiores a 26°

En el área remanente, luego de eliminar estas situaciones, se excluyeron aquellas superficies con características condicionantes para el establecimiento y desarrollo del pino oregón en particular (Tabla 4).

En cuanto a las pendientes, se consideraron además aptas, aquellas zonas que presentaran valores entre 5° y 10° pero con vegetación compuesta principalmente por matorral. Esta vegetación le sirve de protección al pino oregón contra las heladas durante los primeros años.

Debe aclararse que el potencial biofísico en las cuencas Neuquén Norte, Limay Norte, Limay Sur, Manso - Puelo y parte de la del Chubut fue determinado solamente en base a la información satelital. En las cuencas de Futaleufú Norte, Futaleufú Sur y Carrenleufú, la información obtenida a partir de los datos satelitales fue complementada mediante un intensivo chequeo a campo (Davel *et al.* 2007). La superficie descartada se debió principalmente a suelos poco profundos, elevada pedregosidad, problemas de drenaje, exposición del terreno inadecuada o pendientes inferiores a 10° que no pudieron ser eliminadas con la información brindada por los datos satelitales.

#### 2.4.4 Calidad de sitio para pino oregón

Sobre la superficie con potencial biofísico definida en la provincia del Chubut, se realizó una estimación de la calidad de

Tabla 5. Clases de sitio por zona de crecimiento

Zona de crecimiento	Clase de sitio	Rango de la clase
1	1	10-14
	2	14-18
1	1	10-14
	2	14-18
	3	18-22

sitio a través de las ecuaciones que predicen el índice de sitio (IS) a partir de variables ambientales. Se utilizaron los modelos predictores mencionados anteriormente para la ZONA 1 (Davel *et al.* 2007) y para la ZONA 2 (Davel y Ortega 2003b). Esto se realizó en esta provincia en base a la información tomada a campo en un estudio previo (Davel *et al.* 2007).

Los valores del IS para pino oregón en Patagonia van, en la ZONA 1 de 9 a 18 y, en la ZONA 2, de 12 a 21, considerando en ambos casos una edad clave de 20 años (Davel, 1998). Para la clasificación se dividieron los índices de sitio por clases de sitio (Tabla 5).

#### 2.4.5 Potencial biofísico para roble pellín y raulí

El área con potencial para la forestación con las especies Roble Pellín y Raulí fue estimada en función de los parámetros establecidos en el trabajo "Áreas Potenciales de Cultivo de Raulí y Roble Pellín en la Provincia de Río Negro" (Barbero *et al.*, 2012). En la Tabla 6 se especifican las variables utilizadas y los valores límite de las mismas utilizados para cada especie.

La fuente de origen de estas variables es la misma que las descritas para pino ponderosa y pino oregón. A las áreas que cumplieron las condiciones especificadas en la Tabla 6 se le restaron aquellas superficies correspondientes a: cuerpos de agua con un

Tabla 6. Variables utilizadas para la estimación de áreas potenciales de cultivo para Raulí y Roble Pellín.

Variable / Especie	Raulí	Roble Pellín
Precipitación	Mayores a 1000 mm anuales.	Mayores a 1000 mm anuales. Mayores a 750 mm anuales para exposiciones Este, Sur, Sureste y Noreste.
Altitud	600 a 1200 msnm	300 a 900 msnm
Pendiente	Menores a 25°	Menores a 25°

área buffer alrededor de los mismos de 200 metros, suelos no aptos (pedreros), mallines y otros humedales. También fue necesario eliminar las áreas con impedimento para utilizar estas especies por ser áreas protegidas y/o por el OTBN en cada una de las Provincias, teniendo en cuenta que estas especies son nativas solo de un mínimo de las áreas incluidas en la zona de estudio. Por esta razón el área con aptitud para dichas especies se acotó al área potencial determinada para el pino ponderosa.

#### 2.4.6 Estratificación del potencial biofísico por restricciones de aprovechamiento

Las tierras potencialmente forestables fueron discriminadas según su pendiente en productivas y de protección, utilizando como criterio las pendientes mayores a 40% para las de protección y menos de 40% para las productivas. Las tierras productivas a la vez fueron estratificadas según la tecnología de aprovechamiento forestal en 2 rangos de pendiente: 0-25% y 25-40%. En las primeras, es posible utilizar maquinaria pesada para las tareas de aprovechamiento forestal (forwarder) y en las segundas, se utiliza como método de extracción cabrestante vinculado a un tractor (Pantaenius, 2011). La Figura 8 ilustra la separación de clases en una porción del área de estudio, para su mayor apreciación.

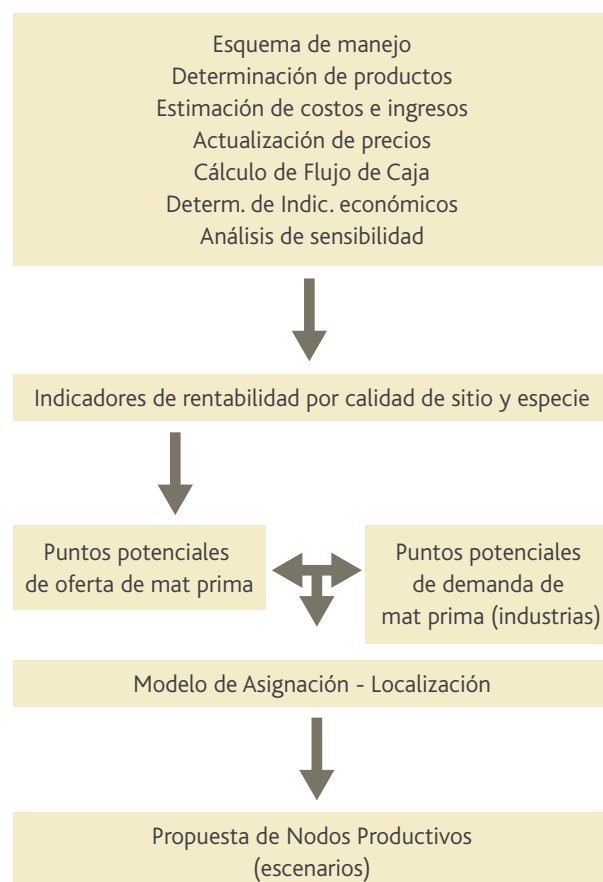
#### 2.4.7 Potenciales Nodos Productivos

La identificación de los potenciales nodos productivos se realizó adaptando la metodología utilizada por de la Paz Blanco (2012) en su trabajo sobre metodologías para la localización óptima de centrales de biomasa y minihidráulica en España, y tomando en cuenta los criterios analizados por Urzúa (1990) para modelos de localización de industrias forestales en Chile.

El objetivo del trabajo es determinar áreas potencialmente forestables con pino ponderosa y pino oregón que permitan satisfacer las necesidades de materia prima de potenciales nodos productivos, de tal forma que se minimicen los costos de transferencia hacia y desde él, de todos los insumos y bienes que intervienen en el proyecto.

Las áreas con potencial biofísico presentan una gran dispersión espacial, por lo que se debe diferenciar por un lado las zonas con mayor aptitud para el emplazamiento de las forestaciones (puntos de oferta de materia prima), y por otro lado la localización de potenciales instalaciones donde procesar el recurso forestal (puntos de demanda de materia prima). Tanto la estimación del recurso como la selección de los emplazamientos para las instalaciones requieren de un análisis multicriterio como se describe en el siguiente esquema (Figura 9):

Figura 9. Metodología para la estimación de nodos productivos



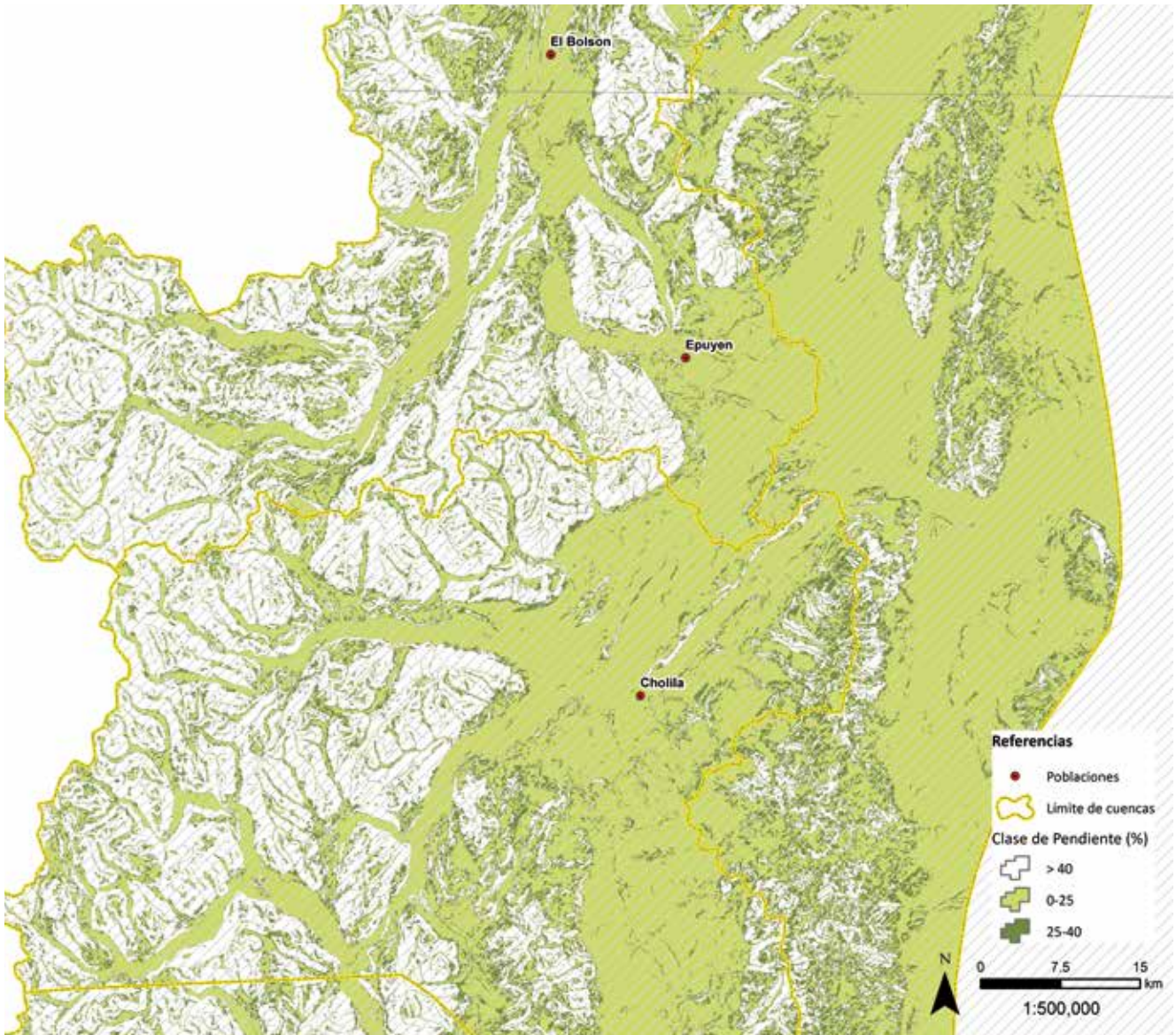
Como se puede observar en el esquema anterior la metodología presenta una serie de pasos y criterios que se detallan a continuación:

#### 1. Información productiva y económica

Los esquemas de manejo propuesto para ambas especies con el objetivo de producir madera para debobinado y aserrado, se regularon mediante valores de densidad, expresada por el índice de densidad de Reineke (IDR) (Gonda 2001, Davel 2007). La producción se estimó en base a un modelo de simulación de crecimiento desarrollado por Andenmatten y Letourneau (2003), resultados de ensayos de raleo de pino ponderosa (Gonda 2005) y simulaciones realizadas para pino oregón (Davel et al. 2007).

Para pino ponderosa, iniciando con una densidad de 1100 plantas/ha, la primera intervención es un raleo a desecho con poda hasta 2 m de altura, cuando el diámetro medio del rodal ronda los 8-10 cm, dejando 500-550 árboles/ha. Luego se realizan

Figura 8. Estratificación en clases de pendiente



dos levantes de poda hasta alcanzar un fuste podado de 5,50 m, dos raleos para regular la densidad entre 500 y 800 de IDR, del que surgen los primeros productos comerciales y por último la cosecha utilizando un criterio financiero-tecnológico. Para ello se buscó el máximo valor potencial del suelo (VPS) una vez superado un diámetro medio cuadrático de 45 cm, para asegurar un espesor de madera libre de nudos que justifique las intervenciones previas.

Para estimar el volumen maderable de pino ponderosa por calidad de sitio se utilizó un modelo de perfil del fuste mediante la planilla "Trozado 2.0" (Getar *et al*, 2013), que permiten estimar el diámetro a distintas alturas del fuste.

La estructura básica de costos para todas las intervenciones silvícolas (plantación, poda, raleo, tratamiento de residuos y cosecha) fue la misma para pino ponderosa y oregón y para todas las calidades de sitio, y las diferencias que se observan en el valor del costo total se corresponde con variaciones en la asignación de insumos, en los coeficientes técnicos y/o en los rendimientos.

El cálculo de ingresos se obtuvo considerando el apoyo económico que brinda el Estado sumado a la venta de productos debobinables, aserrables y residuos chipeables generados durante el primero y segundo raleo comercial y la cosecha final, tomando de referencia los precios del mercado de Misiones y Chile.

A partir del cálculo de costos y la estimación de los ingresos en cada calidad de sitio se procedió a la elaboración del flujo de caja y se calcularon los indicadores de rentabilidad valor actual neto (VAN), valor potencial del suelo (VPS) y tasa interna de retorno (TIR).

## 2. Potenciales nodos productivos

Para determinar los potenciales nodos productivos, utilizando un entorno SIG se identificaron las áreas forestables (puntos potenciales de oferta de materia prima) que estuvieran dentro de un radio de 10 km hasta el camino consolidado más cercano. La superficie se dividió en polígonos de 5 ha como unidad de análisis y se les asignó un valor de TIR según su calidad de sitio y especie. Por otra parte, se asumió que el establecimiento de potenciales industrias forestales se desarrollaría en las localidades o parajes existentes dentro de la cuenca o en áreas aledañas a la misma. Se analizaron tres escenarios posibles: 3, 4 y 5 nodos por provincia respectivamente.

Por último, se seleccionaron como potenciales nodos productivos aquellas localidades que: a) presentaron una mayor oferta de áreas forestables, asumiendo una distancia máxima de transpor-

te de la materia prima por rutas y caminos principales de 50 km, y b) el mayor promedio ponderado de la TIR.

## Limitaciones del Análisis

- La información disponible sobre las redes eléctricas es escasa y no fue incorporada como un atributo para asignar la localización de los nodos. Se asumió que las industrias deberían localizarse en un radio próximo a las localidades de tal forma de minimizar los posibles costos de instalación de nuevas redes eléctricas.
- El análisis se basa en la cobertura de la red vial disponible.
- Para el cálculo de la TIR se asumió que los ingresos intermedios obtenidos por los raleos durante el flujo del proyecto son reinvertidos en el mismo.
- Solo se estimaron los ingresos obtenidos por la venta de madera y no fueron evaluados los ingresos adicionales que se pueden generar por productos no maderables como producción de carne, hongos, aceites, etc., ni tampoco se valorizaron externalidades ni cuantificaron otro tipo de servicios ecosistémicos.
- La selección del nodo se realizó en base a la potencialidad del área existente, en términos biofísicos y económicos, satisfaciendo las restricciones planteadas a un nivel de prefactibilidad. Existen otros criterios que deberían considerarse para avanzar en una etapa posterior de factibilidad técnica como: tenencia de la tierra, disponibilidad, tipo y costo de energía, disponibilidad y calificación de la mano de obra, suministro de agua y servicios, infraestructura existente y potencial, disposiciones legales específicas, actitud de la comunidad, mercado de productos e insumos, entre otros.

## 2.5 Análisis de Vulnerabilidad

### 2.5.1 Definición de vulnerabilidad

Existen muchas definiciones de vulnerabilidad (ver Gómez 2001). Algunas de ellas se refieren a un aspecto muy particular, como por ejemplo la definición que utiliza el Panel Internacional para el Cambio Climático (PICC, 2001): "Nivel al que un sistema [natural o humano] es susceptible, o no es capaz de soportar, los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación".

Otras definiciones son más generales. Clark *et al.* (2000) indican que la vulnerabilidad es un concepto multidimensional que incluye exposición, (el grado al cual un grupo humano o ecosistema entra en contacto con un riesgo particular); sensibilidad (el

grado al cual una unidad de exposición es afectada por la exposición y resiliencia (capacidad para resistir o recuperarse del daño asociado con la convergencia de presiones múltiples).

El concepto contiene la exposición a un elemento externo (amenaza, riesgo de cambio) que está fuera de control por parte del grupo expuesto, e incluye también elementos internos que determinan la vulnerabilidad del sistema (Gómez 2001). Los que aparecen con mayor frecuencia en las diferentes definiciones son: Grado de exposición: tiempo y modo de sometimiento de un ecosistema a un cambio externo; Sensibilidad: grado de afectación del sistema por el cambio externo (PICC, 2001); magnitud de la respuesta de un sistema a un evento externo; y Capacidad de adaptación: capacidad del sistema para ajustarse al cambio externo, moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades o hacer frente a las consecuencias (PICC, 2001).

En este trabajo, para la definición de vulnerabilidad, se adaptó un ejemplo de Centroamérica (Utilización de Sistemas de Información Geográfica para la Seguridad Alimentaria sostenible en zonas marginadas de Honduras, Nicaragua y Guatemala, Urquijo Reguera y Trueba, 2003) que analiza vulnerabilidad alimentaria frente a cambio climático. En el presente estudio, la vulnerabilidad ambiental a las forestaciones (actuales y potenciales) se define mediante la superposición de tres componentes de análisis: estado del ecosistema, exposición a la actividad forestal y capacidad de respuesta.

### 2.5.2 Estado del ecosistema

Se basa en dos conceptos, por un lado, la prioridad de conservación, y por otro lado, el estado de degradación de suelo.

#### Prioridad de conservación

Como paso previo a la definición de vulnerabilidad a las forestaciones en Patagonia, fueron analizadas las Áreas de Alto Valor para la Conservación presentes en el área de estudio, y se elaboró a partir de la presencia de las mismas una clasificación de la superficie por prioridad de conservación.

#### Áreas de alto valor para la conservación

Sus principales características están dadas por la presencia de una alta riqueza de especies, endemismos regionales y microendemismos, como así también especies amenazadas. Para su identificación y nominación también se tiene en cuenta la ocurrencia de interacciones poco frecuentes o inusuales (como la coexistencia de tres especies de coníferas sobre un ambiente de turbera), la integridad ecológica de hábitats, los fenómenos y procesos evo-

lutivos y la presencia de poblaciones de valor genético particular, entre otros aspectos (Rusch *et al.*, 2008). Dentro de las Áreas de alto valor para la conservación se encuentran los sitios prioritarios, elementos especiales y especies amenazadas. A lo largo de este manual hacemos uso de estos tres últimos conceptos.

Especies Amenazadas: La Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) clasifica a las especies según el grado de amenaza que presentan. Esta clasificación se compone de categorías graduadas de mayor a menor riesgo de extinción: "extinta", "extinta en estado silvestre", "en peligro crítico", "en peligro", "vulnerable" y "en riesgo bajo". Adicionalmente, cada país realiza sus propias listas de especies amenazadas, conocidas como listas rojas de especies en peligro de extinción, pues una especie que puede estar en una situación crítica dentro de los límites nacionales, puede presentar una situación diferente a nivel regional o mundial:

- En Peligro Crítico (CR): son especies que enfrentan un riesgo extremadamente alto de extinción, en estado silvestre, en un futuro inmediato.
- En Peligro (EN): son especies que no se encuentran en peligro crítico, pero que están enfrentando un riesgo muy alto de extinción, en estado silvestre, en el futuro cercano.
- Vulnerable (VU): son especies que no están en peligro crítico o en peligro, pero enfrentan un alto riesgo de extinción, en estado silvestre, a mediano plazo.

Las áreas de alto valor para la conservación se encuentran definidas geográficamente en trabajos anteriores (Rusch y Vila 2005). Una mención especial merece el trabajo de Chehébar *et al.* (2013) sobre identificación de áreas de importancia para la diversidad en la estepa y el monte. Este trabajo incluye la identificación de zonas que clasifica en "irreemplazables" y "prioritarias para la conservación". Hasta el momento disponemos de la ubicación geográfica de las mismas, pero no de una descripción de los elementos que le confieren ese valor de clasificación, por lo que es dificultoso analizar la posible incidencia de las forestaciones sobre los mismos. Esto implica que debe prestarse especial atención a estas áreas hasta que se disponga de la información necesaria para evaluar la necesidad de estrategias especiales para su conservación.

#### Definición de Clases de Prioridad de Conservación

Para definir la vulnerabilidad ambiental de los valores de conservación identificados en estudios previos, frente a las forestaciones actuales y potenciales, se definieron 3 clases de prioridad de conservación: alta, media y baja, que se detallan a continuación. A partir de ello se obtuvo un primer producto que constituye la

cobertura de clases de prioridad de conservación, que luego se utilizó como un insumo para el análisis de vulnerabilidad.

### Alta (1). Incluye:

- Zonas con especies clasificadas como "en Peligro, "en peligro crítico" o "Vulnerables" por la UICN (2014), y áreas de distribución conocida de *Ctenomys emilianus* y *Alsodes gárgola neuquensis*.
- Bosques nativos más matorrales y arbustales clasificados como rojo en los OTBN provinciales.
- Ambientes fácilmente vulnerables como por ejemplo ambientes termales o turberas.
- Relictos y zonas aledañas a ciprés de las guaitecas y araucaria.
- Refugios y zonas aledañas a bosquetes de bosque nativo, como ciprés de la cordillera (algunos de los cuales son probables refugios glaciares).
- Límite de distribución latitudinal (Norte y Sur) de las especies del bosque nativo.

### Media (2),

- Zonas con especies clasificadas como "Vulnerables "según el sistema de información de biodiversidad de APN (SIB), pero que no se encuentran en la lista de IUCN o se encuentran, pero en la categoría "Casi amenazado" (Near Threatened) y "datos insuficientes" (Data Deficient) según IUCN (2014), endémicas o de distribución restringida; En esta categoría se encuentran dos especies, *Ctenomys emilianus* y *Alsodes gárgola neuquensis*, que si bien califican para ser incluidas en esta categoría por encontrarse en la categoría "datos insuficientes" (Data Deficient) según IUCN (2014) y estar ausente respectivamente, se decidió incluirlas en la clase 1 por encontrarse al este del área, lejos del sistema de áreas protegidas de la región.
- Bosques nativos más matorrales y arbustales clasificados como amarillo en los OTBN provinciales.
- Zonas aledañas a cuerpos de agua (buffer).
- Zonas aledañas a mallines y humedales (buffer).

### Baja (3),

- Matorrales y arbustales no clasificados en los OTBN provinciales.
- Superficies cubiertas con bosque, arbustales y matorrales clasificados como verde en los OTBN provinciales.
- Además, en esta clase se incluyeron las superficies libres de todo lo mencionado en las clases anteriores.

## Degradación del suelo

Se realizó una recopilación y análisis bibliográfico sobre degradación de suelos en la Patagonia. Si bien existen trabajos específicos en la temática, los mismos abarcan áreas reducidas de las diferentes provincias patagónicas y no cuentan con datos georreferenciados. Existen, en la actualidad tres estudios que cuentan con este tipo de datos. Uno fue publicado en 1997 por Del Valle *et al.* El segundo trabajo se enmarca en el proyecto LADA (2011), que es un proyecto internacional dirigido a evaluar el alcance y las causas de la degradación de tierras en zonas áridas. Por último, se cuenta con una cobertura (Suelos de la República Argentina) que se encuentra disponible en <http://geointa.inta.gov.ar/web/index.php/suelos-de-la-republica-argentina>, la misma posee la siguiente información: tipo de suelo, usos y limitaciones.

Además se cuenta con una cobertura de tipos fisionómicos de vegetación generada por Paruelo *et al* (2004), que abarca un sector del área total de estudio, específicamente la cuenca de Carrreleufú, de Chubut y parte de Futaleufú Sur. A continuación se da una breve reseña de cada uno de estos trabajos:

### A. Proyecto LADA (2011) "Evaluación de la degradación de tierras en zonas áridas", resultados del proyecto LADA/FAO.

Este es un proyecto internacional dirigido a evaluar el alcance y las causas de la degradación de tierras en zonas áridas. Los objetivos del mismo fueron desarrollar e implementar estrategias, herramientas y métodos para determinar y cuantificar la naturaleza, el grado, la severidad y los impactos de la degradación de la tierra; y construir capacidades de evaluación a nivel nacional, regional y global para permitir el diseño y el planeamiento de intervenciones para atenuar la degradación de las tierras secas. Se trabajó en 5 zonas piloto (para Argentina) de las cuales una se encuentra dentro de la Provincia de Río Negro y otra en la Provincia de Chubut. Uno de los resultados de este trabajo fue la confección de un servidor de mapas en donde se incorporaron coberturas raster a nivel nacional que se detallan a continuación: Sistema de uso del suelo, tasa de aumento de la degradación, tasa de decremento de la degradación, grado de degradación en tierras secas, superficie con medidas de conservación y extensión de degradación en tierras secas. La metodología desarrollada consistió en superponer capas de información biofísica y catastral, lo cual permitió identificar distintos usos de tierra (LUS) y generar las coberturas de degradación de suelos. Las capas utilizadas se detallan a continuación:

- Global Land Cover 2000.
- Global map of irrigated areas.

- GRUMP (Global Rural Urban Mapping Programme, CIESIN).
- Áreas protegidas (APN).
- Estadísticas de ganadería.
- Régimen térmico.
- Registros de temperatura y precipitación de la red meteorológica nacional.
- Modelo digital de elevación, SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) de 90 m de resolución espacial.
- Información de cobertura de tierra proveniente de imágenes del sensor Meris con 300 m de resolución espacial.
- Coberturas actualizadas de ecorregiones de Argentina.
- Datos estadísticos agrícolas, ganaderos y poblacionales provenientes de censos nacionales.
- Además, para la Patagonia se utilizó información de los distintos distritos fitogeográficos producido por INTA.

## B. Suelos de la República Argentina

Esta cobertura es un Inventario del recurso suelo del país, proporciona una clasificación de los suelos y evaluación de las tierras. La escala utilizada es 1:500.000 y en las provincias de Neuquén, Mendoza, San Juan, La Rioja, Chubut y Santa Cruz están a una escala de 1:1.000.000. La misma es una versión digital corregida y ajustada en base a la información original vectorizada a partir de los mapas de suelos provinciales que integran el Atlas de Suelos de la República Argentina (INTA, 1990), digitalizados en el Instituto de Suelos. Incluye múltiples correcciones y ajustes mediante técnicas actuales de ingeniería SIG. Si bien esta cobertura no contiene un campo específico de degradación del suelo, posee información acerca del tipo de erosión existente en cada tipo de suelo, información que puede ser útil a la hora de tomar decisiones.

## C. Distribución y cartografía de la desertificación en la región de Patagonia (Del Valle *et al*, 1997)

Este trabajo consistió en evaluar y clasificar, mediante indicadores biofísicos, los distintos estados de la desertificación en Patagonia. Para esto se utilizaron imágenes NOAAIAVHRR LAC. El producto final de este trabajo fueron coberturas raster (1 km x 1 km), para cada provincia de la Patagonia.

La metodología utilizada para evaluar información sobre diferentes estados de deterioro siguió los lineamientos establecidos en LUDEPA (1995). Para cartografiar estos estados se requirió de los segmentos y transectas de dicho trabajo, y agregando la información disponible en el atlas de suelos de La República Argentina (PNUD, ARG, 1990) y a las recomendaciones de Mendiá e Irisarri (1992). Con estos datos, se realizó un procedimiento de clasifi-

cación mixta (no supervisada y supervisada) sobre las bandas 1, 2 y 4 (Tomado de del Valle, *et al*, 1995). Los indicadores para evaluar desertificación fueron los establecidos por FAO-UNEP (1984). Allí se pueden identificar 4 clases: leve, moderada, grave y muy grave. Los autores introdujeron una modificación a estos criterios e identificaron una quinta clase que corresponde a "estado medio a grave". Estas clases son combinaciones de diferentes estados de desertificación, por ejemplo, un área representada como estado medio puede comprender sectores de terreno leve y gravemente en diferentes porcentajes de cobertura. En la Tabla 7 se sintetizan las 5 clases utilizadas.

## D. Regional scale relationships between ecosystem structure and functioning: the case of the Patagonian steppes (Paruelo, *et al*, 2004)

La metodología utilizada para obtener la cobertura de tipos fisiológicos de vegetación se basó en una clasificación supervisada de un mosaico Landsat TM de diciembre de 1997. En la misma se discriminaron 11 clases diferentes de cobertura del suelo: Bosque, Estepa gramínea rala, pradera, estepa gramínea, estepa gramínea arbustiva, estepa arbustiva, estepa arbustiva, erial, matorral, agua y nieve-rocas.

## Zonificación adecuada al proyecto

Para la escala de trabajo propuesta para el presente trabajo se concluyó que la cobertura de degradación que mejor se adapta es la propuesta por Del Valle *et al* (1997). En caso de ser necesario se utilizará, como complemento, la cobertura de suelos descargada de GeoINTA. A los fines de obtener una zonificación que se adecue a los objetivos del trabajo, y que a su vez pueda utilizarse para elaborar el mapa de vulnerabilidad, se realizó una agrupación de las clases propuestas por Del Valle. Las clases "muy grave" y "grave" se unieron en una sola clase llamada "muy degradado", las clases "medio a grave" y "medio" se unieron en una clase llamada "degradado" y la clase "leve" quedó como tal y se le dio el nombre de "levemente degradado".

## Definición de clases de estado del ecosistema

Se definieron tres clases, caracterizadas por los colores rojo, amarillo y verde, de acuerdo al siguiente procedimiento:

		Prioridad de Conservación		
		1	2	3
Degradación	1			
	2			
	3			

Tabla 7. Descripción de las clases de desertificación cartografiada (Tomado de del Valle, et al, 1995).

Clases de desertificación	% de superficie cubierta
Estado Leve	> 30 % de sup. en estado leve < 40 % de sup. en estado medio < 30% de sup. en estado grave y muy grave
Estado Medio	< 30 % de sup. en estado leve > 30 % de sup. en estado medio < 40% de sup. en estado grave y muy grave
Estado Medio a Grave	< 30 % de sup. en estado leve > 40% de sup. en estado medio y grave < 30% de sup. en estado muy grave
Estado Grave	< 20 % de sup. en estado leve > 40% de sup. en estado grave y muy grave < 40% de sup. en estado muy grave
Estado Muy Grave	< 10 % de sup. en estado leve > 40% de sup. en estado grave y muy grave > 50% de sup. en estado muy grave

De acuerdo a esta componente, un extremo de estado del ecosistema sería un lugar de muy alta prioridad de conservación (1) y muy degradado (3): ROJO. Otro extremo de estado del ecosistema sería un lugar de baja prioridad de conservación (3) y no degradado (1): VERDE. Las situaciones intermedias se corresponden con lo indicado en AMARILLO.

### 2.5.3 Exposición a la actividad forestal

Se refiere a qué tan probable es que se concrete la instalación de plantaciones en un determinado lugar. Para ello se consideró la información obtenida mediante las actividades presentadas en 3.4, sobre calidades de sitio para pino ponderosa y pino oregón y aptitud para forestaciones de roble pellín y raulí, condiciones para la creación de nodos de producción forestales, y las decisiones políticas de las provincias sobre las zonas de especial interés para la promoción de la actividad. También es relevante aquí la información sobre la presencia de áreas degradadas. Se establecieron cuatro clases y la cobertura de Exposición a la actividad forestal surge de la combinación de los 4 elementos que se enumeran a continuación:

- a. Forestado, incluye la superficie actualmente forestada
- b. Probable que se foreste, zonas donde la provincia tiene interés en que se foreste, como las áreas del programa "Certeza Forestal" de laprovincia del Neuquén o las propuestas por las

autoridades de aplicación en Chubut y Río Negro. A estas áreas se agregan las zonas de mayor nivel de degradación, donde es menor el costo de oportunidad y mayores los efectos positivos que podrían tener las forestaciones.

c. Poco probable que se foreste (el resto de la superficie incluida dentro del área de potencial biofísico para pino ponderosa)

d. No se forestaría, incluye las superficies en categoría Rojo (I) y Amarillo (II) de los respectivos Ordenamientos Territoriales y elementos utilizados como máscaras de exclusión para determinar el potencial biofísico de pino ponderosa.

### 2.5.4 Capacidad de respuesta

Hace referencia al grado de susceptibilidad frente a las forestaciones. Para definir esa variable se incluyeron superficies afectadas a Parques y Reservas Nacionales y provinciales, áreas prioritarias e irremplazables, elementos y sitios prioritarios de alto valor para la conservación, áreas para la conservación de aves. Se clasificaron en "susceptibles" (a) y "susceptibles con restricción" (b); al resto de la superficie se le asignó la etiqueta "no susceptible" (c):

- a. Zonas y elementos de alto valor que son susceptibles a la forestación: Parques y Reservas Nacionales y provinciales, áreas irremplazables según Chehébar et al. (2013) y superficie correspondiente a áreas de los elementos y sitios prioritarios. Por ejem-

Tabla 8. Asignación de valores para el análisis de los 3 componentes de la vulnerabilidad

Componente	Sub componente	Clase	Valor relativo	
Estado del Ecosistema	Prioridad de Conservación	1 Alta	35	35
		2 Media	20	
		3 Baja	10	
	Degradación	3 Muy degradado	10	45
		2 Degradado	6	10
		1 Levemente degradado	3	
Exposición a la actividad forestal	a Forestado	30	30	30
	b Probable forestación	15		
	c Poco probable forestación	5		
	d No se forestaría	0		
Susceptibilidad/resistencia/resiliencia	a Susceptible	25	25	25
	b Susceptible con restricción	15		
	c No susceptible	0		

plo, para la cuenca del Limay Norte, en la información disponible para el sitio "Macizo de Chalil" figura "no apto para forestar".

b. Zonas y elementos de alto valor que si bien son susceptibles, podrían tolerar forestaciones con algunas restricciones en su localización, diseño y manejo: se incluyen las zonas prioritarias según Chehébar et al. (2013). Siguiendo el ejemplo para la cuenca del Limay Norte, dentro de los elementos y sitios prioritarios de alto valor para la conservación se encuentra Pilo Lil, para donde se establece considerar un buffer de 300 m para la implantación de exóticas y considerar posibilidad de clausuras.

c. El resto de la superficie

### 2.5.5 Definición de clases de vulnerabilidad

Para poder analizar en conjunto estos tres factores y lograr un valor relativo de VULNERABILIDAD, fue necesario asignar a cada componente y sub-componente un valor numérico relativo. Se consideró una escala de 0 a 100, donde 0 es No Vulnerable y 100 es Muy Vulnerable. Se realizaron varias pruebas de asignación, ponderación y agrupación, y finalmente la propuesta más adecuada quedó conformada de la siguiente manera (Tabla 8):

Luego, se definieron los intervalos de clases de vulnerabilidad y se agruparon los valores antes mencionados en 3 clases, asignándole a cada resultado un color para su interpretación visual en las coberturas digitales (Tabla 9; Figura 18).

Tabla 9. Definición de clases de vulnerabilidad.

Rango	Clase de vulnerabilidad	Color
0 -33	Baja	Verde
33- 66	Media	Amarillo
66-100	Alta	Rojo

## 3. RESULTADOS

### 3.1 El potencial productivo

#### 3.1.1 Potencial biofísico y calidad de sitio para pino ponderosa

Del cruce espacial entre las coberturas del potencial biofísico y las calidades de sitio de pino ponderosa descritos anteriormente, se obtuvo una nueva cobertura vectorial que brinda la información de las clases de calidad de sitio del área potencialmente forestable. La calidad de sitio I presenta un potencial biofísico de 57.000 ha en la región, pero probablemente no será la más forestada con pino ponderosa por la mayor competencia por otros usos del suelo, y la posibilidad también de forestación con especies nativas y/o de más valor. Las calidades III y IV, donde probablemente se distribuyan las plantaciones, presen-

tan un potencial biofísico de 49.000 y 134.000 ha, respectivamente. En Neuquén se encuentran las cuencas con superficies más extensas y mejores calidades de sitio: Limay Sur, Limay Norte y Neuquén Norte. En Chubut se destacan la cuenca Carenleufú y Chubut por sus superficies con potencial biofísico, aunque de menor productividad (Tabla 10 y Figura 10).

#### 3.1.2 Potencial biofísico para pino oregón

El potencial biofísico de pino oregón, determinado a través de información satelital para las tres provincias, es de 45.161 ha. En la Tabla 11 se presenta la superficie por cuenca y por clase de sitio (esto sólo para Chubut porque ya existía la información de un estudio previo de Davel *et al.*, 2007) y en la Figura 11 se puede observar la distribución de esta superficie.

Figura 10. Distribución de las calidades de sitio de las áreas con potencial biofísico para pino ponderosa.

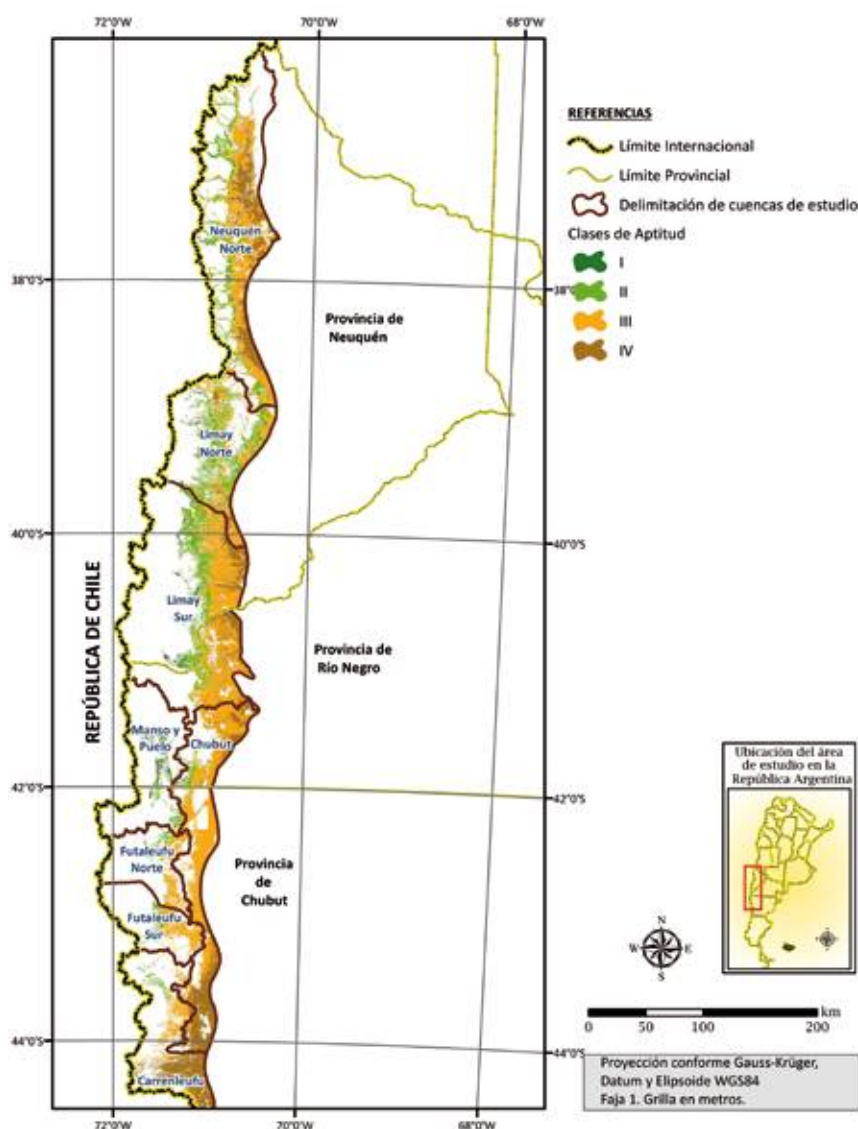


Tabla 10. Superficies (ha) de cada calidad de sitio para pino ponderosa para cada cuenca

Cuenca	Calidad de sitio				Total
	I	II	III	IV	
Neuquén Norte	3.802	114.133	306.553	155.553	580.041
Limay Norte	9.607	157.584	146.235	24.572	337.998
Limay Sur	23.816	148.127	361.099	217.409	750.451
Manso y Puelo	17.801	18.262	7.167	5	43.235
Futaleufú Norte	432	15.837	54.786	-	71.055
Futaleufú Sur	232	13.736	63.240	118	77.326
Chubut	1.547	15.573	327.468	116.779	511.367
Carrenleufú	215	9.230	76.093	127.711	213.249
<b>Total</b>	<b>57.451</b>	<b>492.482</b>	<b>1.342.641</b>	<b>692.146</b>	<b>2.584.722</b>

Figura 11. Ubicación del potencial biofísico para pino oregón

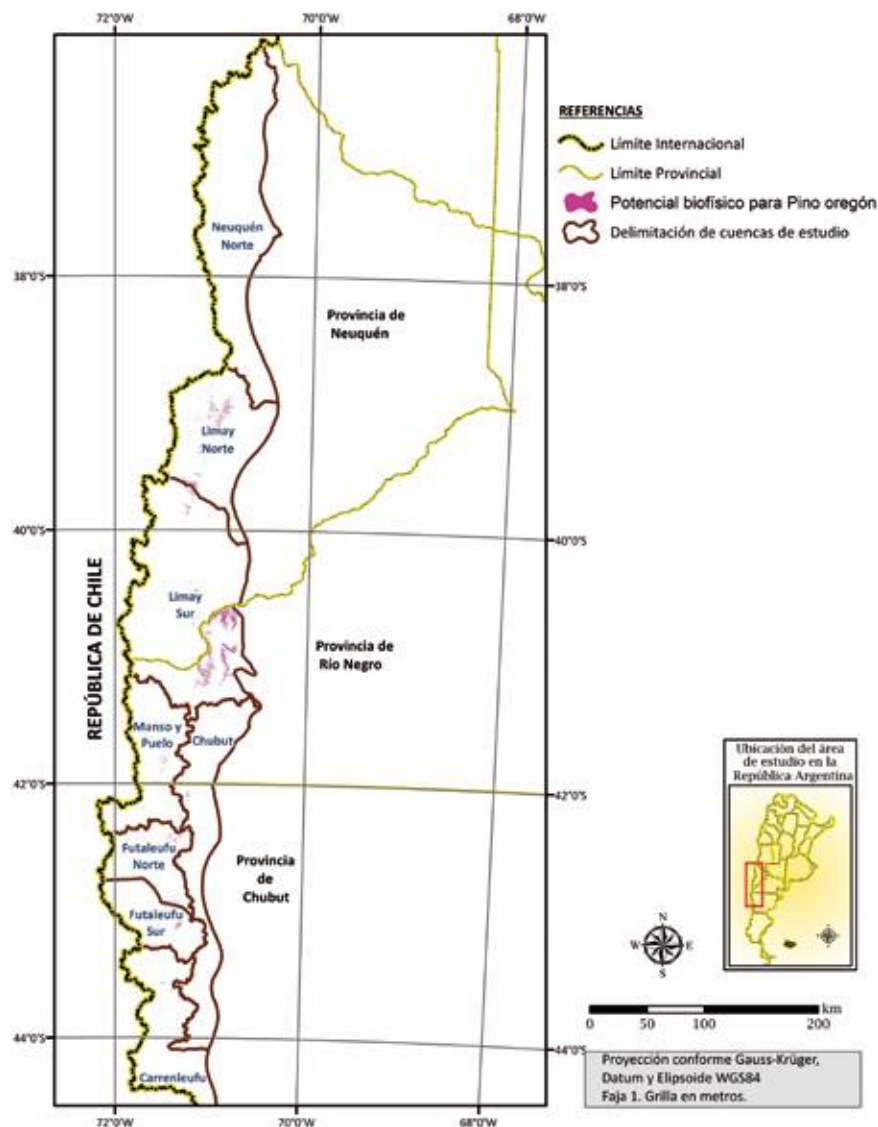


Tabla 11. Superficie (ha) por cuenca y clase de sitio del área potencial forestable con pino oregón.

Cuenca	Superficie potencial por clase de sitio				Superficie potencial total
	ZONA 1 Clase de Sitio (10-14)	ZONA 1 Clase de Sitio (14-18)	ZONA 2 Clase de Sitio (18-22)	Sin clasificar	
Carrenleufú	114	0	119	-	233
Chubut	480	245	-	34	759
Futaleufú Norte	899	956	0	-	1.855
Futaleufú Sur	1.306	662	0	-	1.967
Limay Norte	-	-	-	8.189	8.189
Limay Sur	-	-	-	30.984	30.984
Manso - Puelo	-	191	-	982	1.173
<b>Total</b>	<b>2.799</b>	<b>2.055</b>	<b>119</b>	<b>40.188</b>	<b>45.161</b>

La mayor parte de la superficie potencial se encuentra en las cuencas de Limay Norte y Limay Sur. Hay que tener en cuenta que esta superficie se definió a partir de información satelital, mientras que para el resto de las cuencas se realizó además un chequeo a campo en un estudio previo (Davel *et al.* 2007). Con el chequeo a campo se eliminó aproximadamente un 40% de la superficie potencial definida a partir de información satelital. Esto permitió además la clasificación en clases de sitio en estas cuencas. Dentro de las cuencas que abarcan la provincia del Chubut, casi toda la superficie potencial está en la Zona 1 (< 1.000 mm/año) y repartido en las clases de sitio de 10 a 14 y 14 a 18. En las cuencas que abarcan principalmente las provincias de Río Negro y Neuquén, casi toda la superficie potencial se encuentra en la Zona 2 (> 1.000 mm/año).

### 3.1.3 Potencial biofísico para roble pellín y raulí

Como resultado de la aplicación de los criterios del potencial biofísico para roble pellín y raulí resultó la cobertura con la distribución de las tierras forestables para cada especie de la Figura 12, en la que se observan ciertos núcleos en los que podría plantarse roble pellín y una zona en el Noroeste de la provincia del Chubut con características para cualquiera de las dos especies. Esto constituye una primera aproximación al potencial biofísico de estas especies en la región.



Figura 12. Ubicación de tierras con potencial biofísico para forestaciones con raulí y/o roble pellín dentro del área del estudio.

Tabla 12. Modelo de Manejo Forestal para pino ponderosa por Calidad de Sitio

Tareas culturales	Nro. de plantas/ha		Calidades de Sitio							
	Antes	Después	I	II	III	IV	I	II	III	IV
			Edad (años)				Vol (m <sup>3</sup> /ha)			
Plantación	1.100	1.100	----- 0 -----							
Raleo desecho y 1ra Poda	900	510	8	9	10	12	-----			
2da Poda	250	250	11	12	13	-	-----			
3ra Poda	250	250	13	15	18	-	-----			
1er Raleo Comercial	510	350	19	22	28	36	----- 46 -----			
2do Raleo Comercial	350	240	24	28	36	48	----- 64 -----			
Cosecha	240	-	36	38	48	61	607	462	401	346
<b>Total</b>	-	-	-	-	-	-	717	571	510	455

### 3.1.4 Nodos Productivos

En base a los criterios silviculturales propuestos para pino ponderosa se elaboraron los esquemas de manejo y el volumen de productos que se presentan en la Tabla 12.

De acuerdo al esquema de manejo, se calculó la TIR para pino ponderosa y pino oregón en función de la calidad de sitio. Para determinar los potenciales nodos productivos, la superficie con potencial biofísico fue ponderada utilizando ese indicador de rentabilidad. Los valores utilizados se presentan en la Tabla 13.

Los resultados preliminares del análisis de la ubicación de potenciales nodos productivos indican que el rango de superficies

de los nodos se encuentra entre 46.000 ha (Corcovado) hasta 164.000 (Pilcaniyeu), con un rango de rentabilidad de 3,58% (Comallo) hasta 7,54% (Aluminé) y un rango de distancias entre la materia prima y el nodo de 24,6 km (Las Ovejas) hasta 34,8 km (Villa Alicurá).

Los resultados obtenidos para la provincia de Chubut se muestran en la Tabla 14 y Figura 13. La tabla indica que el nodo Epuyen presenta el mayor valor de la TIR con 7,01%, tiene una superficie potencial de 108.462 ha, y la distancia media entre la materia prima y el nodo es de 33 km.

Tabla 13. VAN, VPS, TIR para una plantación de pino oregón y pino ponderosa en distintas calidades de sitio para la Provincia de Chubut

	Indicadores financieros por Calidad de sitio						
	Pino Ponderosa				Pino Oregón		
	CI	CII	CIII	CIV	Zona 1 (10-14)	Zona 1 (14-18)	Zona 2 (14-18)
VAN (6 %)	\$14.936	\$8.301	\$625	\$4.797	\$18.488	\$28.118	\$64.569
VPS (6 %)	\$17.026	\$9.319	\$665	\$4.039	\$20.239	\$30.465	\$72.488
TIR (%)	9,82	8,5	6,2	3,5	9,27	9,74	12,63

Tabla 14. Superficie, rentabilidad y distancia de transporte promedio por nodo para la provincia de Chubut.

Escenario	3 nodos	4 nodos	5 nodos	Superficie (ha)	TIR (%)	Dist (km)
Localidad	Río Pico	Río Pico	Río Pico	136.320	4,15	28,6
	Esquel	Esquel	Esquel	140.403	6,4	28,7
	Epuyen	Epuyen	Epuyen	108.462	7,01	33
		Corcovado	Corcovado	46.773	6,25	25,8
			Tecka	93.902	4,17	34,4
Subtotal	385.184	431.957	525.859			
Promedio				105.172	5,6	30,1



Figura 13. Nodos productivos propuestos para la provincia de Chubut.

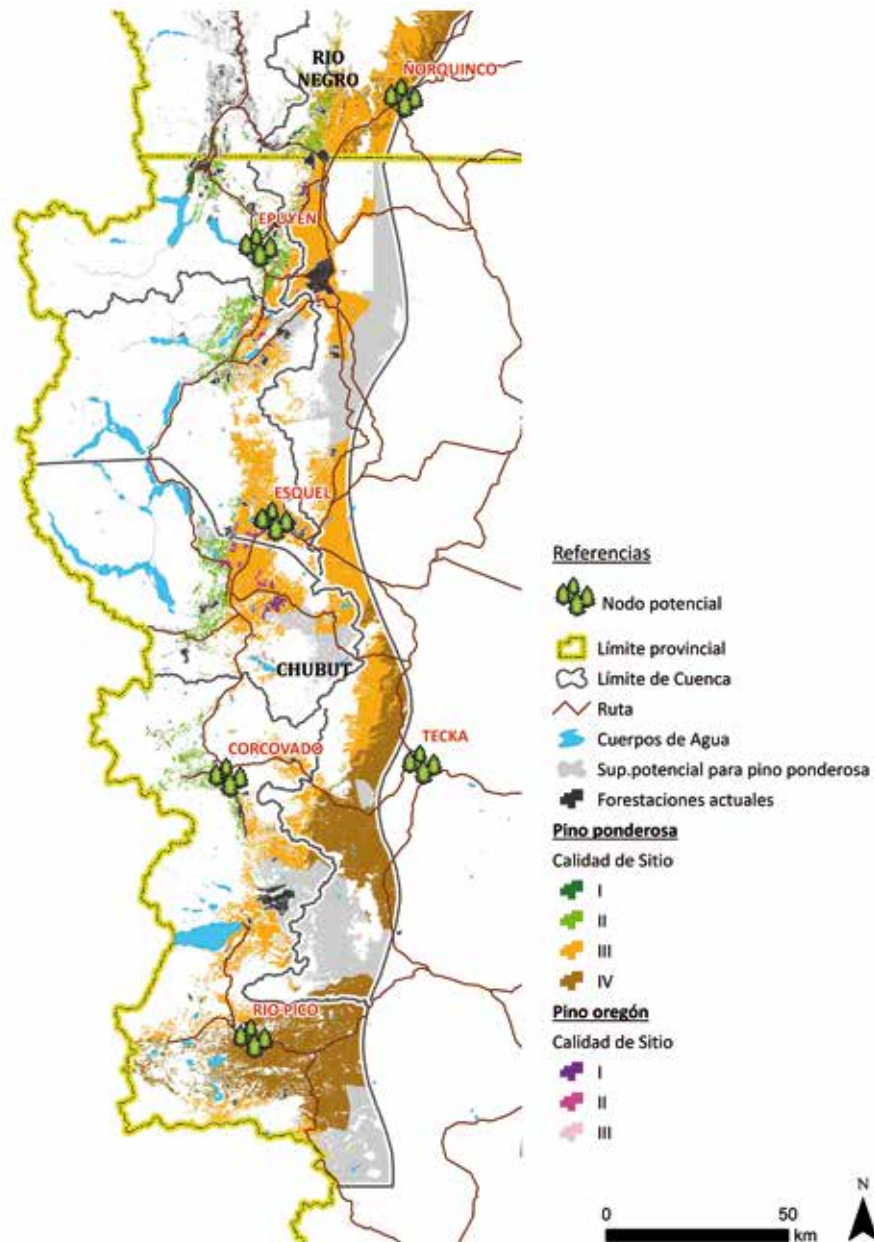
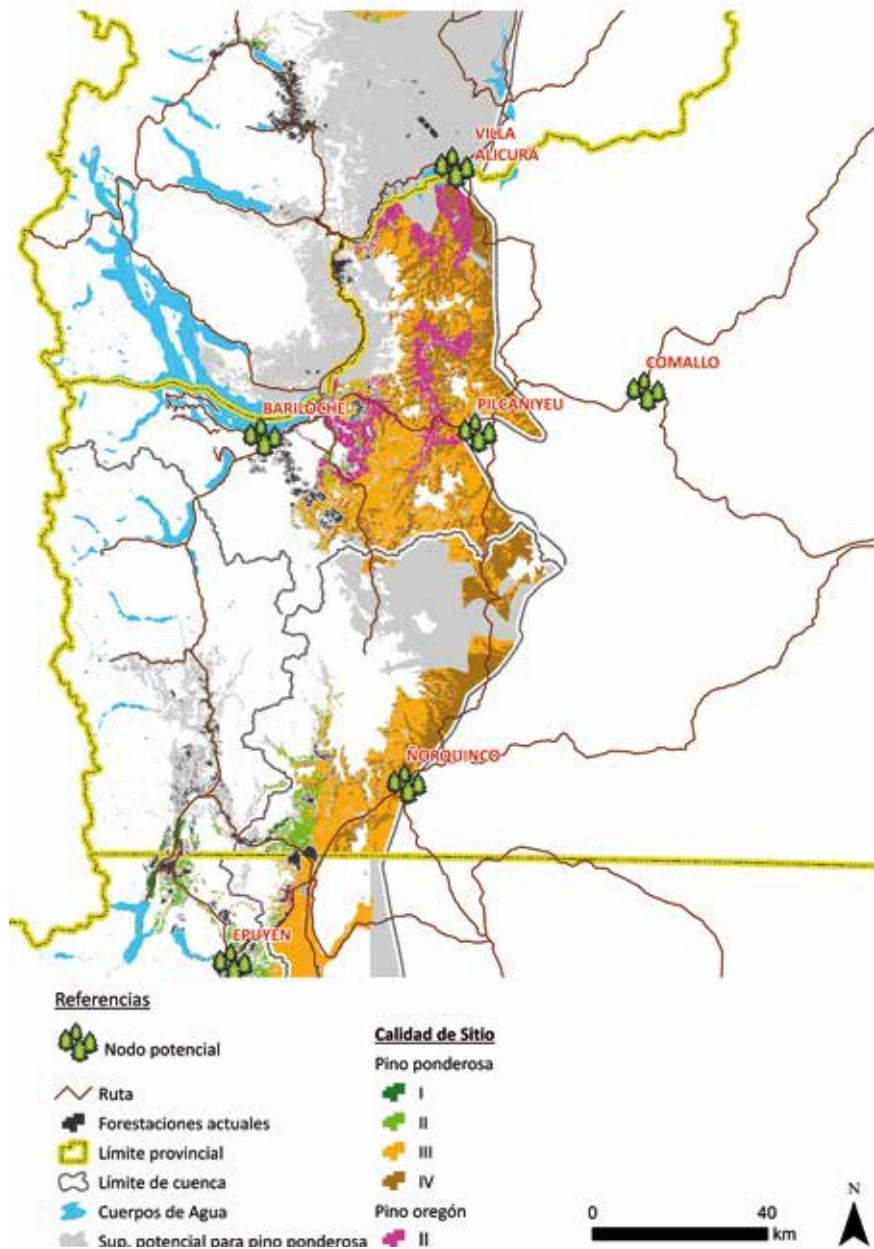


Tabla 15. Superficie, rentabilidad y distancia de transporte promedio por nodo para la provincia de Río Negro.

Escenario	3 nodos	4 nodos	5 nodos	Superficie (ha)	TIR (%)	Dist (km)
Localidad	Ñorquinco	Ñorquinco	Ñorquinco	84.974	5,45	24,6
	Pilcaniyeu	Pilcaniyeu	Pilcaniyeu	163.959	5,3	29,1
	Villa Alicurá	Villa Alicurá	Villa Alicurá	69.282	5,31	34,8
		Bariloche	Bariloche	50.645	6,90	31,6
			Comallo	58.197	3,58	33,6
<b>Subtotal</b>	<b>318.216</b>	<b>368.861</b>	<b>427.058</b>			
<b>Promedio</b>				<b>85.412</b>	<b>5,3</b>	<b>30,7</b>

Figura 14. Nodos productivos propuestos para la provincia de Río Negro.



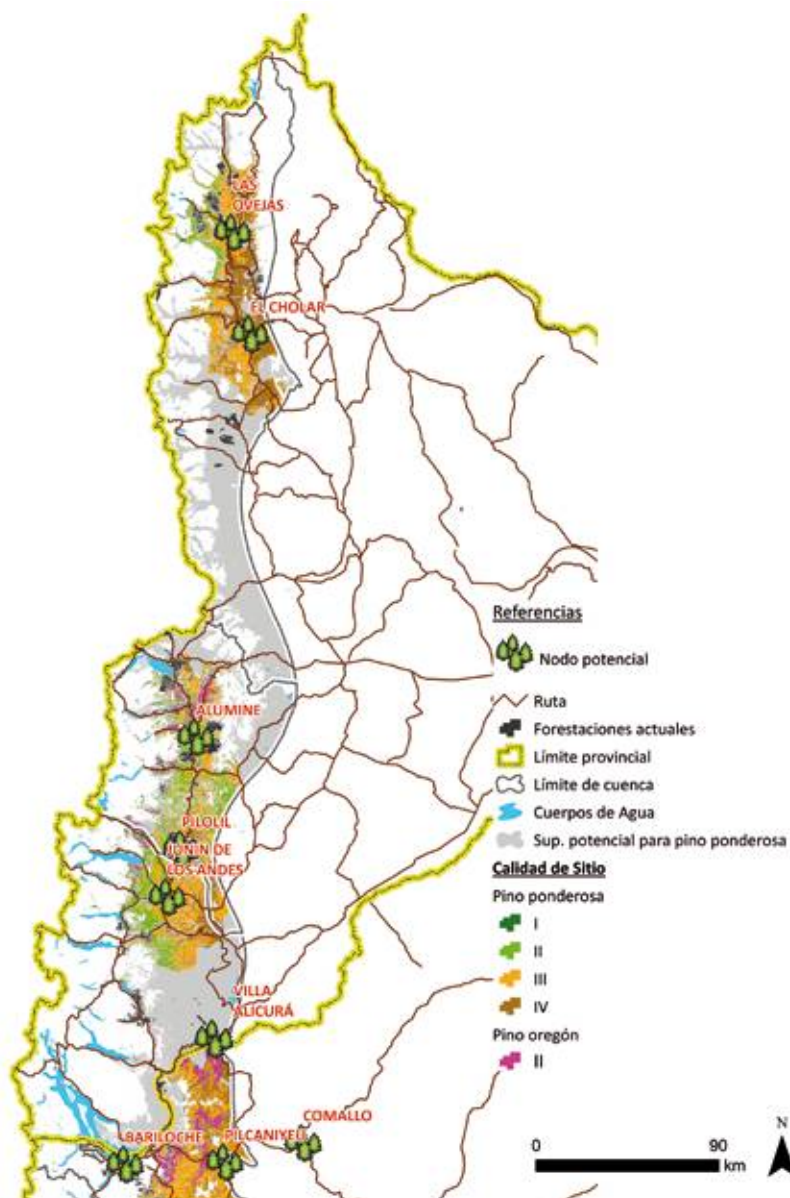
El nodo Aluminé en la provincia de Neuquén es el que arrojó los mayores valores de la TIR, y cuenta con una superficie potencial de 116.038 ha y una distancia promedio de 30,9 km, según se presenta en la Tabla 16 y Figura 15.

Tabla 16. Superficie, rentabilidad y distancia de transporte promedio por nodo para la provincia de Neuquén.

Escenario	3 nodos	4 nodos	5 nodos	Superficie (ha)	TIR (%)	Dist (km)
Localidad	Aluminé	Aluminé	Aluminé	116.038	7,54	30,9
	Las Ovejas	Las Ovejas	Las Ovejas	118.915	5,8	24,6
	Pilolil	Pilolil	Pilolil	91.523	6,8	27,6
		El Cholar	El Cholar	120.532	4,86	29,3
			Junin	148.096	6,5	27,6
Subtotal	386.072	506.604	560.601			
Promedio				119.021	6,3	28,0



Figura 15. Nodos productivos propuestos para la provincia de Neuquén.



Las superficies por clase de calidad de sitio asignadas a cada nodo, junto con su rentabilidad promedio se presentan posteriormente en los análisis por cuenca. En la Tabla 17 se presenta la superficie que sería necesario plantar en cada nodo, asumiendo un escenario de forestaciones igual al promedio histórico de 2.200 ha/año, y los volúmenes que se producirían una vez alcanzado el turno. Esta estimación se realizó distribuyendo la superficie de manera proporcional a la superficie de cada nodo, y asumiendo un turno promedio de 43 años. Con una tasa anual de forestaciones de entre 70 y 300 ha por nodo, podrían alcanzarse volúmenes de 40.000 a 120.000 m<sup>3</sup> de producción anual, a lo que debe agregarse el producto de las plantaciones existentes.

### 3.2 Análisis de vulnerabilidad

#### 3.2.1 Clases de prioridad de conservación

De acuerdo a la metodología definida en 3.2.2, el área de estudio se clasificó en tres clases de prioridad de conservación. La superficie de cada clase se presenta en la Figura 16.

Figura 16. Superficie (ha) por clase de prioridad de conservación en el área de estudio.

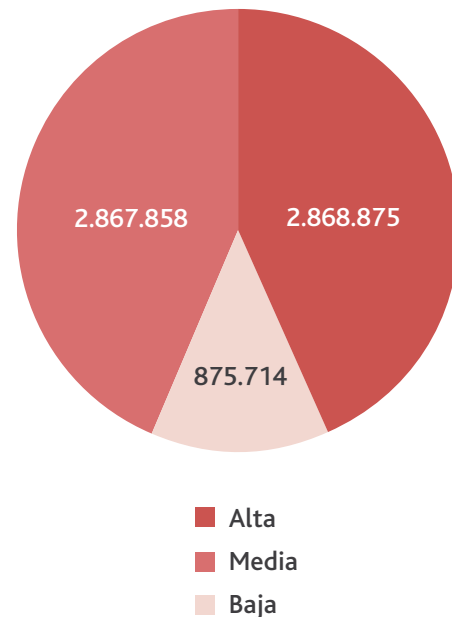


Tabla 17. Superficie total y anual a forestar; volumen anual de raleo, de corta final y de tala rasa calculado al momento del turno, considerando el escenario de forestación de 2200 ha anuales en el área de estudio.

Nodo	Superficie a plantar (ha)		Volumen (m <sup>3</sup> )		
	Total	Anual	Raleo	Tala Rasa	Total
Las Ovejas	9.451	220	20.636	74.104	94.741
El Cholar	8.141	189	16.913	58.509	75.422
Alumine	6.865	160	17.175	67.091	84.266
Pilolil	6.362	148	15.114	57.344	72.459
Junin de los Andes	10.916	254	25.398	95.204	120.601
Pilcaniyeu	12.866	299	25.871	87.620	113.491
Villa Alicura	5.032	117	9.591	31.372	40.963
Bariloche	3.003	70	6.758	24.531	31.289
Epuyen	7.438	173	18.176	69.945	88.120
Esquel	10.186	237	23.618	86.924	110.541
Tecka	8.558	199	16.296	53.268	69.564
Ñorquinco	6.928	161	14.741	51.882	66.623
Corcovado	3.528	82	8.057	29.656	37.713
Rio Pico	12.448	289	23.657	77.229	100.885
<b>TOTAL NODOS</b>	<b>111.723</b>	<b>2.598</b>	<b>242.000</b>	<b>864.678</b>	<b>1.106.678</b>

La Figura 17 muestra cómo quedaron distribuidos los elementos de valor de conservación a partir de esta categorización.

### 3.2.2 Clases de vulnerabilidad

De acuerdo a la metodología definida en 3.2.3, el área de estudio se clasificó en tres clases de Vulnerabilidad. Estas clases se realizan para orientar el análisis a las zonas donde podrían ocurrir los mayores impactos sobre la biodiversidad. Los sectores de mayor vulnerabilidad ocupan aproximadamente sólo un 5 % de la superficie de la cuenca (Tabla 18), debido principalmente a que las zonas que reúnen los principales sitios, elementos y especies de especial valor para la conservación, se encuentran protegidas por la legislación vigente, o en ambientes donde no se realizarán forestaciones. La clase de vulnerabilidad media cubre un 46 % de la superficie.

### 3.3 Listado de información digital producida

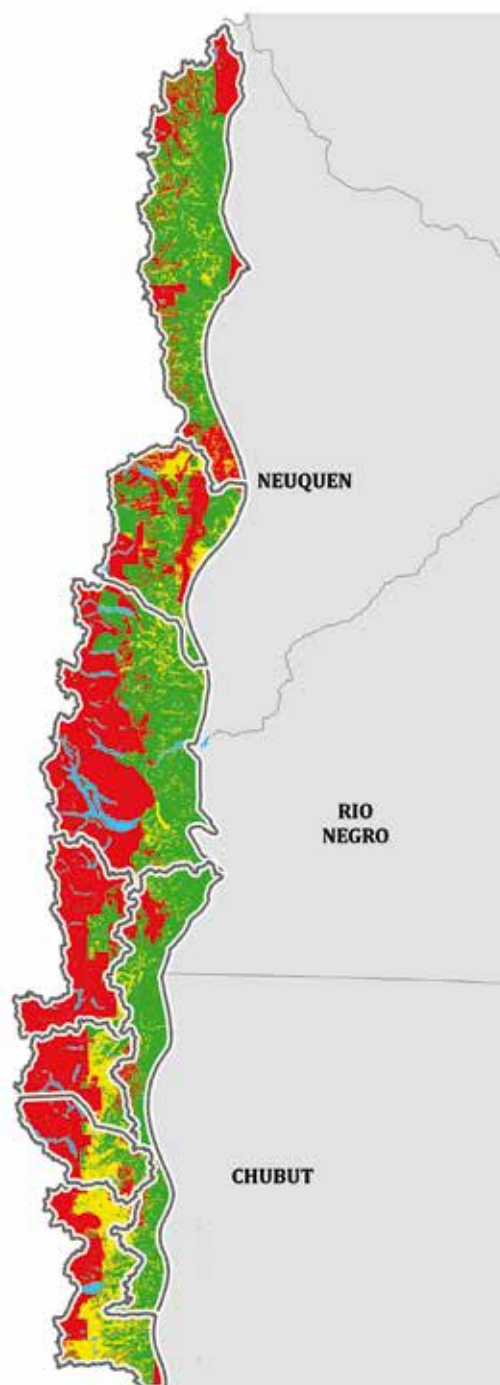
A continuación se lista la información espacial que se generó y está contenida en un DVD que se adjunta al presente documento. Consiste en coberturas en formato raster y vector que constituyen en sí mismas un producto y a la vez son insumos para la obtención de otros nuevos. Toda esta información podría utilizarse para nuevos análisis a nivel de cuenca, y estará disponible para los estudios de impacto ambiental que deban realizarse o para el análisis de ideas o proyectos concretos de inversión.

Todas las coberturas han sido generadas bajo el sistema de referencia conforme Gauss Kruger, Elipsoide y Datum WGS84, faja 1.

**Tabla 18. Superficie de las clases de vulnerabilidad en ha y % para el área de estudio.**

Clase de Vulnerabilidad	Superficie (ha)	Superficie (%)
Alta	333.767	5,0
Media	3.650.707	55,3
Baja	2.616.679	39,6

**Figura 17. Clases de prioridad de conservación en el área de estudio**



#### Referencias

- Límite de cuenca
- Cuerpos de Agua

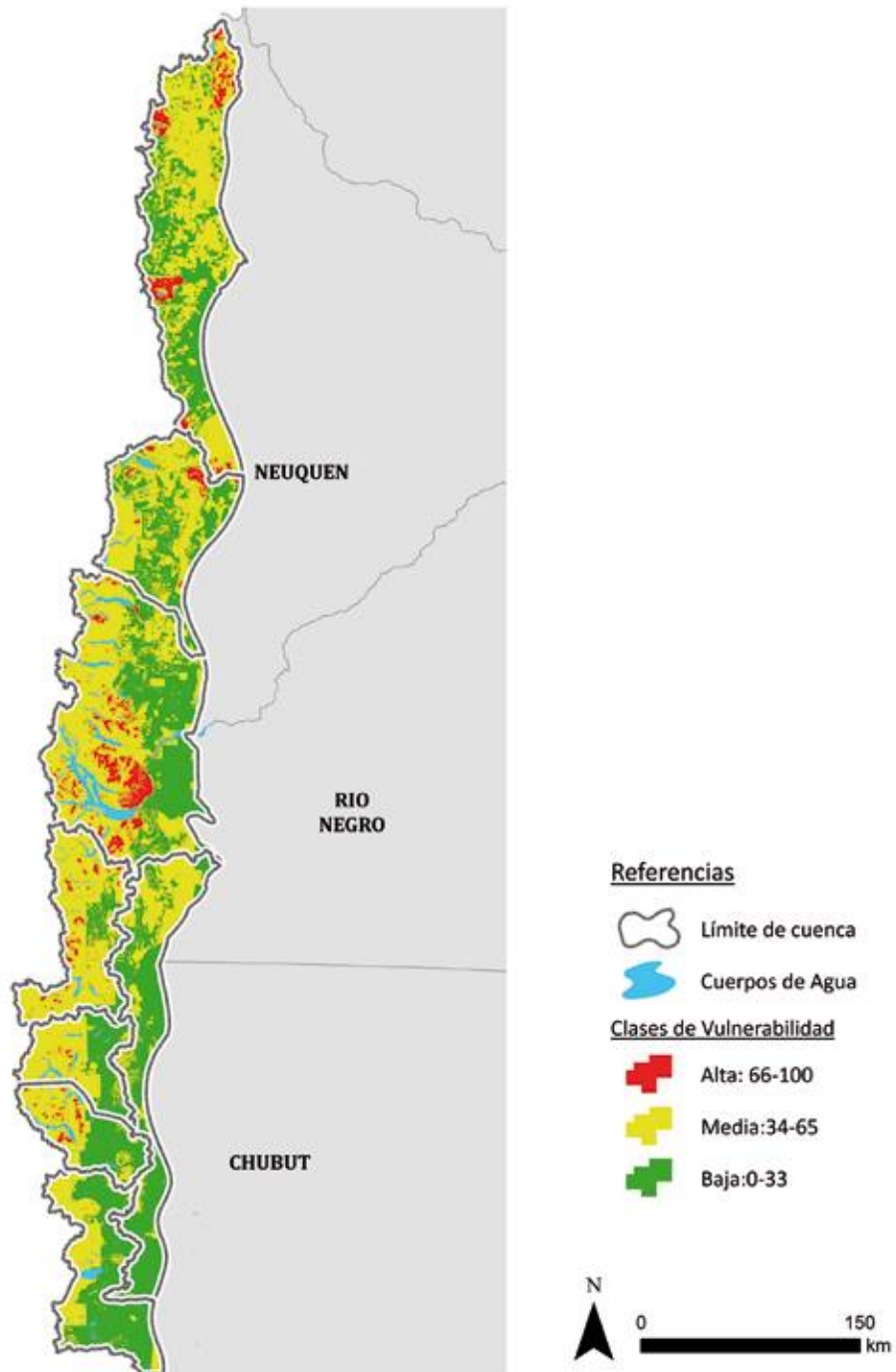
#### Clase de Conservación





- 1. Alta
- 2. Media
- 3. Baja















Figura 18. Clases de vulnerabilidad en el área de estudio



Nivel 1 / Carpetas con contenido	Nivel 2	Nivel 3	
 APTITUD		APTITUD_oregon_g01w.shp APTITUD_ponderosa_g01w.shp APTITUD_roblerauli_g01w.shp calidad_sitio_ponderosa_regional_g01w.shp calsit_pond_reg_agrup_g01w.shp POTENCIAL_BIOF_g01w.shp	
 Division_CUENCAS		delimitacion_cuencas_g01w.shp	
 GRILLA_TALLER		grilla_400ha_consugerencias.shp	
 NODOS_PRODUCTIVOS		grilla_400ha_consugerencias.shp	
	 Degradación	DEGRADACION_ccas_g01w.shp	
	 Forestaciones	buff300_FORESTACIONES_g01w.shp FORESTACIONES_g01w.shp FORESTACIONES_vfinal.xlsx	
	 Neuquen_Certeza	Area_aptitud_altura-pend- isoyeta_SUR_recorte_g01w.shp Area_aptitud_pendcotaisoyeta_ CENTRO_recortes_g01w.shp Area_aptitud_pendcotaisoyeta_ NORTE_recortes_g01w.shp	
	 Otros_Elementos	afluentesCCAS_	sig250umsef_g01w.shp
		Agua_extractoINVBN_	NODOBAP_g01w.shp
		caminosCCAS_	sig250umsef_g01w.shp
	ciudades_import_	popu0059_g01w.shp	
	contour_eq100m_	g01w.shp	
	limite_provincial_	sig250_g01w.shp	
	mallinesdiss_ccas_	all_g01w.shp	
	MatArb_all_g01w.shp		
	OT_completo_g01w.lyr		
	OT_completo_g01w.shp		
	PARQUES_y_RESERVAS_	g01w.shp	

 PMBiodiversidad	sitios_preseleccionados_PMB.shp	
	sorteo70ptos_PMB.shp	
	superpos_plantaciones_sitprior_g01w.shp	
	superposicion_plantaciones_sitiosprioritarios.xls	
 Sitios_Especial Interes para Conservacion	 Areas_Prioritarias e Irreemplazables	PATAGONIAPRIORIZACION.gdb areas_irreemplazables_ccas_g01w.shp areas_prioritarias_ccas_g01w.shp
	 SitiosConserv_Carrenleufu	huemul_carren_g01w.shp sitios_priorit_carren_g01w.shp sp_amenazadas_carren_g01w.shp
	 SitiosConserv_Chubut	sp_enpeligro_chubut_g01w.shp sp_vulnerables_chubut_g01w.shp
	 SitiosConserv_Futaleufu Norte	sitios_prioritarios_futaleufuN_g01w.shp sp_en_peligro_futaleufuN_g01w.shp sp_vulnerables_futaleufuN_g01w.shp
	 SitiosConserv_Futaleufu Sur	sitios_prioritarios_futaleufuSur_g01w.shp sp_en_peligro_futaleufuSur_g01w.shp sp_vulnerables_futaleufuSur_g01w.shp
	 SitiosConserv_Limay Norte	amenazadas_limayNorte_g01w.shp conservacion_limayNorte_g01w.shp elem_especial_limayNorte_g01w.shp sitios_priorit_limayNorte_g01w.shp
	 SitiosConserv_Limay Sur	sitios_priorit_limaySur_g01w.shp sp_en_peligro_limaySur_g01w.shp sp_en_peligrocritico_limaySur_g01w.shp sp_vulnerables_limaySur_g01w.shp
	 SitiosConserv_Manso Puelo	amenazadas_mansopuelo_g01w.shp amenazadas1_mansopuelo_g01w.shp condor_mansopuelo_g01w.shp conservacion_mansopuelo_g01w.shp huemul_mansopuelo_g01w.shp sitios_priorit_mansopuelo_g01w.shp
	 SitiosConserv_Neuquen Norte	sitios_priorit_neuquen_norte_g01w.shp sp_vulnerables_neuquen_norte_g01w.shp
	areas_protegidas_2010bis_g01w.shp	

 TERRENO	 Altitud	altitud_limitesur_1100.shp altitud_nqn_1800.shp altitud_rn_esquel_1300_.shp restriccion_altitud_g01w_cpleto.shp
	 Bosque Nativo	bn_mrg_all_g01w.shp
	 MDE	mos_srtmcx_agdem_g01w.img relief.img
	 Pendiente del Terreno	or3_pte clpdte_inters_apitud.shp pend_TP_clases_0-25-40_g01w_30m.img Pend_nueva_oregon.txt
	 Suelos	Chubut / tierras_noaptas_chbt_g01w_diss.shp Neuquen / suelos_noaptos_nqn_g01w.shp
 VULNERABILIDAD	1.Estado del Ecosistema	clases_II_III_conservacion.shp clases_II_III_conservacion.lyr cruce_degrad_conserv_f.shp cruce_degrad_conserv_f.lyr
	2.Exposición a la actividad	2_EXPOS_ACTIVIDAD.shp 2_EXPOS_ACTIVIDAD.lyr
	3.Capacidad de Respuesta	3_CAPACIDAD_RPTA.shp 3_CAPACIDAD_RPTA.lyr
	asignacion_valores_para obtener vulnerabilidad.doc	
	CONSERVACION_g01w_CUENCASdiss.shp	
	VULNERABILIDAD_g01w.shp	

NOTA: los archivos \*.lyr son ArcGIS layerfiles

## 4. CONSIDERACIONES GENERALES

### 4.1 Principales efectos esperados de las forestaciones

Respecto a los aspectos ambientales, hay dos rasgos esenciales que merecen ser destacados. Por un lado, el desarrollo posible implicaría la ocupación total con bosques plantados de unas 230.000 ha (97.000 existentes más las 127.000 ha nuevas). Estas representarían entre 4 y 6 % de la superficie libre de bosque considerada como forestable, y un porcentaje inferior aún de las estepas gramíneas o arbustivas de la Patagonia. Por otro lado, se trata de plantaciones de turnos largos, con densidades menores a las utilizadas en otras regiones, con la ventaja para el ambiente que se realizan sin mediar desmonte ni preparación de suelo, y sin uso de agroquímicos. Estos dos aspectos son el filtro con el que deben evaluarse la magnitud de los efectos posibles. Cambios en la biodiversidad a escala regional, fragmentación de hábitats, o afectaciones del balance hidrológico de humedales, no tendrán el impacto que podrían tener en otras regiones o con otro tipo de desarrollo. En casos puntuales, como en la protección de cuencas que aguas abajo presentan ciudades o zonas especialmente degradadas por el uso ganadero, cabría esperar la ocurrencia de efectos positivos por la provisión de servicios ambientales. A partir de los resultados de la revisión de antecedentes disponibles, y del proceso de consulta, se formularon las hipótesis sobre los potenciales efectos de las forestaciones que se presentan a continuación.

**Hipótesis 1:** En las plantaciones ocurren cambios en la heterogeneidad ambiental (lumínica, disponibilidad de agua, de nutrientes, etc.) que afectan la biodiversidad a nivel de comunidades; la biodiversidad disminuye conforme aumenta la densidad relativa.

#### Predicciones:

- Los cambios en la biodiversidad serán mayores a mayores densidades relativas
- Plantaciones manejadas desde edades tempranas, mantenidas por debajo de un umbral mínimo de densidad relativa, tienen menores cambios en la biodiversidad que plantaciones cuyo manejo es tardío o nulo.
- Hay una disminución del número de grupos funcionales de plantas vasculares y artrópodos en las plantaciones en relación a ecosistemas testigo.
- Hay cambios en la composición de las comunidades de aves y artrópodos.

- La disminución de la biodiversidad o los cambios de composición son menores en plantaciones que no sobrepasan un umbral de densidad relativa.

**Hipótesis 2.** Las comunidades naturales adyacentes a las forestaciones son susceptibles a las invasiones, en función a su tipo de vegetación y nivel de disturbio, así como a la especie y edad de las forestaciones.

#### Predicciones:

- Bosques nativos son más susceptibles a la invasión que matorrales, y matorrales que estepas.
- A mayor nivel de disturbio, mayor susceptibilidad a las invasiones.
- A edades tempranas, plantaciones de pino oregón y pino murrayana tienen mayor potencial de invasión que plantaciones de pino ponderosa.
- Plantaciones de mayor edad tienen mayor potencial de invasión que plantaciones jóvenes.
- Invasiones originadas por forestaciones podrían afectar la permanencia de elementos de alto valor de conservación, como por ejemplo bosques de araucaria o parches de ciprés de las guaitecas, vecinos a las forestaciones.

**Hipótesis 3.** Las plantaciones provocan cambios a escala de paisaje, estos son mayores a medida que aumenta la superficie de los bloques de forestación.

#### Predicciones:

- Las forestaciones instaladas en la estepa, por la baja proporción de superficie que ocupan, no afectarían la permanencia de tales unidades de vegetación a escala de paisaje.
- Grandes bloques de forestación en la estepa, provocan mayores cambios en la composición de la comunidad de aves, que pequeñas plantaciones.

**Hipótesis 4.** Plantaciones adecuadamente manejadas, realizadas en estepas altamente degradadas, donde se compromete la conservación del suelo, interrumpen el proceso de deterioro y promueven mejoras ambientales.

#### Predicciones:

- En plantaciones adecuadamente manejadas establecidas sobre suelos degradados, habrá un incremento en la cobertura de vegetación del suelo.

- En plantaciones adecuadamente manejadas establecidas sobre suelos degradados, habrá incrementos en la abundancia de ácaros de suelo.

**Hipótesis 5.** Las forestaciones instaladas en AVEC constituyen un elemento de disturbio que podría provocar cambios de diferente intensidad según el diseño y manejo de las plantaciones.

**Observación:** Dado que esta hipótesis afecta a un gran número de sitios, especies y elementos de alto valor de conservación de muy distintas características, no se presentan predicciones concretas sobre la misma. Se propone la evaluación de esta hipótesis a campo en el marco del Programa Nacional de Monitoreo.

## 4.2 Influencia de las forestaciones en los humedales

Los humedales han sido mencionados repetidamente como elementos del paisaje con alto valor de conservación. Estos comprenden en el área de estudio los mallines, los ríos y arroyos, incluyendo sus corredores riparios, que en Patagonia suelen conectar mallines y espejos de agua de diferentes dimensiones. Los humedales y específicamente los mallines no constituyen sitios aptos para forestar, y son, en cambio, el sostén de la actividad ganadera preponderante en la región, por lo que se encuentran en diferentes grados de degradación, incluyendo pérdida de cobertura y aumento de la proporción de suelo desnudo, así como invasión de especies exóticas. Desde el punto de vista de las forestaciones, la principal amenaza sobre la biodiversidad podría ser a través de cambios en el régimen de recarga de los mismos, debido a la intercepción y el consumo de agua de las forestaciones, que determine una reducción del agua disponible. Sin embargo, no hay certeza en que esto vaya a ocurrir. Una parte importante de la recarga corresponde a fuentes de agua como glaciares y altas cumbres, que drenan a acuíferos subterráneos para aflorar en áreas bajas a grandes distancias (Ciari 2009). Weigandt *et al.* (2011) encontraron que las forestaciones no tendrían un efecto directo en los niveles de agua subterránea. Los mismos autores (2014) indican que las diferencias encontradas en variables hídricas de recarga entre forestaciones y pastizales no pueden ser asociadas directamente con la vegetación del área que rodea los humedales. Estos sistemas hídricos tendrían gran complejidad, por lo que no pueden realizarse generalizaciones y el impacto posible podría ser diferente para cada sitio específico. Desde un punto de vista precautorio, sería recomendable priorizar el manejo de las forestaciones en ambientes cercanos a mallines, de manera

de mantener densidades que permitan alcanzar las metas de producción con un mínimo de cobertura arbórea del suelo.

Los ríos de la región han sufrido cambios importantes en su vegetación de ribera por causas humanas, con pérdida de la vegetación leñosa en algunos sitios y/o su reemplazo por sauces exóticos. Siendo estas áreas de valor especial para la conservación, se recomienda respetar buffers que podrían ser de por lo menos 100 m en la parte alta de la cuenca y de cuatro veces el ancho del río en la parte baja de la misma. Además de esto, sería importante contar con una política activa de reinstalar los bosques ribereños de ñire en el marco de los mismos proyectos de forestación con fines productivos.

## 4.3 Conectividad

La pérdida de conectividad por fragmentación de los ambientes naturales es un elemento esencial en el análisis de cambios en la biodiversidad producidos por las forestaciones. El enfoque tradicional de la fragmentación, que se basa en "islas" insertas en una matriz de hábitat inhóspito, es difícilmente aplicable en el caso de las forestaciones en Patagonia a nivel general. En el área de estudio, las forestaciones cubren solamente un 1,3 % de la superficie, y un 3,5 % de las áreas forestables de la estepa. Dado este hecho, el análisis debe realizarse sobre el posible efecto de barrera que pueda ejercer cada bloque de forestaciones en particular. En el caso de Patagonia, un análisis preliminar del diseño de las forestaciones indica que la mayoría de los bloques de plantaciones (que se encuentran subdivididos por caminos y cortafuegos) no alcanzan grandes tamaños. No más de unos pocos bloques superarían las 4.000 ha, y gran parte de la superficie se encuentra en bloques menores a las 50 ha. El análisis del posible efecto de fragmentación debe realizarse al nivel de cada bloque y para las especies de interés en cada caso. Otro aspecto a considerar es que las tierras forestables se ubican en una zona de ecotono entre el bosque nativo y la estepa patagónica, inestable en el mediano-largo plazo en sus límites, influenciados por las fluctuaciones del clima y el régimen de disturbios (incendios). Grupos de árboles y árboles aislados sobrevivientes de antiguos incendios (por ej. de ciprés de la cordillera y araucaria sobre roca, coihues en cañadones de altura, etc) hacen suponer que la distribución natural de los bosques puede haber sido más extensa en el pasado, sobre tierras que hoy se consideran forestables. Esto mismo surge de estudios palinológicos y de restos de carbón en fondo de lagos-lagunas (Bianchi 2007; Whitlock *et al* 2006). Es probable que aquellos bosques no se hayan extendido como formaciones continuas, sino fragmentadas y como parques entre pastizales naturales. Resulta de esa manera difícil, o por lo menos discutible, determinar hasta donde pueden llegar los bosques nativos al este,

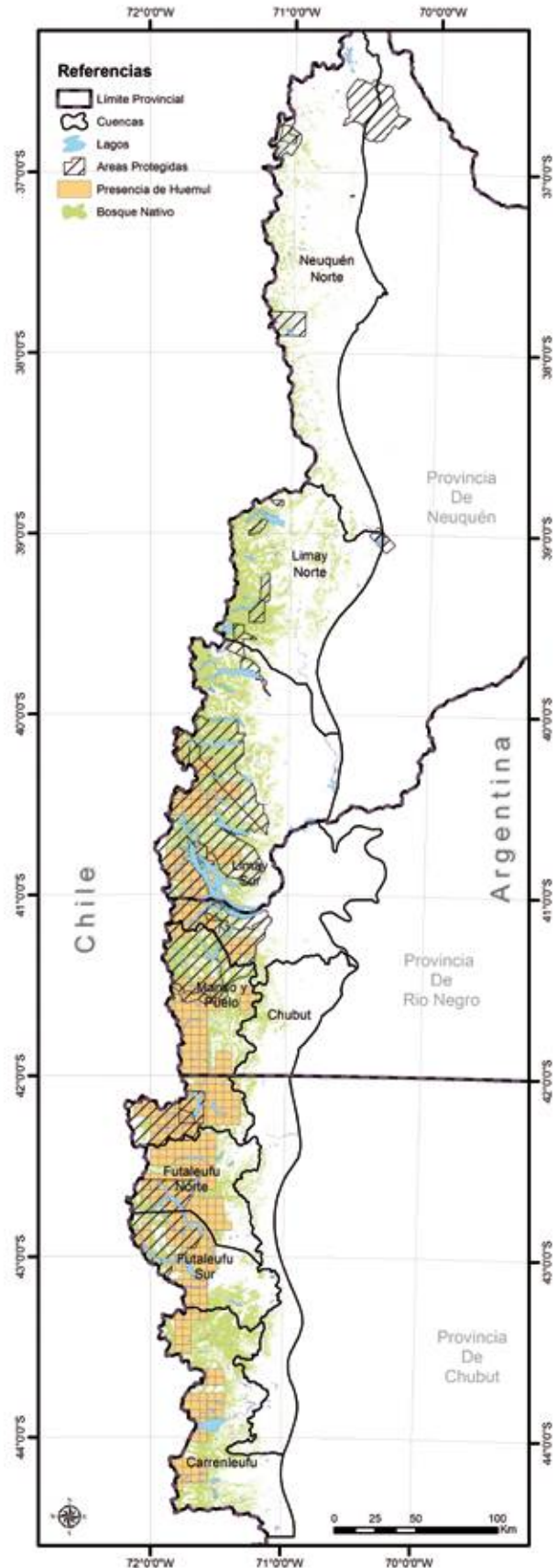
y por lo tanto qué grado de conectividad en el ecotono debe garantizarse para favorecer a la vida silvestre de la estepa y al bosque. También debe considerarse que se ha determinado que los bosques plantados favorecen ciertas especies de los bosques nativos (por ej. algunas aves) frente a otras de la estepa.

#### 4.4 Huemul

El huemul (*Hippocamelus bisulcus*) es una especie endémica de los bosques andino-patagónicos de la Argentina y Chile. En Argentina se localiza entre el lago Espejo, en la provincia del Neuquén, hasta la zona central del Parque Nacional Los Glaciares, en Santa Cruz. En la actualidad habita bosques abiertos de *Nothofagus*, prados de altura, arbustales y áreas periglaciares. Muestra preferencia por ambientes que se encuentran en estados sucesionales post-disturbio, como matorrales en áreas incendiadas o que sufrieron deslizamientos, en combinación con la presencia de áreas boscosas. En verano utiliza los prados de altura, en el límite altitudinal del bosque. Está principalmente asociado a los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) y formaciones de esta especie con el coihue (*N. dombeyi*). En invierno, las nevadas lo harían descender a los valles, en donde incluso es común verlo a orillas de los lagos o en bosques mixtos de ciprés (*Austrocedrus chilensis*) con *Nothofagus*. Los lugares escarpados y quiebres de pendientes son muy utilizados. Existe información sobre su distribución actual (Rusch y Vila, 2005), resumida en una cuadrícula (Figura 19) de 5 km X 5 km, donde se consideran como presencia de huemul aquellas donde fueron encontrados rastros (pelos, bosteos, astas, etc) o avistado ejemplares. Los datos han sido reportados por pobladores, instituciones y visitantes. El hecho de que en una cuadrícula no aparezcan rastros no significa que la especie esté ausente en ese lugar sino solamente que no ha sido reportada. Esta información, junto con registros puntuales de la especie recopilados por la Administración Nacional de Parques Nacionales, es la única disponible.

Se considera como uno de los mamíferos más amenazados de América del Sur. Ha sido categorizado como en peligro de extinción a nivel nacional e internacional. En la actualidad quedan menos de 2.000 ejemplares en subpoblaciones severamente fragmentadas. Debido a su crítica situación ha sido declarado Monumento Natural Nacional (Ley 24.702/96) y Provincial, tanto en Santa Cruz (Ley 2103/89), como en Chubut (Ley 4793/01) y Río Negro (Ley 2646/93). Entre las principales amenazas se encuentran la caza furtiva, la destrucción del hábitat, la depredación por perros, la introducción de animales exóticos y el ganado doméstico (competencia y transmisión de enfermedades).

Figura 19. Distribución del huemul en el área de estudio (Rusch et al, 2008).



Trabajos preliminares realizados en zonas bajo explotación forestal de bosque nativo en Chile, concluyeron que los huemules abandonan las zonas que están siendo explotadas y retornan a las mismas cuando cesa la intervención. No existen antecedentes sobre el uso de forestaciones como hábitat por parte de esta especie, lo que sí ha sido documentado para el ciervo rojo (Lantschner y Rusch 2014). En este sentido, una hipótesis plausible es que las forestaciones podrían tener un efecto negativo sobre el huemul en el caso de actuar como barreras y ofreciendo condiciones de hábitat favorable a una especie competidora. En la Figura 10 se presentó la zona apta para la plantación con pino ponderosa en áreas libres de bosque, donde se está plantando en la actualidad. Si se la compara con la distribución actual de huemul (Figura 19), es posible observar que existen pocas zonas de contacto. Sin embargo, algunas de las zonas clasificadas con vulnerabilidad muy alta corresponden a esta superposición, lo que deberá ser tenido en cuenta especialmente en el diseño y manejo de las forestaciones. Como en otros aspectos, es importante considerar un criterio general estratégico y una consideración local específica para cada caso.

#### 4.5 Las zonas de interfase

Las áreas con aptitud para el establecimiento de forestaciones con fines productivos se extienden en muchos casos hasta los límites de los centros poblados. Estos pueblos y ciudades en la mayoría de los casos registran una importante tasa de crecimiento, por lo que forestaciones aledañas a estos centros pronto se encontrarían en una situación de interfase, perdiendo su carácter de forestaciones productivas y aumentando el riesgo de que incendios puedan provocar daños importantes y hasta la pérdida de vidas humanas. Ejemplos de este proceso pueden verse en las ciudades de Esquel, Junín de los Andes y Bariloche. En este sentido, una recomendación plausible es la de no fomentar el establecimiento de forestaciones en las adyacencias de sitios poblados.

Desde otro punto de vista, existen muchas ciudades que se encuentran amenazadas por derrumbes o avalanchas de barro desde las laderas aledañas, por lo que se han realizado forestaciones para promover la estabilidad de las mismas (Esquel, Huinganco). En este caso se trata de forestaciones cuyo objetivo principal no es productivo (aunque ofrecerán productos forestales como parte de su manejo), y que también estarán en una situación de interfase.

Considerando tanto el riesgo de incendios como los servicios ambientales de las forestaciones, es recomendable analizar la pertinencia de realizar forestaciones en las zonas cercanas a los centros poblados para cada caso en particular, y deberían contemplarse medidas muy especiales de manejo.

#### 4.6 Relictos de Bosque nativo

Se contó con los avances de la nueva clasificación para el Inventario Forestal Nacional de Bosque Nativo, proporcionados por el Nodo BAP de la SAYDS, con sede en el CIEFAP. Esto permitió mejorar la cuantificación de los relictos de bosque nativo presentes en el límite este de la distribución del bosque andino patagónico. Sin embargo, debido a su escala esta cuantificación no alcanza a representar todos los relictos presentes. Por este motivo, más allá de su inclusión en la cartografía, los relictos son considerados elementos de alto valor de conservación, y se recomienda prestar especial atención a los mismos al planificar las plantaciones, observando zonas buffers adecuadas y evitando el uso de las especies de mayor potencial invasor. Esto debería acompañarse con políticas de remediación activa, que incluyan incorporar nuevas plantaciones con especies nativas en la matriz del paisaje. Considerando la observación de buffers y la remediación activa como criterio general estratégico, es necesario además tener en cuenta consideraciones locales específicas: es importante considerar localmente la situación de los relictos, analizando si se encuentran sometidos a presiones como pastoreo o erosión en suelos degradados, situaciones que demandan un tratamiento especial, como el cambio de uso, o la protección del suelo, aun valiéndose de la rusticidad de una especie exótica. Otro aspecto local es el de sitios donde el bosque nativo, por el contrario, se encuentra recolonizando las áreas que había perdió por acción antrópica. En este caso, la observación de un buffer estático no es una medida suficiente, y deberá analizarse la proyección del avance del bosque en la planificación de forestaciones.

#### 4.7 Las proyecciones sobre cambio climático

Se analizaron las anomalías climáticas en temperatura media anual y precipitación media anual, definidas como la diferencia entre el valor climático (normal o histórico) del mes y el valor pronosticado para el mismo mes, esperadas para una ciudad de cada una de las cuencas del área de estudio. Los pronósticos fueron obtenidos del sitio Climate Wizard ([www.climatewizard.org](http://www.climatewizard.org), The Nature Conservancy, University of Washington, University of Southern Mississippi). Corresponden a los dos escenarios considerados más realistas y representan el promedio de 16 modelos diferentes de predicción. Se analizó la coherencia entre los modelos, a partir de la frecuencia de valores predichos por clase.

La anomalía en precipitación media anual estimada para el año 2080, sería un aumento de entre 2,2°C y 2,7°C en las distintas localidades de la cuenca (Tabla 19). Entre el 66 y el 94 % de los modelos coinciden en pronosticar un aumento superior a

2°C. En relación a la precipitación media anual, se espera una disminución de entre el 15 y el 26 %. Entre el 78 y el 100 % de los modelos coinciden en predecir una disminución de al menos un 10 %. En términos generales, las anomalías son más pronunciadas y con una mayor coincidencia en las predicciones en la zona norte del área de estudio (Tabla 19).

**Tabla 19. Anomalías climáticas en temperatura media anual (TMA) y precipitación media anual (PMA) pronosticadas para el año 2080 en diferentes localidades del área de estudio. Se presentan las anomalías medias esperadas. Las columnas de Probabilidad indican el % de los 32 modelos considerados que coinciden en pronosticar una anomalía igual o superior al valor límite indicado.**

Cuenca, Ciudad	Anomalía en TMA		Anomalía en PMA	
	Aumento TMA (°C)	Probabilidad de aumento $\geq 2^{\circ}\text{C}$	Disminución PMA (%)	Probabilidad de disminución $\geq 10\%$
Nuequén Norte, Las Ovejas	2,7	94%	26	91%
Limay Norte, Aluminé	2,6	84%	25	94%
Limay Sur, Junín de los Andes	2,5	84%	23	94%
Limay Sur, San Martín de los Andes	2,4	84%	22	100%
Limay Sur, Bariloche	2,5	84%	21	94%
Manso- Puelo, el Bolsón	2,3	72%	16	81%
Futaleufú Norte, Cholila	2,3	72%	15	78%
Chubut, El Maitén	2,4	78%	17	84%
Futaleufú sur, Trevelin	2,3	72%	17	81%
Carrenleufú, Río Pico	2,2	66%	19	88%

## 5. RECOMENDACIONES

Considerando el análisis de vulnerabilidad realizado, que arriba se detalla, a continuación se dan una serie de recomendaciones generales relacionadas a la localización, el diseño y el manejo de las forestaciones. Estas sugerencias se complementarán con otras a nivel de cuenca, según sus respectivas características y particularidades. Dados los efectos de las forestaciones sobre los sistemas naturales, las sugerencias se realizan a dos niveles: escala territorial o de paisaje (localización) y escala de rodal (diseño y manejo). La actualización de las presentes recomendaciones en base a los resultados que surjan de la implementación del programa de monitoreo de la biodiversidad y de las nuevas investigaciones deberá evaluarse periódicamente.

### 5.1 Localización de las plantaciones

La distribución de las forestaciones en el paisaje debería, de la mejor manera posible, hacer compatible las preferencias en la toma de decisiones de los productores, la productividad de los sitios y la vulnerabilidad de la biodiversidad. Atendiendo a dichos aspectos, se hacen las siguientes sugerencias:

**1-** En primera instancia, se debería prestar especial atención a las zonas de mayor vulnerabilidad, atendiendo a los motivos de esta clasificación en cada caso.

**2-** Concentración de las forestaciones. Es recomendable fomentar la concentración de las forestaciones en áreas (nodos) que se conviertan en polos de oferta de materia prima, para el desarrollo de industrias con integración vertical en la cadena de valor.

**3-** Un aspecto importante es que las plantaciones, especialmente de pino oregón y murrayana, pueden ocasionar invasiones que podrían afectar zonas vecinas, lo que es especialmente relevante si éstas constituyen áreas de valor especial para la conservación. Los bosques de ciprés y de araucaria (especies endémicas amenazadas) son más susceptibles que otros ambientes naturales para ser invadidos, en estos ambientes es particularmente importante realizar manejo de la regeneración de pino, a partir de forestaciones ya instaladas y evitar instalar nuevas plantaciones en su cercanía.

**4-** Otro aspecto es evitar que las forestaciones generen un continuo de combustible desde la estepa hacia el bosque nativo, que podría provocar que incendios de baja intensidad de la estepa lleguen al bosque nativo como incendios forestales de alta intensidad.

**5-** La generación de paisajes productivos forestales debería contemplar la integración de las plantaciones forestales al pai-

saje natural, cuidando que su instalación o permanencia, garantice "la funcionalidad de la matriz natural" del paisaje (oferta de hábitat, redes tróficas, interacciones, recursos alimenticios) (Rusch y Vila 2005).

**6-** Como regla general, se debería evitar la instalación de forestaciones en áreas de ribera de cursos y cuerpos de agua. La vegetación natural ribereña cumple un importante rol en la protección de los mismos y contribuye al mantenimiento del equilibrio de los ambientes acuáticos. Sin embargo, será necesario considerar condiciones particulares, como la forestación para protección de riberas o ambientes periacuáticos en el caso de embalses artificiales o áreas con alta degradación de suelo.

**7-** Se ha observado que los productores prefieren para forestar los sitios cubiertos por los tipos de vegetación menos productivos desde el punto de vista forrajero, incluyendo los suelos degradados. Este comportamiento se considera favorable, dado que junto a la producción forestal se favorece la conservación de los suelos degradados.

**8-** Dado el objetivo de promoción del Estado de desarrollar forestaciones productivas, y sin descuidar los aspectos mencionados, debe orientarse su realización en los sitios de mayor productividad, según su calidad de sitio, preferentemente atendiendo a la formación de nodos productivos.

### 5.2 Diseño de las plantaciones

Una consideración general es que el aumento de la complejidad de la matriz del paisaje contribuye a la biodiversidad, y las plantaciones, según cómo sean planificadas y gestionadas pueden contribuir a tal diversidad (Brockerhoff *et al* 2008). Dicha complejidad estructural se ve favorecida si se yuxtaponen forestaciones de distinto tipo, tamaño y forma, aumentando la disponibilidad de hábitats diferentes para las especies de flora y fauna nativas, especialmente las que habitan en los bosques nativos. A otra escala, esto se logra con el mantenimiento de corredores de vegetación nativa en las áreas a forestar. Atendiendo a dichos aspectos, se hacen las siguientes sugerencias:

**1.** La planificación estratégica de las plantaciones, con una distribución plurianual y con superficies más o menos equivalentes (ej. superficie forestable total dividida el número de años del turno o un submúltiplo de este), es preferible al establecimiento de grandes macizos en un período de unos pocos años. La generación de rodales con edades diferentes, y sus consecuentes intervenciones, contribuirán a la diversidad de hábitat dentro del paisaje. Esta diversidad podrá ser cada vez mayor conforme los bosques plantados avancen en edad, pudiendo

aumentarse, por ejemplo, con la extensión del turno y diseños de patrones de cosecha bajo diferentes cortas reproductoras (tratamientos silviculturales).

**2.** El diseño de las plantaciones debería propender a minimizar los efectos de la fragmentación, garantizando la "conectividad" entre la matriz natural y los parches de comunidades naturales. Mejoras en la conectividad pueden lograrse manteniendo continuos de vegetación entre la matriz natural de estepa y las plantaciones forestales, y/o mediante corredores de vegetación natural (Rusch y Vila 2005). Para ello, se propone que el diseño contemple bloques de plantación de no más de 100 ha separados por cortafuegos o callejones de por lo menos 100 m. Una proporción de la superficie afectada no menor del 20 % debería mantenerse con la vegetación original. El diseño de los caminos y cortafuegos dentro de los bloques de plantación debe conjugar las necesidades de conservación de la biodiversidad, de la prevención de incendios y del aprovechamiento. Por este motivo, es conveniente realizar la planificación de caminos, cortafuegos y canchas de acopio antes del inicio de la plantación.

**3.** Una superficie importante del ecotono, que actualmente tiene potencial para la forestación, corresponde a paisajes que, antes de la colonización del hombre blanco, en buena medida, muy probablemente tenían una cobertura de bosque nativo de estructuras abiertas. Para la conservación y expansión de la superficie de los bosquetes remanes de árboles nativos en la estepa (ciprés de la cordillera, araucaria, roble pellín, etc.), además del establecimiento de buffers libres de pino, se sugiere la reforestación con las mismas especies, especialmente en matorrales y arbustales. Los planes de forestación podrían destinar un porcentaje de la superficie para el establecimiento de pequeños rodales de bosque nativo en aquellas zonas donde persistan relictos de bosque nativo en el paisaje, que puedan aportar a la conectividad entre los mismos.

**4.** Muchas de las plantaciones se realizarán en predios donde la principal actividad seguirá siendo la ganadería, por lo que es importante integrar ambos usos de suelo. En el caso de sistemas silvopastoriles, esta integración tiene lugar sobre la misma área, y en el caso de mantener las producciones por separado, se debe considerar que la división de cuadros debe propender a la optimización de ambas actividades.

### 5.3 Manejo de las plantaciones

Un elemento clave para la biodiversidad es el mantenimiento de la vegetación nativa bajo el dosel forestal. Esto se logra realizando las podas y raleos en la forma y en el momento adecuado. Coberturas arbóreas abiertas, con densidades relativas

medias ( $500 < \text{IDR} < 700$ ) a bajas ( $\text{IDR} < 500$ ), permiten mantener algunas de las especies del sotobosque y no reducen drásticamente la abundancia. La permanencia de la vegetación nativa bajo el dosel de las forestaciones, incrementa la resiliencia del sistema frente a disturbios como el fuego. En sistemas productivos forestales, los tratamientos silvícolas deben tener en cuenta estos aspectos, realizando las podas y los raleos en el momento oportuno. La realización de podas y raleos constituye un aporte al aumento de la luz disponible en el piso del bosque, a la vez que contribuye a prevenir incendios forestales de alta intensidad.

Si bien el mayor consumo de agua de las forestaciones, dada su mayor productividad, no tendría efectos negativos significativos en los ambientes húmedos, sí podría ser crítico en los más secos, correspondientes a la calidad de sitio IV para pino ponderosa. La competencia por agua, intraespecífica y sobre la vegetación de la estepa, llevan a sugerir que la cantidad de plantas remanentes luego de la primera poda y raleo precomercial, no debería superar los 500 pies/ha. La densidad inicial de plantación podría disminuirse respecto a la corriente, dependiendo de la calidad de los plantines y del éxito esperado en las tareas de implantación, especialmente en las calidades de sitio III y IV.

Existe un interés en el desarrollo de forestaciones con fines silvopastoriles. La implementación de esta práctica, si bien cuenta con una base científico-técnica, aún debe ser evaluada a partir de experiencias de escala predial en distintas zonas, considerando por un lado que las bajas densidades son favorables para la conservación de la biodiversidad, y por otro que podrían producirse otros impactos asociados a la ganadería.

La elección de la especie debe orientarse a aprovechar al máximo el potencial productivo de cada sitio. En este sentido, en aquellos lugares aptos para pino oregón, conviene instalar esta especie frente al pino ponderosa, debido a que presenta mayor producción, los precios de los productos son superiores, y su madera posee una alta demanda en el mercado. Lo mismo vale para las nativas ciprés, roble y raulí, aunque la experiencia y la información disponible sobre las áreas aptas para la implantación de estas especies es más limitada.

Los residuos de las podas y raleos constituyen un gran peligro en cuanto a incendios y por lo tanto, es muy importante tomar las precauciones necesarias. Lo ideal sería reducirlos a astillas con una chipeadora móvil que se alimenta manualmente y que tritura el material dejándolo en pequeños trozos (chips) esparcidos por la superficie. Esta opción, sin embargo desde el punto de vista operativo y económico, no sería factible para foresta-

ciones de mediana y gran escala. En un establecimiento en la región, sobre terreno plano, se está utilizando una grada rotativa pesada que tritura el material junto con la capa superior del suelo y lo incorpora al mismo. En caso de que los residuos no se extraigan del bosque, es preferible dejarlos esparcidos y bien distribuidos en la superficie, sin que queden ramas al pie de los árboles. Nunca se deben dejar pilas de ramas porque tardan más tiempo en descomponerse y, de producirse un incendio, al llegar el fuego a estos montículos, se producirían llamas altas y el encendido de las copas. Otra posibilidad es extraer el material del bosque y quemarlo. Esto debe realizarse en un claro grande o fuera del bosque y alejado de los árboles. Tiene el inconveniente de extraer nutrientes contenidos en ramas y hojas. Las quemas se realizan en el invierno porque es la época más húmeda y con menores temperaturas. A los árboles raleados se les debe "picar" la copa con la motosierra a fin de disminuir el volumen y lograr que entren en contacto con el suelo y se descomponga más rápidamente. El aumento de luz y temperatura, por efecto de la poda y el raleo, combinado en sistemas silvopastoriles con el pisoteo de los animales, contribuye a la descomposición de este material.

Las fajas de forestación contiguas a rutas y caminos principales, que son las que tienen un mayor riesgo de inicio de focos de incendio, deben ser mantenidas limpias y con menor densidad, en contraposición con el manejo dentro de los rodales. Es importante en esta consideración preservar zonas donde se mantenga la conectividad de la vegetación para no generar barreras en toda el área.

## 6. ANÁLISIS POR CUENCA

### 6.1 Cuenca Neuquén Norte

#### 6.1.1 Descripción general

Esta es la cuenca ubicada más al norte y abarca 1.330.771 ha. Presenta como límites, al Norte: la provincia de Mendoza, al este: las cumbres de la Cordillera del Viento, continuando al sur con la isohieta de 400 mm/año, al sur: la Cuenca Limay Norte y al oeste: la cota de 1.800 msnm, el escaso bosque nativo, que aparece en parches, y el límite internacional con Chile.

Las localidades y parajes más importantes, en general de poca población, son Manzano Amargo, Varvarco, Las Ovejas, Huinganco-Andacollo y Copahue-Caviahue. Estos pueblos están unidos de norte a sur por las rutas provinciales N° 39, 43, 6, 27 (en su mayor parte de ripio, pero parte de ellas en proceso y/o proyecto de pavimentación), teniendo salida desde Huinganco a Chosmalal, al este, por la ruta pavimentada 41. Al sur, desde los centros turísticos Copahue-Caviahue, se extienden la rutas pavimentadas 26 hasta Loncopué y la 21 hasta las Lajas, desde donde se puede acceder a Chile por el paso internacional Pino Hachado, al oeste, y a Zapala al este. También existen pasos a Chile por camino de ripio desde Andacollo por la ruta 38 y desde Caviahue por la ruta 27.

Las actividades económicas principales son la ganadería extensiva de ovinos, caprinos y bovinos, destacándose la cultura productiva de tradición transhumante de importantes arreos, con sistema de invernadas y veranadas. También se verifica actividad minera y de a poco está tomando cierto relieve la actividad forestal basada en forestaciones.

La vegetación dominante es de estepa, con 569.000 ha, dominando la estepa gramínea de *Festuca sp.* y *Poa sp.* con *Trevoa patagónica* y *Mulinum spinosum*, así como estepa arbustiva-gramínea de *Trevoa patagónica*, *Stipa sp.* y *Mulinum spinosum* (Brand y Ayeza 1997). Se destacan también gran número de mallines y vegas (húmedales), que ocupan unas 40.000 ha (3% de la superficie de la cuenca) en tamaños varia-

bles, desde menos de 1 ha a más de 100 ha. Estos ecosistemas son de alta importancia para la producción ganadera que sustenta, y como regulador del sistema hídrico del Río Neuquén y sus afluentes. La cuenca posee además relativamente poca cobertura de bosque nativo (4,5 %), que está dominado por formaciones puras de ñire (39.000 ha), araucaria (14.000 ha) y lenga (6.000 ha). Además presenta unas 135.000 ha de arbustales (Tabla 20).

El Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la provincia de Neuquén otorga 96.024 ha a la Clase I (roja) y 120.206 ha de la Clase II (amarilla). La discrepancia entre las superficies de bosque presentadas en la Tabla 20 y el OTB estaría indicando que una parte importante de los arbustales fueron clasificados como bosque entre las clases I y II.

#### 6.1.2 Potencialidad productiva

##### Potencial Biofísico y Calidad de Sitio

El potencial biofísico para el desarrollo de forestaciones de pino ponderosa (la única especie promisoría) alcanza 468.000 ha correspondientes a estepas y 112.000 ha a matorrales y arbustales. Según los registros de cobertura de plantaciones, existen hasta la actualidad 19.460 ha de forestaciones, dominadas por pino ponderosa. Esto representa menos del 3,35 % de las tierras forestables de la cuenca.

Los ambientes presentan productividades variadas. En los ambientes de estepa se estima 94.000 ha de calidad de sitio II, pero predomina la calidad de sitio III con 235.000 ha (Tabla 21, Figura 20).

Las forestaciones existentes se extienden en ciertos valles y terrazas más o menos planas, como por ej. Los Llanos y Nahueve, pertenecientes a CORFONE SA, y los bosques pertenecientes

Tabla 20. Superficies por tipo de vegetación de la Cuenca Neuquén Norte

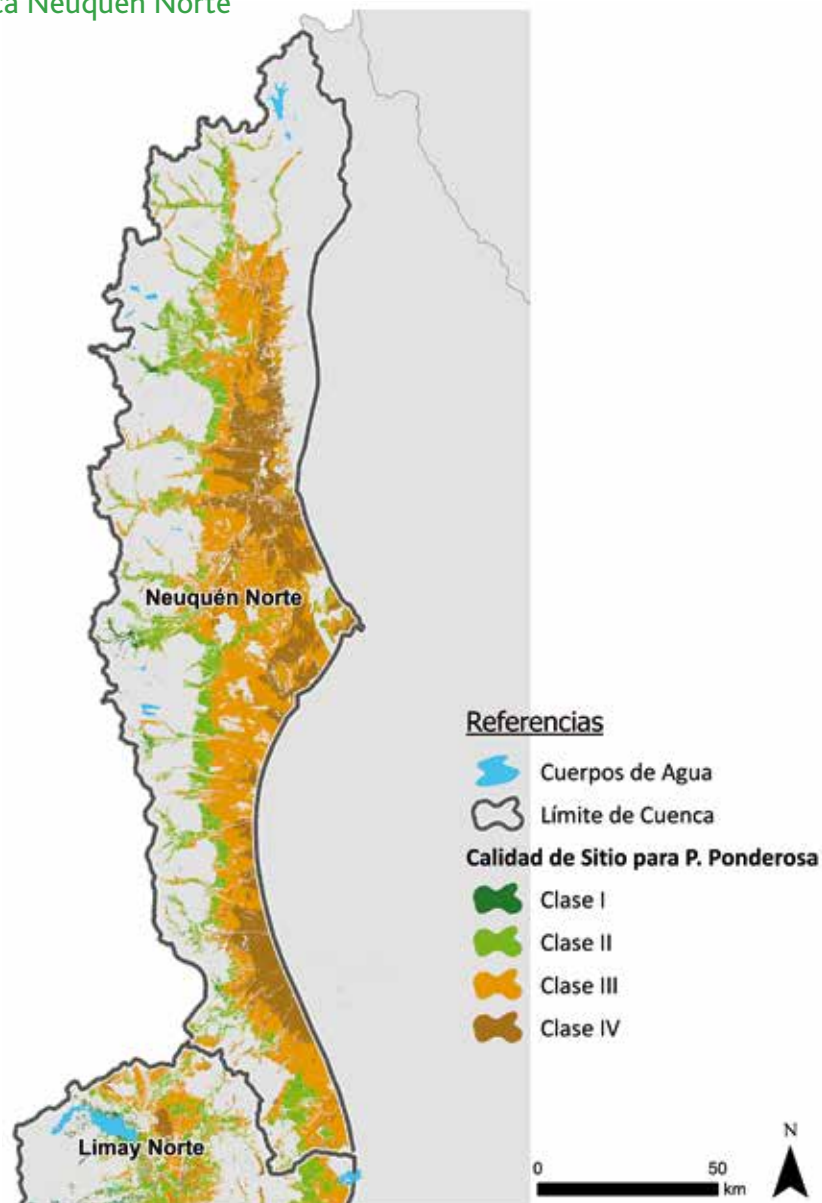
Tipo Forestal	Lenga	Araucaria	Ñire	Total Bosque	Matorrales mixtos	Arbustales	Estepa	Mallines
Sup. (ha)	6.141	14.181	39.793	60.115	4.613	135.469	569.375	39.929

Tabla 21. Distribución de superficie por calidad de sitio para las áreas con potencial biofísico para el desarrollo de forestaciones con Pino ponderosa en la Cuenca Neuquén Norte

Calidad de sitio	Superficie (ha)			
	Estepas	Matorrales	Arbustales	Total
I	2.706	-	1.098	3.804
II	93.902	540	19.768	114.209
III	234.576	1.988	70.195	306.759
IV	137.199	1.350	17.317	155.867
<b>TOTAL</b>	<b>468.383</b>	<b>3.878</b>	<b>108.377</b>	<b>580.639</b>



Figura 20. Clases de calidad de sitio para pino ponderosa en la Cuenca Neuquén Norte



a la Asociación de Fomento Rural de Manzano Amargo y Pichi Neuquén. Sin embargo, al comprender la cabecera del Río Neuquén, la orografía es en buena parte escabrosa, con pendientes pronunciadas, susceptibles a importantes procesos de erosión, agravados por el uso pastoril, especialmente de caprinos. Las forestaciones en estos ambientes cumplen una función de conservación de suelos, de protección de la infraestructura y resguardo de asentamientos humanos, como por ejemplo en parte de los bosques comunales de Huinganco-Andacollo, las Ovejas y Varvarco.

La zona norte de la cuenca, incluye a una de las tres áreas priorizadas por el programa provincial Certeza Forestal de la provincia de Neuquén (denominada Cuenca Norte), que promueve el desarrollo de plantaciones en macizo y para sistemas silvopastoriles, de reciente inicio. Este programa promueve las plantaciones en terrenos con precipitación media anual > 500 mm, altitud < 1.700 msnm y pendientes <25%. De acuerdo al escenario estratégico planteado, para el desarrollo de los nodos sería recomendable promover la forestación de unas 200 ha anuales en cada uno (Tabla 17).

### Potenciales Nodos Productivos

Dentro de la cuenca Neuquén Norte podría generarse dos nodos productivos, uno en proximidades de la localidad de Las Ovejas, y otro en la localidad de El Cholar, con superficies potencialmente forestables de 118.915 ha y 120.532 ha, respectivamente (Tabla 22 y Figura 21). Ambas presentan zonas promovidas por el programa Certeza Forestal. El promedio ponderado de la TIR y la distancia media al nodo es de 5,75% y 25 km para el primero, mientras para el segundo es de 4,9% y 29 km, respectivamente.

El área potencial relacionada al nodo Las Ovejas tendría una mayor productividad que la del nodo El Cholar. En Las Ovejas las

áreas productivas más interesantes, de calidad de sitio II, alcanzan 22.000 ha, seguidas de la calidad de sitio III con 56.000 ha. En El Cholar las tierras productivas comprenderían sólo 3.000 ha de calidad II y 55.000 ha de calidad de sitio III (Tabla 22).

### 6.1.3 Vulnerabilidad

#### Estado del Ecosistema

A continuación se presentan una breve descripción de los elementos de alto valor para la conservación que existen en la Cuenca Neuquén Norte, en sus distintas categorías, y el valor de vulnerabilidad asignado según los criterios descritos en 3.2.3.

#### Elementos de Alto Valor para la Conservación

##### Elementos de Alto Valor para la Conservación

**1-** Lagunas de Varvarco, Volcán Domuyo y Zona Norte de la Cordillera del Viento: Esta región posee características particulares asociadas a la presencia de aguas termales. Se destaca la presencia de endemismos de vegetación altoandina.

**2-** Lagunas de Epu-lauquen: La región de las lagunas de Epu-lauquen comprende el límite Norte de la distribución de roble pellín (*Nothofagus obliqua*). Esta población es diferente a las del resto de la Argentina, tanto en los aspectos morfológicos como en los genéticos.

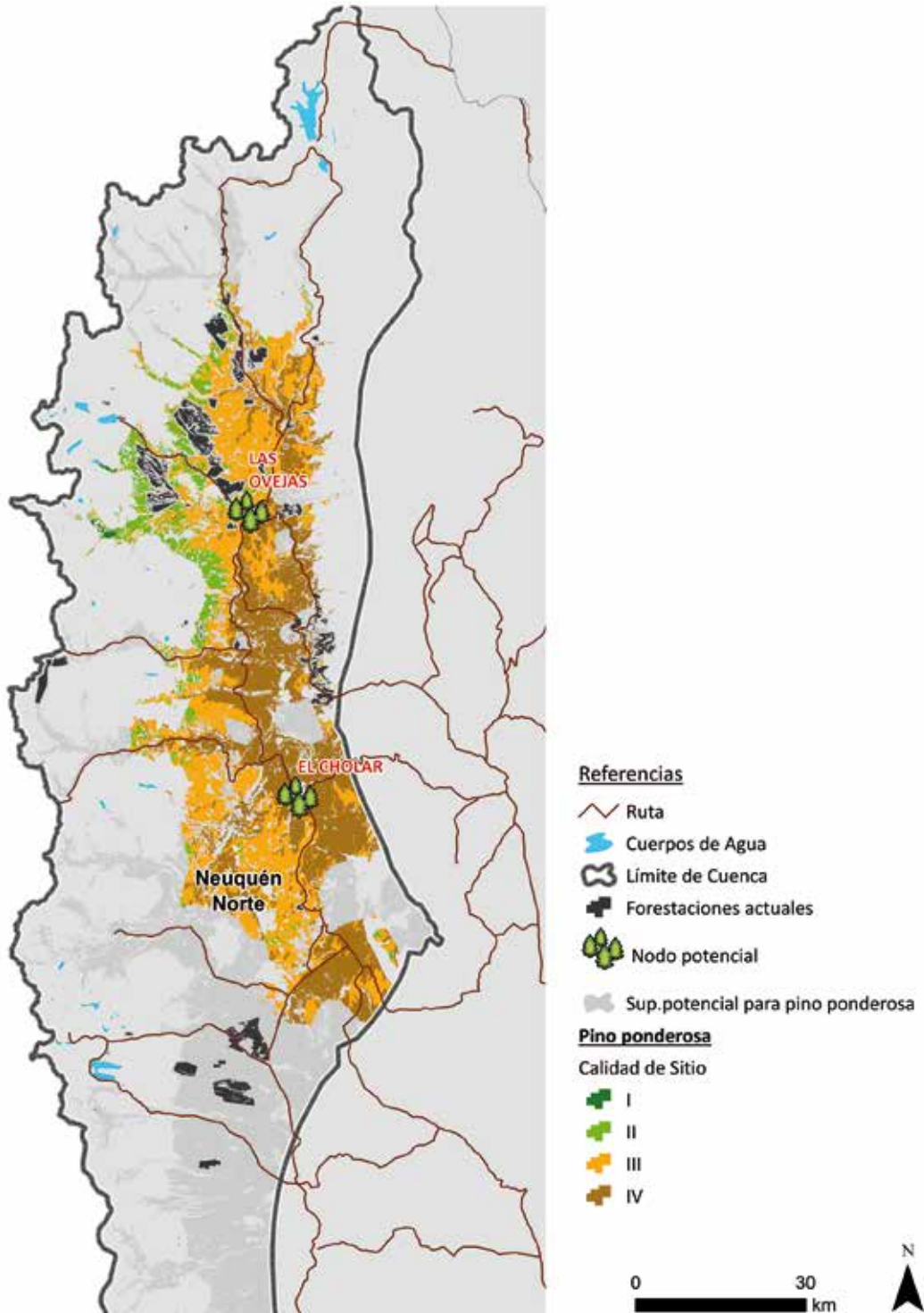
**3-** Huinganco, Cañada Molina y Cañada Rahueco: En estos valles y cañadones se encuentran poblaciones marginales de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*).

**4-** Paso del Cudio – Estancia La Primavera: También en estas localidades se registran poblaciones marginales de ciprés de la cordillera que representan, junto a las anteriores, las distribuciones extremas septentrionales y orientales de la especie.

Tabla 22. Superficie potencial forestable y TIR por calidad de sitio de los Nodos Las Ovejas y El Cholar.

Calidad de sitio	Superficie (ha)		
	TIR	Las Ovejas	El Cholar
I	9,82	530	-
II	8,5	22.399	3.069
III	6,2	56.517	54.923
IV	3,5	39.466	62.537
<b>TOTAL</b>		<b>118.911</b>	<b>120.529</b>

Figura 21. Potenciales nodos productivos de la cuenca Norte del Neuquén (Las Ovejas y El Cholar).



**5-** Copahue – Caviahue: En esta particular zona de actividad volcánica, se han detectado varias especies de distribución restringida y endemismos regionales, como por ejemplo las especies arbustivas *Senecio polyphyllus*, *Berberis copahuensis*, *Senecio pseudaspericulis* y *Adesmia dubia*. También son de importancia particular las especies características de ambientes termales. A su vez, conforma el límite Norte de la distribución de *Araucaria araucana* en la Argentina.

**6-** Riscos Bayos: Este sitio se destaca porque su pequeña población de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) presenta una alta variabilidad genética.

**7-** Pino Hachado: No sólo es relevante por la presencia de bosques de araucaria (*Araucaria araucana*), además, doce de las especies vegetales presentes en la zona sólo han sido citadas para la provincia de Neuquén y, potencialmente, podrían existir endemismos particulares, tales como el *Senecio pinachensis*.

#### Especies amenazadas:

Rana del Catedral (*Alsodes gargola neuquensis*): Distribución: Esta subespecie es endémica de la provincia del Neuquén y se distribuye en zonas de planicies volcánicas, principalmente en el oeste de Zapala, en los lagos Aluminé y Moquehue a 1800 msnm. Hábitat: Habita arroyos pequeños y poco profundos, y manantiales en mesetas volcánicas de la zona de Lonco Luan en ambientes se-

midesérticos y en bosques mixtos de *Araucaria* sp. y *Nothofagus* con sotobosque de caña. Estatus: Vulnerable a nivel nacional. Esta especie no se encuentra en el listado de IUCN 2014.

Tuco tuco de las dunas (*Ctenomys emilianus*): Distribución: Endémico de la provincia de Neuquén. Hábitat: Habita ambientes arenosos. Estatus: Vulnerable a nivel nacional. Casi amenazada (NT) según IUCN.

#### Elementos especiales:

Un elemento especial se define como una especie, sitio o presencia de un atributo biológico de alto valor de conservación que ocupa un área demasiado pequeña como para ser representado adecuadamente en mapas de escala regional. En la Cuenca Neuquén Norte se incluyen los relictos de araucaria.

#### Degradación

La Cuenca Neuquén Norte se caracteriza por un fuerte impacto erosivo, tanto geológico natural, como por efectos de usos del suelo. En la cuenca existen unas 575.000 ha de tierras muy degradadas (43% de la Cuenca) y 673.000 ha de tierras degradadas (50% de la Cuenca) (Tabla 23). Es la cuenca con mayores problemas de erosión del área de estudio. Esta observación fortalece la importancia que pueden tener las forestaciones en la misma desde el punto de vista ambiental, para lo cual deben estar adecuadamente planificadas en su distribución, diseño y manejo.

Tabla 23. Superficies por clase de degradación de la Cuenca Neuquén Norte

Clase de degradación	Superficie (ha)
Muy degradado	574.894
Degradado	672.784
Levemente degradado	68.848

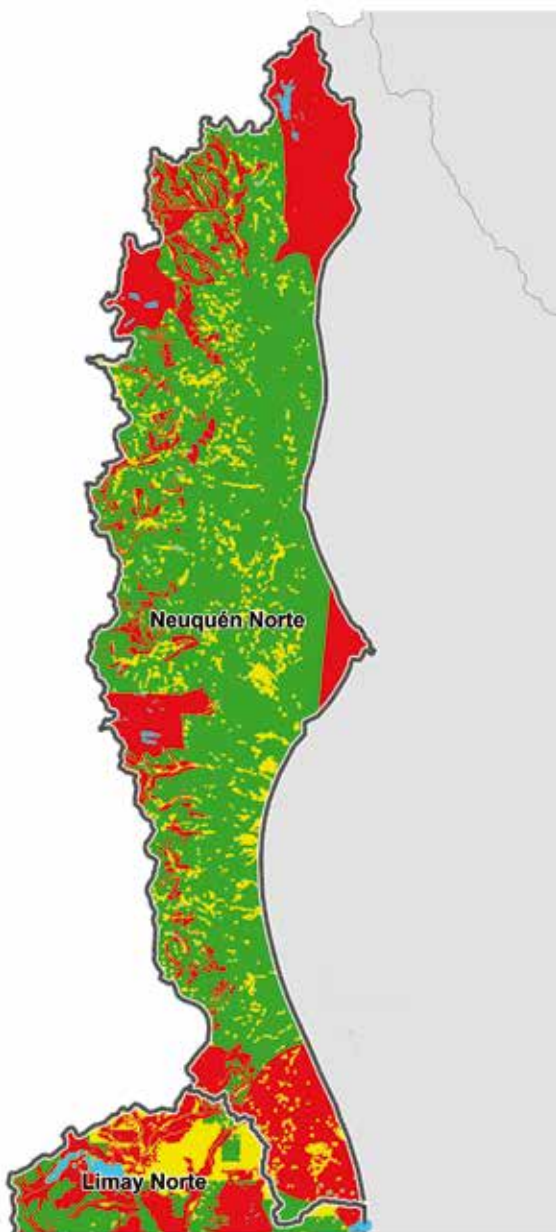
Tabla 24. Superficie por clase de prioridad de conservación en la cuenca Neuquén Norte

Clase de prioridad	Superficie	
	(ha)	(%)
1. Alta	398.945	29,7
2. Media	126.367	9,4
3. Baja	816.751	60,9
Total general	1.342.063	100

### Clases de Prioridad de conservación

La clasificación de las superficies, según la prioridad para la conservación propuesta según la metodología expuesta en 2.2.2, indica que en la cuenca el 61% es de baja prioridad, el 9% de media y el 30% restante de alta prioridad para la conservación (Tabla 24 y Figura 22)

Figura 22. Clases de prioridad de conservación en la cuenca Neuquén Norte.



**Referencias**

- Cuerpos de Agua
- Límite de Cuenca



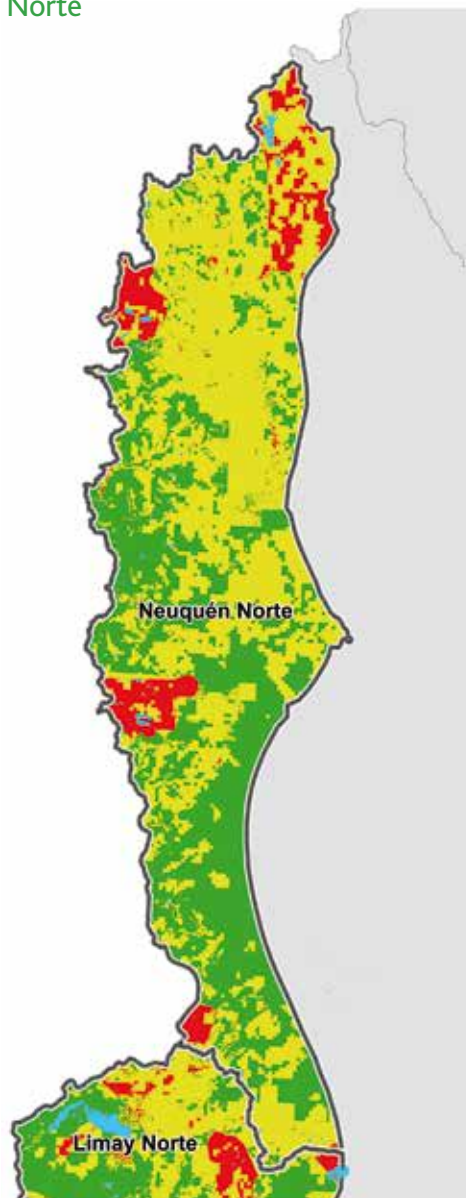
**Clase de Conservación**

- 1. Alta
- 2. Media
- 3. Baja

### Clases de Vulnerabilidad

Del análisis de vulnerabilidad surge que en la cuenca existen unas 100.000 ha altamente vulnerables al desarrollo de las forestaciones (6,6% de la cuenca). La mayor superficie se distribuye entre las clases de vulnerabilidad media (53%) y baja (39%) (Tabla 25 y Figura 23).

Figura 23. Clases de vulnerabilidad en la cuenca Neuquén Norte



**Referencias**

- Cuerpos de Agua
- Límite de Cuenca



**Clase de Vulnerabilidad**

- ALTA: 66-100
- MEDIA: 34-65
- BAJA: 0-33

Tabla 25. Superficies por clases de vulnerabilidad en la cuenca Neuquén Norte.

Clase de vulnerabilidad	Superficie	
	(ha)	(%)
Alta (rojo)	114.195	8,5
Media (amarillo)	748.810	55,8
Baja (verde)	519.692	38,7
Total	1.330.771	100

#### 6.1.4 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad productiva y Recomendaciones

La cuenca Neuquén Norte presenta importancia hidrológica por ser cabecera del Río Neuquén, escasa superficie de bosque nativo y graves problemas de degradación natural y por el uso del suelo. Existe un gran potencial para forestaciones productivas, existiendo ya unas 20.000 ha plantadas. Dadas las grandes superficies forestables con bajo y medio grado de vulnerabilidad para los elementos de alto valor, se considera que la actividad productiva puede ser compatible con la conservación. Se han identificado dos potenciales nodos para el desarrollo productivo-industrial: Las Ovejas y El Cholar, cuyas áreas forestables de influencia se corresponden en gran parte con el área norte del programa de promoción Certeza Forestal.

De las consultas realizadas con referentes locales en los talleres, considerando los análisis del presente estudio, surgieron las siguientes áreas como interesantes para promover las plantaciones en los nodos:

- Áreas de Butalón Norte en Huinganco: 4.000 ha. Si bien estas zonas no son de alta productividad (calidad IV), se consideran interesantes para emprendimientos silvopastoriles y para la prestación de servicios ambientales (protección del suelo).
- Área de Bella Vista Buraleo: 6.500 ha. Es una zona de muy buena productividad (calidad de sitio II) y de baja vulnerabilidad, y por lo tanto de interés para la producción de madera.
- Área Manzano Amargo: 3.100 ha en la zona de los Llanos de Curamileo (calidad de sitio II y III), con vulnerabilidad media, donde la tierra es propiedad fiscal, con potencial para macizos y manejo silvopastoril. Un aspecto a consolidar para asegurar el objetivo de largo plazo, tanto en este caso como en el anterior, es la tenencia de la tierra.
- Área El Cholar: 6.100 ha (calidad de sitio II y III), de vulnerabilidad media, en predios privados extensos (ej. Estancia Chochoi

Mallín), con potencial para la producción maderable. En estas zonas sería necesario mejorar la infraestructura de acceso.

Cómo se mencionó previamente, esta cuenca presenta sitios de alto valor para la conservación en partes altas de la cuenca, además del límite de distribución de especies forestales del bosque nativo y su vegetación endémica asociada. La necesidad de conservación de estas superficies es muy importante, por lo que no deberían ser forestadas, incluyendo buffers.

La cuenca presenta dos grandes zonas con mayor potencial biofísico para pino ponderosa. Una de estas zonas se ubica en el Dpto. Minas, en la zona norte entre la Cordillera del Viento al este y las altas estribaciones al oeste (hasta 1800 msnm), que estaría asociada a los potenciales Nodos Las Ovejas y El Cholar. La otra zona de alto potencial, está ubicada al sur de la cuenca, sobre el límite este de la misma. La mayor productividad estaría en el noroeste de la cuenca, reduciéndose hacia el este y sur, pero tanto allí, como en las zonas con mayor pendiente del oeste, las forestaciones podrían jugar un rol clave en la protección y conservación del suelo, así como en el mantenimiento de la infraestructura.

Respecto a los elementos de alto valor para la conservación, algunos de ellos están ubicados en ambientes altos, escabrosos, de fuertes pendientes y/o difícil acceso para forestaciones productivas (ej. ambientes termales del Volcán Domuyo). Dentro de los elementos de alto valor de conservación pueden mencionarse pequeños bosquetes de araucaria, roble pellín, ciprés de la cordillera, ñire o lenga, cuya importancia radica en que se encuentran en el límite de distribución de especies arbóreas o bien constituyen relictos. Estos pequeños bosques, grupos de árboles y/o árboles aislados, en conjunto, conforman poblaciones aisladas y sometidas a una fuerte presión debida a otros usos de la tierra. Se recomienda no forestar sitios clasificados como de alta vulnerabilidad (rojo en la Figura 19), y mantener áreas buffers, de no menos de 300 m. Los buffers son especialmente recomendables, dado los riesgos de invasión (aunque el de p. ponderosa aún

no presenta mucha regeneración natural). Cuando se analizó la superposición entre plantaciones actuales y elementos de alto valor de conservación se detectó coincidencias en las áreas de distribución de poblaciones marginales de ciprés de la cordillera, en su límite Norte, próximas a las Localidades de Huinganco y Andacoyo. Estos puntos fueron incluidos en el PMB.

Dado que la matriz (área de estepa, entre los relictos) posee potencial biofísico para forestaciones, sería deseable que en los planes de forestación con pino se incluya un porcentaje de la superficie (5-10 %) a ser reforestada con la especie nativa que se considere más adecuada al sitio y que pueda aportar a generar nuevos bosquetes, que en el futuro puedan propender a la conectividad entre los bosquetes remanentes. La ubicación, diseño, especie/s y manejo forestal deben ser analizados a nivel predial (o de proyecto), por lo que están fuera del alcance de este estudio. Al mismo tiempo debe resaltarse que existen mecanismos financieros, tanto de la ley 25.080 de promoción de forestaciones, como de la ley 26.331 de conservación del bosque nativo, que están disponibles para este tipo de actividades.

Chehébar *et al* (2013) han definido sitios irremplazables, y se han detectado superposiciones, entre estos sitios y plantaciones actuales, al igual que con el área potencialmente forestable. Una de estas superposiciones se localiza al norte de la provincia, a ambos lados del cauce del río Neuquén, que abarca a las localidades de Andacollo, Huinganco y Las Ovejas. Actualmente no se dispone de información de los elementos (especies) a ser conservados en estas áreas, por lo tanto no puede saber si las forestaciones pueden influir en dichos elementos. No se reconocen en dicho estudio restricciones para la actividad forestadora; sin embargo dada la valoración puesta en el mismo, se han clasificado estas áreas como de vulnerabilidad media, indicando que se debería profundizar la información para el análisis de las mismas.

Respecto a las especies vulnerables presentes en la cuenca, se destaca la Rana del Catedral, que estaría asociada a humedales. Los humedales fueron excluidos de las áreas potencialmente forestables y se propone además, mantener zonas buffers, por lo que no deberían ocurrir superposiciones. Zonas próximas a los humedales, y que se encuentren dentro del área de distribución general de la especie, se podrían forestar manteniendo coberturas que permitan la conservación de especies propias de la estepa, bajo el dosel. Esta consideración vale también para otras áreas definidas como de alto valor por la presencia de especies vegetales endémicas, donde la principal herramienta para asegurar la conservación es el manejo de la densidad. Se recomienda mantener densidades medias (Índice de Densidad de Reineke en-

tre 500 y 700) y el manejo de residuos de las intervenciones. Tan importante como manejar plantaciones a esos valores de IDR, es realizar intervenciones de manejo a edades tempranas. Los modelos de manejo propuestos para la región, contemplan una primera intervención alrededor de los 10 años, en la cual se practican poda y raleo, y una segunda instancia de manejo alrededor de los 16-18 años. Intervenciones de manejo tardías, promueven pérdidas de biodiversidad, al igual que ocurre con la ausencia de manejo. La silvicultura debe ser sitio-específica, pero en términos generales se sugiere que la cobertura del dosel no debe cerrarse, y antes de que ello ocurra se debe intervenir, según el objetivo productivo, manteniéndola por debajo del 70% para macizos y por debajo de 50% para sistemas silvopastoriles.

La distribución del tuco-tuco (*Ctenomys emilianus*), especie vulnerable, coincide parcialmente con áreas potencialmente forestables y con plantaciones actuales. Se desconoce si hay efectos de las forestaciones sobre la especie. Así como el área de distribución específica para la especie. Se recomienda incluir *Ctenomys emilianus* en el PMB. Se ha observado que el tuco tuco usa los ambientes forestados, ocasionando daños en el sistema radicular de los pinos en etapas tempranas de su desarrollo, pudiendo ocasionar su muerte.

Respecto a la posibilidad de forestación de arbustales y matorrales, depende específicamente de su composición, ubicación y extensión, y por lo tanto debe ser determinado a nivel predial. Si son matorrales de bosque secundario con especies forestales nativas, como araucaria, roble pellín o ciprés, como aparecen en algunos sectores al oeste de la cuenca, en las cercanías de la laguna Epu-lauquen y la zona de Copahue-Caviahue (ambas están dentro de áreas protegidas) no deberían forestarse con pino, dado que estos ambientes tienen un potencial de restauración natural que se vería afectado por la forestación. En otros casos, como en la zona sur de la cuenca, donde predominan arbustales de espino negro, palo piche, etc., éstos se han clasificados como de baja vulnerabilidad y por lo tanto podrían ser factibles de forestación, haciendo un manejo de la densidad que permita el mantenimiento de estas especies bajo dosel, de la misma manera que se sugirió cuando existen especies endémicas de valor en la estepa.

Otro aspecto a considerar tanto para la conservación como para la producción, es que la cuenca se verá sometida a impactos por el cambio climático, dada las proyecciones del aumento de temperatura y reducciones de la precipitación simuladas. Para ello será necesario desarrollar estudios específicos de vulnerabilidad e impactos frente al cambio climático, del cual deben surgir medidas de manejo tendientes a su adaptación.

## 6.2 Cuenca Limay Norte

### 6.2.1 Descripción General

La cuenca tiene una superficie total de 790.237 ha. Al oeste y noroeste limita con la República de Chile, al sur con la cuenca Limay Sur, y al este con la divisoria de aguas de la cuenca del río Aluminé y sus afluentes.

La ruta 23 surca la cuenca de norte a sur, haciendo buena parte de su recorrido en forma paralela y cercana al río Aluminé, pasando por la ciudad homónima. Aluminé, situada aproximadamente en el centro de la cuenca, es la principal ciudad del área con unos 5.500 habitantes, y se encuentra a 900 msnm, a orillas del río del mismo nombre. La cuenca también incluye la pequeña comuna turística de Villa Pehuenia, que con unos 1.500 habitantes está situada a orillas del lago Aluminé, a unos 1.200 msnm. Al sur de la cuenca, la ruta provincial 45 la surca transversalmente, desde el lago Quillén al oeste, hasta cerca de su límite este donde dobla hacia el noreste y avanza paralela al límite de la cuenca en dirección a Zapala. Más al norte, la ruta provincial 18 une el pueblo de

Aluminé con el lago Rucachoroi. Unos 15 km al norte de Aluminé nace la ruta 11 que se dirige al oeste hasta cerca del límite con Chile para luego volver hacia el este pasando por el norte del lago Moquehue, donde se une a la ruta 13, por la cual se puede llegar nuevamente a la ruta 23, formando una especie de círculo que incluye a los lagos Aluminé y Moquehue. Esto constituye un importante circuito turístico de alto potencial de desarrollo. La ruta 13, que en el oeste nace al norte del lago Moquehue, se dirige hacia el este, prolongándose transversalmente hasta el límite este de la cuenca continuando luego hasta Zapala. Cabe mencionar que desde Aluminé nace la ruta provincial 15 que se dirige hacia el noreste hasta el límite de la cuenca y sería el camino más corto para llegar desde Aluminé a Zapala, pero no está pavimentado y es transitable solamente de manera temporaria. En la cuenca hay unas 200.300 ha de bosque nativo, con predominio de araucaria, seguida por el ñire y la lenga (Tabla 26). La estepa ocupa unas 348.380 ha, de las cuales 110.000 ha se encuentran clasificadas como muy degradadas. Los humedales, incluyendo mallines, ocupan unas 17.477 ha. Según la ley 26.331 el territorio cubierto de bosques está dominado grandemente por las categorías roja y amarilla (Tabla 27).

Tabla 26. Superficie de los tipos forestales nativos presentes en la cuenca Limay Norte.

Especie	Ñire	Coihue	Ciprés	Lenga	Araucaria	Roble Pellín	Bosque Mixto	Total
Superficie (ha)	58.342	8.243	1.531	46.152	76.223	7.194	2.614	200.299

Tabla 27. Superficie de cada una de las categorías en que se dividió el territorio con bosque nativo para la aplicación de la ley 26.331.

Categoría	Roja	Amarilla	Verde
Superficie (ha)	148.075	92.963	204

## 6.2.2 Potencialidad

### Potencial Biofísico y Calidad de Sitio

Se estima que existen en la cuenca unas 335.801 ha de tierras disponibles para forestar con pino ponderosa (Tabla 28) y unas 8.189 ha para pino oregón (Tabla 29, Figura 24).

La superficie con potencial biofísico para el cultivo del roble pellín y el raulí es reducida; 81 ha para la primera especie y 913 ha para la segunda. Debido a que en la cuenca crecen naturalmente bosques de roble pellín en la ribera del río Aluminé, es aconsejable realizar futuros estudios para determinar su potencial.

### Potenciales Nodos Productivos

La cuenca Limay Norte podría generar dos nodos productivos, uno en proximidades de la localidad de Aluminé (nodo Aluminé), y otro en el área denominada Pilolil (nodo Pilolil). El primero se abastecería exclusivamente de materia prima proveniente de la cuenca Limay Norte, y el segundo también recibiría aportes de la cuenca Limay Sur, dentro de los límites de distancia máxima asumida en el estudio. Cabe destacar que en la zona de Pilolil, al

no existir un asentamiento humano de una mínima envergadura, no se dispone en la actualidad de servicios de agua, energía, y la mano de obra que podría demandar el desarrollo de un nodo. Eso fue discutido en el Taller que se realizó en la provincia de Neuquén. Por lo tanto este nodo tendría un carácter básicamente potencial, dependiendo del desarrollo de esa zona en el futuro. Mientras tanto la materia prima existente en ese área podría procesarse en el nodo Junín de los Andes, perteneciente a la cuenca Limay Sur, a pesar de que la distancia entre la materia prima y la industria representaría un problema a enfrentar (Figura 25).

La superficie potencial del nodo Aluminé se estima en 116.038 ha, de las cuales el 79% corresponde mayormente a la clase II y III para pino ponderosa y el 15% a pino oregón. El promedio ponderado de la TIR es de 7,5% y la distancia media al nodo es de 31 km (Tabla 30).

Por otro lado, la superficie potencial del nodo Pilolil es de 91.523 ha, de las cuales el 78% corresponde mayormente a la clase II y III para pino ponderosa. La mejor aptitud productiva está en 4.426 ha con aptitud para oregón y 1.500 ha de calidad de sitio I para pino ponderosa. El promedio ponderado de la TIR es de 6,8% y la distancia media al nodo 28 km (Tabla 30).

**Tabla 28. Superficie (ha) con potencial biofísico para el cultivo del pino ponderosa en la Cuenca Limay Norte, por clase de sitio y tipo de vegetación.**

Clase de sitio	Tipo de vegetacion			Total
	Arbustal	Matorral	Estepa herbácea	
1	2.866	643	4.193	7.702
2	19.914	4.120	133.006	157.041
3	11.408	1.913	133.094	146.414
4	1.077	182	23.385	24.644
<b>Total</b>	<b>35.265</b>	<b>6.858</b>	<b>293.678</b>	<b>335.801</b>

**Tabla 29. Superficie (ha) con potencial para el cultivo de pino oregón en la cuenca Limay Norte por tipo de vegetación.**

Arbustal	Matorral	Estepa herbácea	Total
1.778	688	5.723	8.189

Figura 24. Superficie apta para ser forestada con pino ponderosa y pino oregón en la cuenca Limay Norte, para la primer especie se discrimina la información por calidad de sitio.

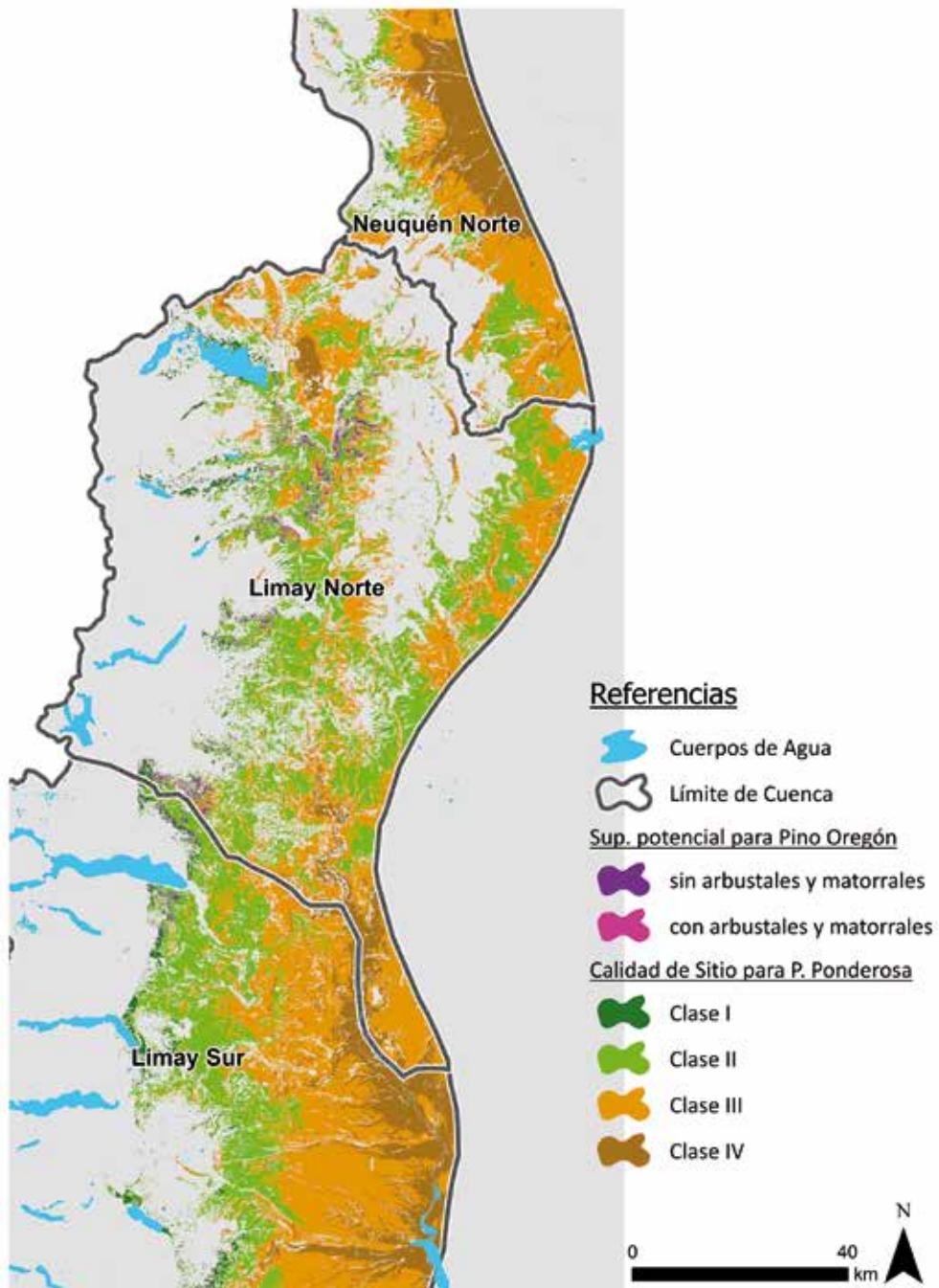


Figura 25. Nodos productivos que se abastecerían de la cuenca Limay Norte.

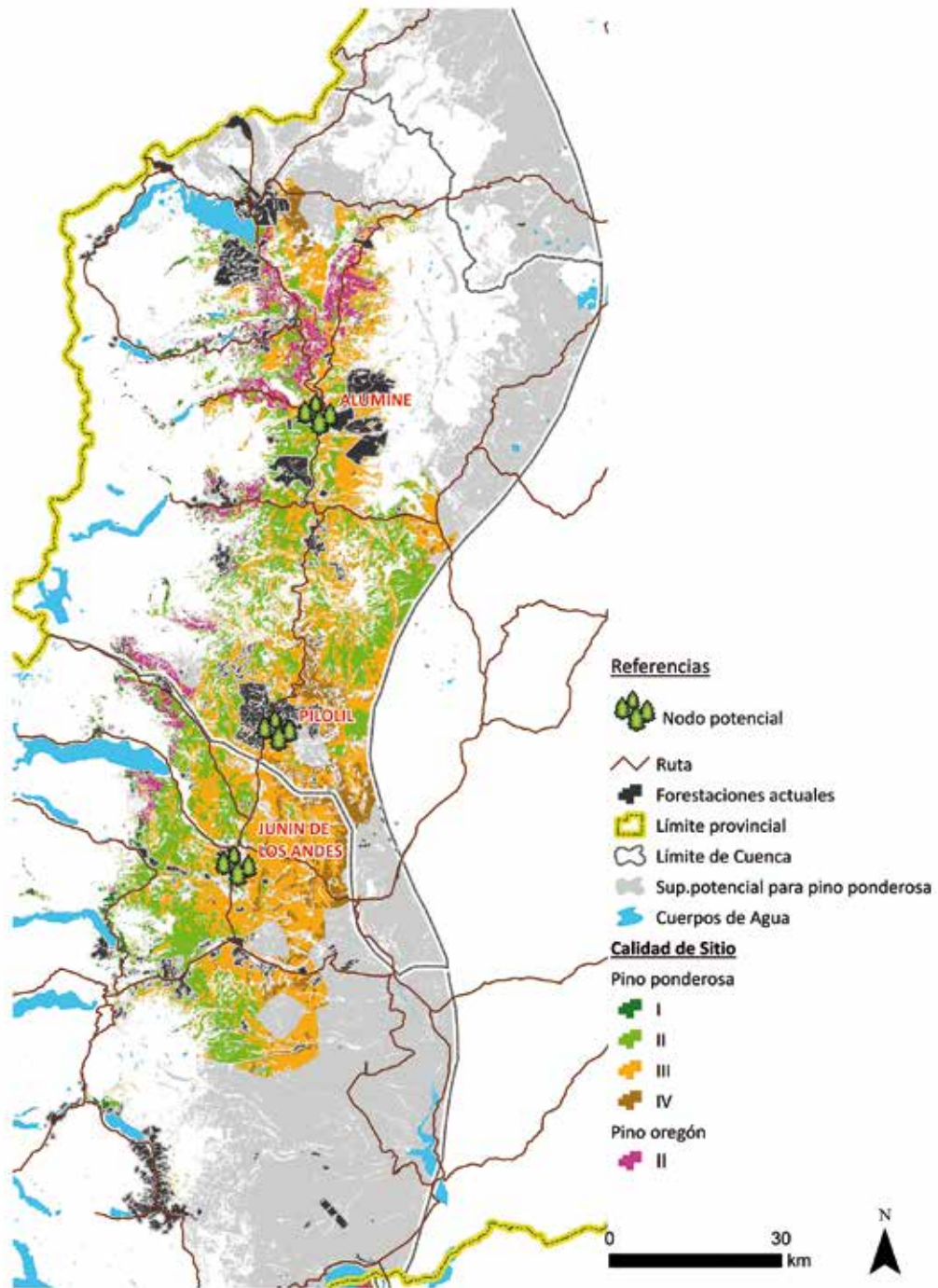


Tabla 30. Superficie apta para el cultivo de pino ponderosa y pino oregón en la cuenca Limay Norte por nodo y calidad de sitio, presentando la TIR predicha para cada situación. Se incluye además la superficie de ambas especies que, pudiéndose cultivar en la cuenca Limay Sur, por razones de cercanía sería conveniente procesar su materia prima en la cuenca Limay Norte.

NODO	Especie	CALIDAD DE SITIO	TIR	Superficie potencial		
				Limay Sur	Limay Norte	
ALUMINÉ	p. ponderosa	CI	9,82	0	2.262	
		CII	8,5	0	44.012	
		CIII	6,2	0	47.443	
		CIV	3,5	0	5.249	
	p. oregón	Z1 (10-14)	9,3	0	0	
		Z1 (14-18)	9,7	0	17.067	
		Z2 (14-18)	12,6	0	0	
	SUB TOTAL (ha)				0	116.033
	TOTAL (ha)			116033	0%	100%
	PILOLIL		CI	9,82	561	924
CII			8,5	4.910	26.410	
CIII			6,2	6.323	33.882	
CIV			3,5	3.409	10.675	
		Z1 (10-14)	9,27			
		Z1 (14-18)	9,74	1.541	2.886	
		Z2 (14-18)	12,6			
SUB TOTAL (ha)				16.746	74.777	
TOTAL (ha)			91.523	18%	82%	

De acuerdo al escenario estratégico planteado, para el desarrollo de los nodos sería recomendable promover la forestación de unas 150 ha anuales en cada uno (Tabla 17), que se agregarían paulatinamente a las 25.414 ha que ya se han forestado en la cuenca.

### 6.2.3 Vulnerabilidad

#### Estado del Ecosistema

#### Elementos de Alto Valor para la Conservación

##### Sitios Prioritarios:

Lo siguientes son los sitios considerados prioritarios por su valor de conservación dentro de la cuenca.

1. Macizo de Chalil: Límite oriental de araucaria. Posadero de cóndores.

2. Sierras de Catán Lil: Población oriental de araucaria. Posadero de cóndores.

3. Las Coloradas: Nidificación y posadero de cóndores. Especies inusuales.

4. Pilolil: Bosque relictual de roble, híbridos con raulí.

5. Quillén Tromen: Población araucaria y *Nothofagus* / Diversidad de avifauna y endemismos regionales.

##### Especies amenazadas:

Huillin (*Lontra provocax*): Distribución: Especie endémica de los bosques andino-patagónicos de Argentina y Chile. En Argentina se la encuentra en el sector cordillerano de la Patagonia, desde Neuquén hasta Tierra del Fuego. Hábitat: Ambientes ribereños y costeros rocosos o arcillosos con abundante

vegetación, que conforman una matriz costera de abundantes raíces. Los huillines están adaptados a vivir exclusivamente en ambientes acuáticos con una buena oferta de alimento y libres de contaminación; como así también litorales o riberas con escasa perturbación. Estatus: Esta especie se encuentra en peligro a nivel nacional e internacional. Vive exclusivamente en la región sur de Argentina y Chile.

Además de la rana del Catedral, ya descrita en el análisis de la cuenca Neuquén Norte, se encuentran las siguientes especies: Rata de los pinares menor (*Aconaemys sagei*). Distribución: Endémico de los bosques andino-patagónicos. En la Argentina solamente fue descrito para el oeste de la provincia de Neuquén. La localidad tipo de la especie es la pampa de Hui Hui ubicada a 4 km hacia el oeste y 2 km al sur del cerro Guillén, a unos 1050 m.s.n.m. Hábitat: Habita bosques secundarios de *Nothofagus* con sotobosque de caña colihue (*Chusquea culeou*) y zonas abiertas con arbustos. Estatus: Vulnerable a nivel nacional. Para la IUCN no hay datos suficientes.

Ranita de meseta (*Atelognathus praebasalticus*). Distribución: Endémica del noroeste de la Patagonia argentina en la provincia del Neuquén, en el sistema de Laguna Blanca hasta el cañón Pichi Leufú y en lagunas de las mesetas Casa de Piedra, Santo Tomás y Pampa de las Overas. Altitudinalmente se distribuye entre los 1.000 y los 1.500 m.s.n.m. Hábitat: Vive bajo rocas en las cercanías de lagunas situadas en planicies esteparias volcánicas. No existen registros para esta especie en ambientes modificados. Estatus: Vulnerable a nivel nacional y en peligro a nivel internacional (IUCN). Se estima que la población ha disminuido como consecuencia de la introducción en algunas lagunas de peces predadores como percas y truchas. Asimismo, es importante la disminución en la cobertura vegetal, alrededor de las lagunas, debido al sobrepastoreo ovino.

Ranita de Darwin (*Rhinoderma darwini*). Distribución: Especie endémica de los bosques andino-patagónicos de Argentina y

Chile. En la Argentina se distribuye en el oeste de las provincias de Neuquén y Río Negro. El rango altitudinal de esta especie se ubica entre los 50 y los 1100 m.s.n.m. Hábitat: En general se la encuentra entre la hojarasca de los bosques muy húmedos de *Nothofagus*. También es común su presencia en turberas. No es tolerante a los hábitats modificados. Estatus: Vulnerable a nivel nacional e internacional. En la zona norte de su distribución, la pérdida de hábitat es el principal factor de amenaza.

Matuasto overo (*Diplolaemus leopardinus*). Distribución: En la provincia del Neuquén, desde Aluminé a Pino Hachado. Hábitat: Utiliza ambientes esteparios o pajonales que se alternan con bosque marginal, principalmente de *Araucaria araucana*. Su dieta consiste principalmente de insectos y otros pequeños invertebrados. Estatus: Vulnerable a nivel nacional y de alta prioridad para la conservación en la Patagonia. No está incluida en la lista de la IUCN.

### Elementos especiales:

- Sitios de nidificación y posaderos de cóndor (*Vultur gryphus*).
- Hábitat acuático y ripario potencial del huillín (*Lontra provocax*).
- Relictos de araucaria.

### Clases de Prioridad de conservación

Esta cuenca presenta un alto porcentaje de su superficie con prioridades de conservación alta y baja (Tabla 31 y Figura 26). Es de destacar que casi la mitad de la cuenca tiene una baja prioridad de conservación.

### Clases de Vulnerabilidad

De la superficie total de la cuenca, un 5% presenta una alta vulnerabilidad a las forestaciones, y casi la mitad de la misma presenta vulnerabilidad baja (Tabla 32 y Figura 27).

Tabla 31. Superficie por clase de prioridad de conservación en la cuenca Limay Norte.

Prioridad de conservación	Superficie (ha)	Porcentaje del total
Alta	298.590	38
Media	144.103	18
Baja	347.544	44
Total	790.237	100

Figura 26. Clases de prioridad de conservación en la cuenca Limay Norte.

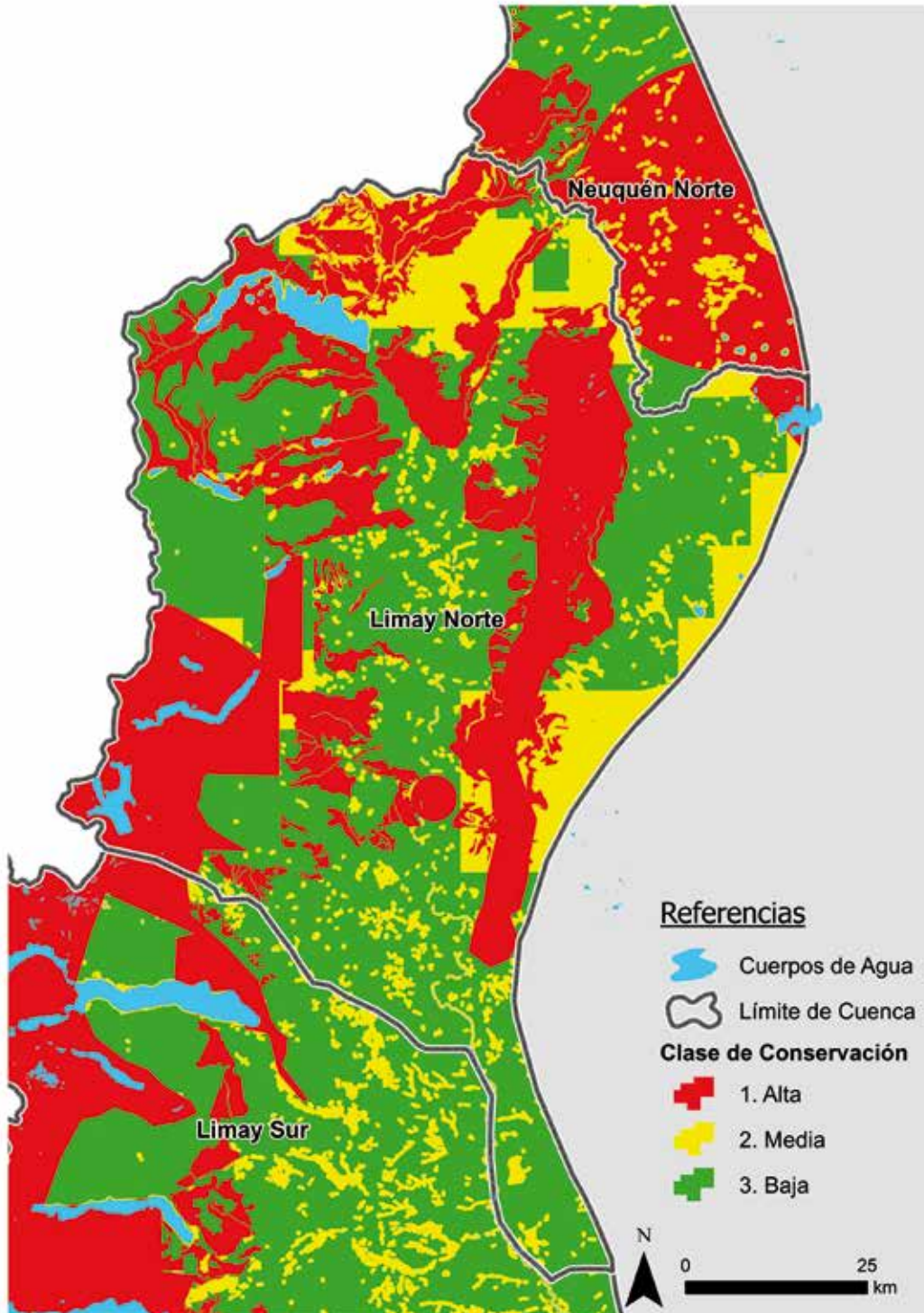
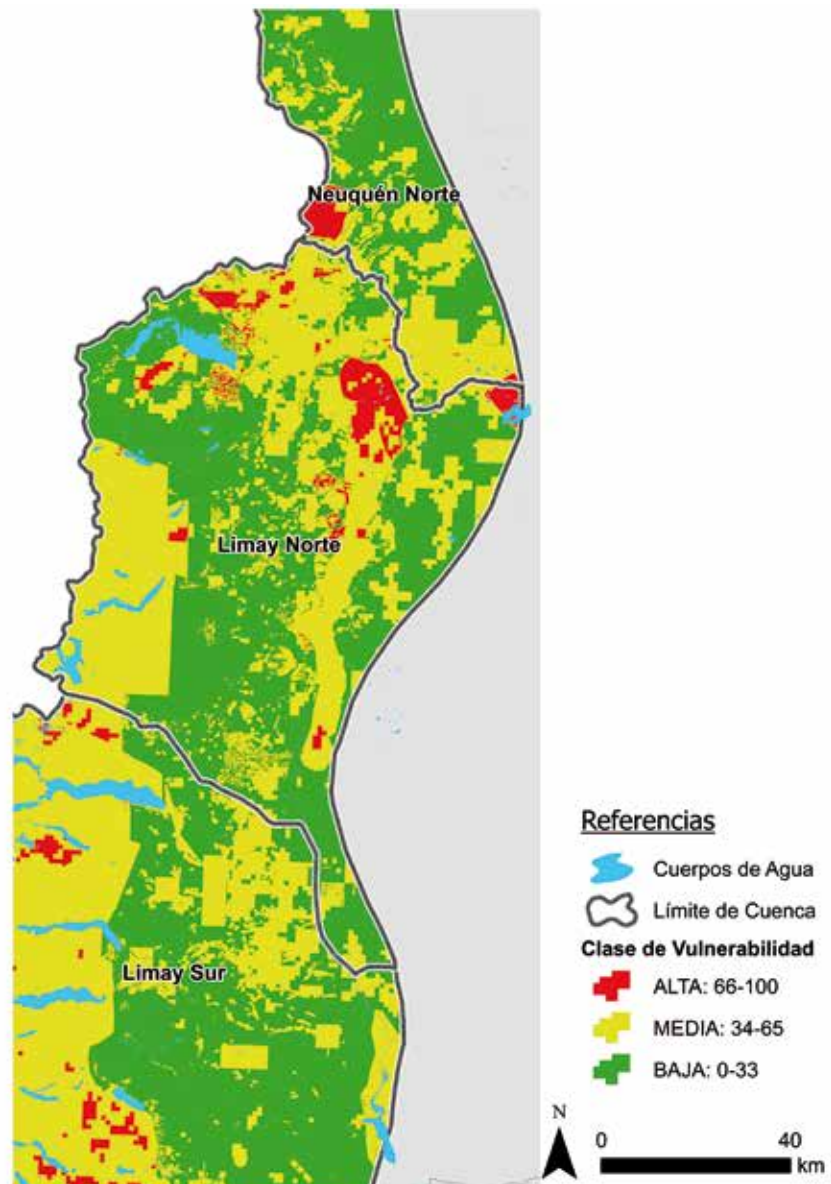


Tabla 32. Superficie por clase de vulnerabilidad en la cuenca Limay Norte.

Clase de vulnerabilidad	Superficie	
	ha	%
Alta (rojo)	23.571	3,0
Media (amarillo)	453.352	57,4
Baja (verde)	313.313	39,6
Total	790.236	100



Figura 27. Clases de vulnerabilidad para la cuenca Limay Norte.



#### 6.2.4 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad productiva y Recomendaciones

Esta cuenca tiene una importante superficie para forestar donde coinciden clases de sitio de pino ponderosa II y III con áreas de prioridad de conservación y vulnerabilidad bajas. Además, dos de los nodos propuestos: Aluminé y Pilolil, están próximos a dos de los tres sectores con mayor concentración actual de plantaciones en la cuenca, y sus áreas forestables de influencia se corresponden en su mayoría con el programa de promoción Certeza Forestal Centro. Se consideró como supuesto de planificación regional, en base a las tasas de forestación anuales que han ocurrido históricamente, forestar 2.200 ha anuales para toda la región. Se recomienda continuar forestando en los sectores cercanos a los dos nodos propuestos en sectores alejados de los bosques nativos, especialmente de los bosques de araucaria, priorizando los sitios más productivos.

Se recomienda excluir del área de plantaciones las zonas de mayor concentración de relictos de araucaria, y la observancia de zonas buffer de por lo menos 300 m, en aquellas situaciones en que se encuentren relictos aislados que no pudieron ser detectados en la zonificación de la cuenca. La araucaria se encuentra sometida a una fuerte presión antrópica por el uso ganadero, el piñoneo, la invasión de pinos exóticos y posiblemente la ocurrencia de cortas ilegales. La observancia de las restricciones mencionadas en relación al desarrollo de forestaciones, no constituye una solución a las amenazas que sufren estos bosques, pero contribuye a no agravar su situación. En el área analizada, los bosques de araucaria ocurren de forma fragmentada, formando pequeños bosquetes, grupos de árboles y/o árboles aislados. La expansión natural de las poblaciones de araucaria, podría estar siendo fuertemente influenciada por el uso actual del suelo (ganadero, recolección de piñones).

Dado que la matriz posee potencial biofísico para forestaciones, se sugiere que en los planes de forestación con pino se incluya un porcentaje de la superficie (5-10 %) a ser forestada con la especie nativa que se considere más adecuada al sitio. Esta innovación contribuirá a incrementar la conectividad entre los relictos. La ubicación, diseño, especie/s y manejo forestal deben ser analizados a nivel predial (o de proyecto), por lo que están fuera del alcance de este estudio.

Se desaconseja la plantación con pino murrayana por su potencial invasivo y los escasos crecimientos en comparación con pino ponderosa.

Respecto a las especies de anfibios y reptiles vulnerables presentes en la cuenca: rana del Catedral, ranita de la meseta y el

matuasto overo, que utilizan los ambientes de estepa, se recomienda dejar isletas de vegetación natural entre las forestaciones. Los humedales fueron excluidos de las áreas potencialmente forestables y se propone además, mantener zonas buffers, por lo que no deberían ocurrir superposiciones. Zonas próximas a los humedales, y que se encuentren dentro del área de distribución general de la especie, se podrían forestar manteniendo coberturas que permitan la conservación de especies propias de la estepa, bajo el dosel. Esta consideración vale también para otras áreas definidas como de alto valor por la presencia de especies vegetales endémicas, donde la principal herramienta para asegurar la conservación es el manejo de la densidad. Se recomienda mantener densidades medias (Índice de Densidad de Reineke entre 500 y 700) y el manejo de residuos de las intervenciones. Tan importante como manejar plantaciones a esos valores de IDR, es realizar intervenciones de manejo a edades tempranas. Los modelos de manejo, propuestos para la región, contemplan una primera intervención alrededor de los 10 años, en la cual se practican podas y raleos, y una segunda instancia de manejo alrededor de los 16-18 años. Intervenciones de manejo tardías, promueven pérdidas de biodiversidad, al igual que ocurre con la ausencia de manejo. La silvicultura debe ser sitio-específica, pero en términos generales se sugiere que la cobertura del dosel no debe cerrarse, y antes que ello ocurra se debe intervenir, según el objetivo productivo, manteniéndola por debajo del 70% para macizos y por debajo de 50% para sistemas silvopastoriles.

Respecto a la conveniencia de forestación de arbustales y matorrales, ésta depende específicamente de su composición, ubicación y extensión, y por lo tanto debe ser determinada a nivel predial. Si son matorrales de bosque secundario con especies forestales nativas, como araucaria, roble pellín o ciprés, no deberían forestarse con pino, dado que estos tienen un potencial de restauración natural que se vería afectado por la forestación. En otros casos, si fueran arbustales de espino negro, palo piche, etc. podrían ser factibles de forestación, haciendo un manejo de la densidad que permita el mantenimiento de estas especies en el sotobosque, de la misma manera que se sugirió cuando existen especies endémicas de estepa de valor.

Cuando se analizaron las superposiciones entre forestaciones actuales y elementos de alto valor de conservación surgieron las siguientes superposiciones, las cuales se proponen como candidatas a ser incluidas para su estudio en el PMB:

1. Lago Quillén, plantación de pino ponderosa de 34 años, plantadas a una densidad inicial de 1200 plantas/ha, en una superficie de 25,9 ha, propiedad de Manuel Lagos, coinciden con el hábitat de *Lontra provocax* (huillín), categoría En Peligro de Extinción (IUCN).

2. Lago Quillén, plantación mixta de pino ponderosa y pino Jeffrey (*Pinus jeffrey*) de 31 años, plantadas a una densidad inicial de 1500 plantas/ha en una superficie de 25 ha, propiedad de Manuel Lagos, coinciden con el hábitat de *Lontra provocax* (huillín) En peligro (IUCN), *Aconaemys sagei* (roedor) Vulnerable (SAREM) y Parque Nacional Lanin.

3. Lago Quillén, plantación de pino ponderosa de 29 años, plantadas a una densidad inicial de 1500 plantas/ha en una superficie de 45 ha, propiedad de Manuel Lagos, sin manejo, coincide con el hábitat de *Aconaemys sagei* (roedor) Vulnerable (SAREM) y Parque Nacional Lanin.

4. Sierras de Catán Lil, macizo de plantaciones de diferentes especies: pino ponderosa, pino Jeffrey y pino oregón. Hay plantaciones viejas del año 1976 y otras recientes posteriores al año 2000, la superficie total forestada es de alrededor de 2.400 ha., se encuentran próximas a Catan Lil y en poblaciones de *Araucaria araucana* (poblaciones fuera de Catán Lil).

5. Sierras de Catán Lil, macizo de plantaciones de diferentes especies: pino ponderosa, pino Jeffrey y pino oregón. Hay plantaciones viejas del año 1976 y otras recientes posteriores al año 2000, la superficie total forestada es de alrededor de 2.400 ha, algunas ingresan en la reserva Catán Lil y se superponen con poblaciones de *Araucaria araucana*.

6. Lago Aluminé, macizo de plantaciones de pino ponderosa de diferentes edades, especialmente instaladas en la década del '90, a densidades iniciales de 1100 plantas/ha, tienen manejo, son propiedad de CORFONE SA, SYAR SAIC, La Rinconada SA. Cubren una superficie de 3600 ha y coinciden con el área de distribución de algunas poblaciones de *Araucaria araucana* y de *Diplolaemus leopardina* (lagarto overo).

7. Paso del Arco, plantaciones de pino ponderosa, instaladas en 1998, a densidades iniciales de 1100 plantas/ha, sin manejo al año 2009. Son propiedad de Chevron San Jorge SRL. Cubren una superficie de 1018 ha y coinciden con el área de distribución de algunas poblaciones de *Araucaria araucana* y de *Diplolaemus leopardina* (lagarto overo).

## 6.3 Cuenca Limay Sur

### 6.3.1 Descripción general

La cuenca del Río Limay Sur se encuentra repartida en dos provincias, al norte de la provincia de Río Negro y al Sur de la provincia de Neuquén. Limita al norte con la Cuenca del Río Limay Norte y al sur con las cuencas del Río Chubut y del Manso –

Puelo. Los límites Este y Oeste se corresponden con los límites del área de estudio.

Esta cuenca incluye centros poblados urbanos de singular importancia para la actividad turística: San Carlos de Bariloche, Villa La Angostura, Villa Traful, San Martín de los Andes, Junín de los Andes. También contiene un circuito turístico muy conocido "ruta de los 7 lagos". Estos poblados y este circuito turístico se ubican en el cuadrante Oeste de la cuenca.

La cuenca tiene una superficie total de 1.796.576 ha. El Parque Nacional Nahuel Huapi ocupa una superficie de 443.361 ha dentro de la cuenca y el Parque Nacional Lanin ocupa 167.563 ha, entre los dos parques suman aproximadamente un 30 % de la superficie total de la cuenca. El Ordenamiento Territorial de Bosque Nativos incluye unas 186.078 ha (aprox. un 10% de la cuenca), de las cuales 126.932 ha corresponden a categoría I, 55.784 ha a categoría II y 3.363 ha a categoría III. También se cuentan unas 75.609 ha de arbustal y unas 53.015 ha de matorral. Más hacia el Este se encuentran unas 627.294 ha de estepa. La vegetación dominante es el bosque nativo.

Esta cuenca tiene un gran uso turístico, ya sea dentro o fuera de los parques nacionales. En menor medida la actividad ganadera está presente, fundamentalmente la ganadería ovina al este de la cuenca.

### 6.3.2 Potencialidad Productiva

#### Potencial Biofísico y Calidad de Sitio

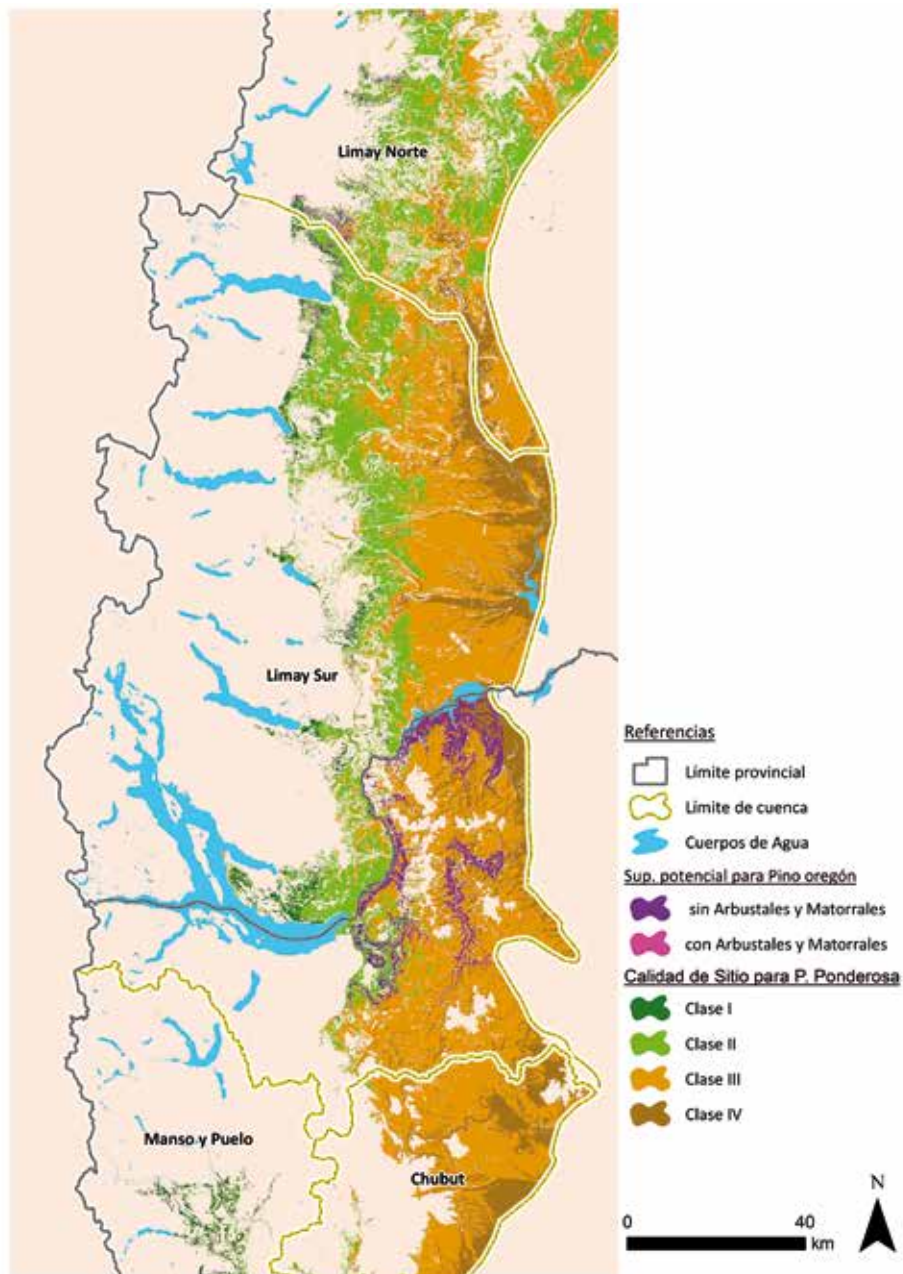
Existe un gran potencial para el desarrollo de las forestaciones en esta cuenca; éste potencial se ubica en el cuadrante Este de la cuenca en las zonas de ecotono y estepa. Se tiene un registro de 17.519 ha que han sido forestadas, lo cual corresponde aproximadamente al 1 % de la superficie de la cuenca. La superficie de aptitud para forestar con pino ponderosa es de 633.721 ha y con pino oregón es de 30.983 ha (Tabla 33, Figura 28). También se cuenta con 19.709 ha que tendrían aptitud para forestar con especies nativas, de las cuales 18.205 ha tienen aptitud para roble pellín y 1.504 ha para raulí. Es importante remarcar que esta cuenca tendría la mayor superficie con aptitud para roble pellín.

Otras áreas susceptibles a forestar son las áreas degradadas; para ésta cuenca se han clasificado unas 62.098 ha como "muy degradado", siendo esta cifra muy superior a lo forestado actualmente. En este sentido, también se debe tener en cuenta la existencia de otras áreas donde las plantaciones pueden brindar un importante servicio ambiental, protegiendo el suelo de la erosión, especialmente en los albardones creados para hacer

Tabla 33. Superficie por clase de calidad de sitio para la plantación de pino ponderosa en la cuenca del Río Limay Sur.

Clase de Calidad de Sitio	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	16.951	3
2	146.369	23
3	349.588	55
4	119.420	19
<b>Total</b>	<b>632.329</b>	

Figura 28. Clases de calidad de sitio para pino ponderosa en la cuenca Limay Sur.



las rutas y en las cercanías de las ciudades donde la urbanización avanza (mayormente sin una planificación adecuada). Dentro del potencial biofísico definido para pino ponderosa, se agregan unas 75.609 ha de arbustales y 53.015 ha de matorral mixto en diferentes estados de conservación.

### Potenciales Nodos Productivos

La cuenca Limay Sur podría generar cuatro nodos productivos, uno en la provincia de Neuquén en proximidades de la localidad de Junín de los Andes, y los tres restantes en la provincia de Río Negro en las localidades de Pilcaniyeu, Villa Alicurá y San Carlos de Bariloche. Todos se abastecerían principalmente de materia prima proveniente de la cuenca Limay Sur, dentro de la distancia máxima asumida en este análisis. Los resultados se muestran en la Tabla 34 y en la Figura 29.

La superficie potencial del nodo Junín de los Andes es de 148.096 ha, de las cuales el 29% corresponde a pino ponderosa de la calidad II, 49% a calidad III, y 1,2% a pino oregón. El promedio ponderado de la TIR es de 6,5% y la distancia media al nodo 27 km.

Para el nodo Pilcaniyeu, la superficie potencial es de 163.959 ha, de las cuales el 44% corresponde a pino ponderosa de la calidad III, y la aptitud para pino oregón es del 9% de la superficie. El promedio ponderado de la TIR es de 5,3% y la distancia media al nodo 29 km.

En el caso del nodo Villa Alicurá, la superficie potencial es de 69.282 ha, de las cuales el 20% corresponde a pino ponderosa de la calidad III, y la superficie apta para pino oregón es del 20%. El promedio ponderado de la TIR es de 5,3% y la distancia media al nodo 35 km.

Tabla 34. Clasificación de superficies con potencial para los nodos Junín de los Andes, Pilcaniyeu, Villa Alicurá y San Carlos de Bariloche de la cuenca Limay Sur

NODO	Especie	CALIDAD DE SITIO	TIR	Limay Sur	Limay Norte
JUNIN DE LOS ANDES	p. ponderosa	CI	9,82	2.810	
		CII	8,5	42.924	
		CIII	6,2	64.594	8.543
		CIV	3,5	20.137	7.345
	p. oregón	Z1 (10-14)	9,27		
		Z1 (14-18)	9,74	1.742	
		Z2 (14-18)	12,6		
	SUB TOTAL				132.208
TOTAL				89%	11%
NODO	Especie	CALIDAD DE SITIO	TIR	Chubut	Limay Sur
PILCANIYEU	p. ponderosa	CI	9,82		
		CII	8,5		164
		CIII	6,2	7.754	69.119
		CIV	3,5	13.169	53.685
	p. oregón	Z1 (10-14)	9,27		
		Z1 (14-18)	9,74		14.880
		Z2 (14-18)	12,6		
	SUB TOTAL				20.923
TOTAL				13%	87%

NODO	Especie	CALIDAD DE SITIO	TIR	Limay Sur
VILLA ALICURÁ	p. ponderosa	CI	9,82	
		CII	8,5	18
		CIII	6,2	13.902
		CIV	3,5	22.472
	p. oregón	Z1 (10-14)	9,27	
		Z1 (14-18)	9,74	14.008
		Z2 (14-18)	12,6	
	SUB TOTAL			
TOTAL				100%

NODO	Especie	CALIDAD DE SITIO	TIR	Chubut	Limay Sur
BARILOCHE	p. ponderosa	CI	9,82		29
		CII	8,5		4.124
		CIII	6,2	1.296	27.573
		CIV	3,5	831	5.043
	p. oregón	Z1 (10-14)	9,27		
		Z1 (14-18)	9,74		11.689
		Z2 (14-18)	12,6		
	SUB TOTAL				2.127
TOTAL				4%	96%

Por último, la superficie potencial del nodo San Carlos de Bariloche es de 50.645 ha, de las cuales el 57% corresponde a calidad de sitio III, y la superficie apta para pino oregón es del 23%. El promedio ponderado de la TIR es de 6,9% y la distancia media al nodo 32 km.

De acuerdo al escenario estratégico planteado, para el desarrollo de los nodos sería recomendable promover la forestación de unas 300 ha anuales en Pilcaniyeu, 110 en Villa Alicurá y 70 en Bariloche (Tabla 17).

### 6.3.3 Vulnerabilidad

#### Estado del Ecosistema

#### Elementos de alto valor para la conservación:

##### Sitios prioritarios:

**Lagos Epulafquen – Paimún:** Presencia de especies vulnerables, como el degu sureño (*Octodon bridgesi*) y la ranita de Darwin (*Rhinoderma darwinii*)

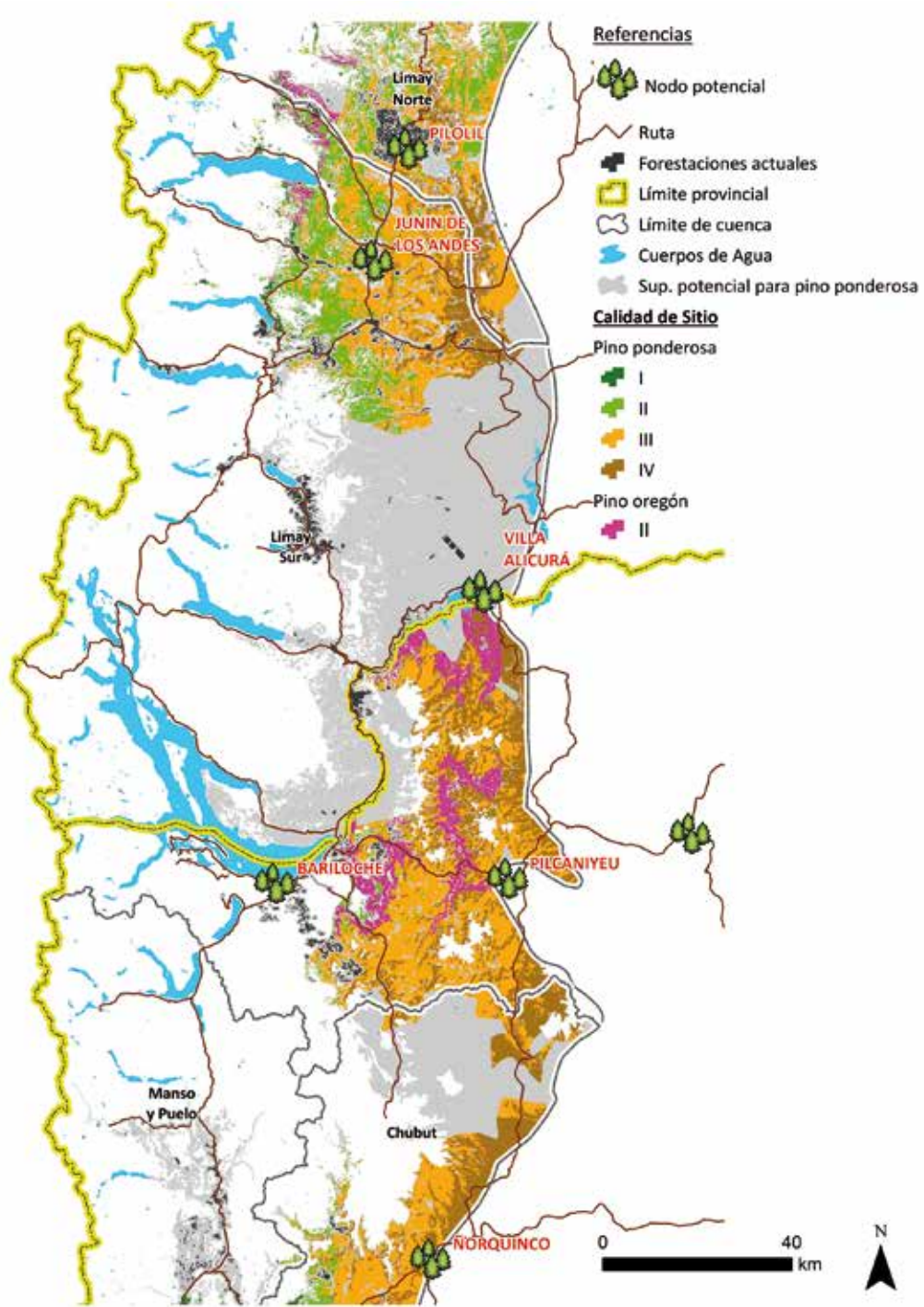
**Curruhué:** Población de caña colihue (*Chusquea culeou*) que se encuentra genéticamente aislada del resto de las poblaciones de la región. Poblaciones de especies vegetales que podrían tener características genéticas particulares.

**Hua-Hum, Cabeceras de los lagos Lácar y Lolog:** Poblaciones de roble pellín, que incluyen las más australes de la Argentina. Probable centro de hibridación de *Nothofagus*. Presencia de Coihue, Lengua, Ñire, Raulí y Roble Pellín. Alta riqueza de aves y el alto grado de integridad ecológica. Presencia de especies vulnerables, como el gato guigna (*Oncifelis guigna*), el aguilucho cola rojiza (*Buteo ventralis*) y la ranita de Darwin (*Rhinoderma darwinii*). Características particulares asociadas a la existencia de aguas termales.

**Cabeceras del lago Espejo:** Límite sur de la distribución del raulí (*Nothofagus nervosa*). Presencia de algunos mamíferos endémicos de distribución restringida, como la rata de los pina-



Figura 29. Potenciales nodos productivos de la cuenca Limay Sur (Junín de los Andes, Villa Alicurá, Pilcaniyeu y San Carlos de Bariloche)



res (*Aconaemys porteri*). Gran riqueza de anfibios, incluyendo dos especies vulnerables: la ranita de Darwin (*Rhinoderma darwini*) y la ranita esmeralda (*Hylorina sylvatica*).

**Paso Chacabuco Guanaco:** Poblaciones marginales de ciprés de la cordillera que se destacan por su riqueza genética.

**Chacay:** Poblaciones marginales de ciprés de la cordillera que se destacan por su riqueza genética.

**Cuyín Manzano:** Poblaciones de ciprés de la cordillera en áreas ecotonales. Presencia de un mamífero de distribución restringida, el tuco tuco social (*Ctenomys sociabilis*), que se encuentra en peligro crítico.

**Zona occidental cordillerana entre Brazo Rincón del Nahuel Huapi y norte de cabecera Steffen-Martin:** Límite norte del alerce (*Fitzroya cupressoides*), especie en peligro. Límite norte el ciprés de las guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*), especie Vulnerable. Presencia de mañú macho (*Podocarpus nubigena*). Presencia del quintral (*Tristerix corymbosus*).

**La Fragua:** La zona es de importancia para nidificación y descanso de cóndores. Posee un ensamble inusual de aves rapaces y carroñeras de las familias *Cathartidae*, *Accipitridae* y *Falconidae*.

**Pilcaniyeu Norte y Sur:** Uno de los núcleos más orientales y xéricos de ciprés de la cordillera. Pueden considerarse como un hábitat único para la especie, debido a la gran aridez reinante en el lugar. Sitios de nidificación y posaderos de cóndores. Registros de comadreja patagónica (*Lestodelphys halli*) considerada vulnerable a nivel nacional.

**Challhuaco y Ñirihuau:** Presencia de un endemismo restringido, la rana de Challhuaco (*Atelognathus nitoi*), que además está considerada como vulnerable a nivel nacional e internacional. Presencia de una población de huemules que posiblemente sea la de distribución más oriental para la especie. Especies amenazadas:

### Huemul (*Hippocamelus bisulcus*)

Especie endémica de los bosques andino-patagónicos de la Argentina y Chile. En Argentina se localiza entre el lago Espejo, en la provincia del Neuquén, hasta la zona central del Parque Nacional Los Glaciares, en Santa Cruz. **Hábitat:** En la actualidad habita bosques abiertos de *Nothofagus*, prados de altura, arbustales y áreas periglaciares. Muestra preferencia por ambientes que se encuentran en estados sucesionales post-disturbio, como matorrales en áreas incendiadas o que sufrieron deslizamientos, en combinación con la presencia de áreas boscosas. En verano

utiliza los prados de altura, en el límite altitudinal del bosque. Está principalmente asociado a los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) y formaciones de esta especie con el coihue (*N. dombeyi*). En invierno, las nevadas lo harían descender a los valles, en donde incluso es común verlo a orillas de los lagos o en bosques mixtos de ciprés (*Austrocedrus chilensis*) con *Nothofagus*. Los lugares escarpados y quiebres de pendientes son muy utilizados. **Estatus:** Se considera como uno de los mamíferos más amenazados de América del Sur. Ha sido categorizado como en peligro de extinción a nivel nacional e internacional. En la actualidad quedan menos de 2.000 ejemplares en subpoblaciones severamente fragmentadas. Debido a su crítica situación ha sido declarado Monumento Natural Nacional (Ley 24.702/96) y Provincial, tanto en Santa Cruz (Ley 2103/89), como en Chubut (Ley 4793/01) y Río Negro (Ley 2646/93). Entre las principales amenazas se encuentran la caza furtiva, la destrucción del hábitat, los perros (predación), la introducción de animales exóticos y el ganado doméstico (competencia y transmisión de enfermedades). Trabajos preliminares realizados en zonas bajo explotación forestal de bosque nativo en Chile, concluyeron que los huemules abandonan las zonas que están siendo explotadas y retornan a las mismas cuando cesa la intervención.

### Rana verde dorada (*Hylorina sylvatica*)

**Distribución:** esta especie es endémica de los bosques andino-patagónicos de la Argentina y Chile. En la Argentina se la ha encontrado en el oeste de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut. La distribución altitudinal se extiende entre los 0 y los 1000 m.s.n.m. **Hábitat:** habita bosques muy húmedos de *Nothofagus*, cerca de costas de lagunas con vegetación abundante, en el sotobosque y bajo troncos en descomposición. En la temporada reproductiva se concentran en áreas abiertas, cercanas a lagos y lagunas. **Estatus:** la especie en Argentina está considerada Vulnerable. Entre las principales amenazas para esta especie se puede mencionar la destrucción del hábitat, la tala de bosque, la pérdida de la vegetación acuática y la introducción de peces predadores como los salmónidos.

### Rana del Challhuaco (*Atelognathus nitoi*):

**Descripción:** Es una rana de hasta 50 mm de largo. Presenta el dorso de color marrón claro o grisáceo, con manchas oscuras que pueden tener un centro rojizo; el vientre es blanquecino. **Distribución:** Esta especie sólo está registrada para la Laguna Verde y zonas aledañas, en el cerro Challhuaco, por lo cual es considerada un endemismo restringido. El rango de distribución altitudinal se encuentra entre los 1.300 y 1.550 m.s.n.m. **Hábitat:** Bosques caducifolios de lenga (*Nothofagus pumilio*), en cercanías de cuerpos de agua permanentes y temporarios. **Estatus:** Vulnerable a nivel nacional e internacional. Sólo se conoce una única población.

**Tabla 35. Superficie por clase de prioridad de conservación en la cuenca Limay Sur**

Clase de prioridad	Superficie (ha)
1. Alta	874.863
2. Media	113.620
3. Baja	692.077
Total general	1.680.560

### Rana grácil (*Batrachyla antartandica*)

**Descripción:** Esta rana de cuerpo esbelto mide hasta 45 mm. Tiene patas muy largas y delgadas. La piel es lisa y el dorso amarillento, marmolado con manchas irregulares oscuras. El vientre es amarillento con manchas ovales marrón-rojizas.

**Distribución:** Esta especie es endémica de los bosques andino-patagónicos de la Argentina y Chile (entre los 39° 25' S y los 51° 31' S). En Argentina está en el ex-tremo oeste de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut. El rango altitudinal de su distribución se encuentra entre el nivel del mar y los 1000 m s.n.m. **Hábitat:** Especie característica de bosques muy húmedos y turberas. Se refugia bajo troncos caídos y en huecos entre raíces, o bajo musgos en las márgenes de pozos dentro de turberas. Es muy sensible a las modificaciones de la calidad de los bosques, mallines y turberas. **Estatus:** Vulnerable a nivel nacional. Y Casi amenazada según IUCN 2014.

### Ranita de Darwin (*Rhinoderma darwinii*):

**Descripción:** Esta rana es relativamente pequeña, llega hasta 30 mm de largo. La cabeza tiene una apariencia triangular, posee una probóscide carnosa. El color dorsal varía mucho de un individuo a otro (verde, marrón, cobrizo, grisáceo). El vientre es manchado de negro, blanco, y, a veces, rojizo. **Distribución:** Especie endémica de los bosques andino-patagónicos de Argentina y Chile. En la Argentina se distribuye en el oeste

de las provincias de Neuquén y Río Negro. El rango altitudinal de esta especie se ubica entre los 50 y los 1100 m s.n.m. **Hábitat:** En general se las encuentra entre la hojarasca de los bosques muy húmedos de *Nothofagus*. También es común su presencia en turberas. No es tolerante a los hábitats modificados. **Estatus:** Vulnerable a nivel nacional e internacional.

### Degú sureño (*Octodon bridgesi*):

**Descripción:** El largo total de este roedor es de unos 32 cm, mientras que el largo de cabeza-cuerpo es de unos 18.5 cm. Es de color gris oscuro a marrón y el vientre es marrón. **Distribución:** Esta especie es endémica de los bosques andino-patagónicos de la Argentina y Chile. En la Argentina se localiza en la provincia de Neuquén. El rango de distribución altitudinal está localizado entre los 0 y los 1.200 m.s.n.m. **Hábitat:** Aunque esta especie aparece restringida a áreas boscosas de la región norpatagónica, algunos hallazgos más recientes sugieren que también habría poblaciones en ambientes ecotonales semiáridos del sur y centro de Neuquén. **Estatus:** Vulnerable a nivel nacional.

### Elementos especiales:

#### Presencia de sitios con Ciprés de Las Guaitecas.

#### Clases de Prioridad de conservación

La clasificación de las superficies, según la prioridad para la conservación de los elementos antes descriptos, indica que en la cuenca el 45 % es de baja prioridad, el 6 % de media y el 49 % restante de alta prioridad (Tabla 35 y Figura 30).

### Clases de Vulnerabilidad

Del análisis de vulnerabilidad surge que en la cuenca existen unas 131.000 ha altamente vulnerables al desarrollo de las forestaciones (7% de la cuenca), que se ubican sobre todo al Oeste. La mayor superficie se distribuye entre las clases de vulnerabilidad media (56%) y baja (37%) (Tabla 36 y Figura 31).

**Tabla 36. Superficies por clases de vulnerabilidad en la cuenca Limay Sur.**

Clase de vulnerabilidad	Superficie (ha)
Alta (rojo)	140.249
Media (amarillo)	1.024.286
Baja (verde)	516.025
Total	1.680.560



Figura 30. Clases de prioridad de conservación en la cuenca Limay Sur.

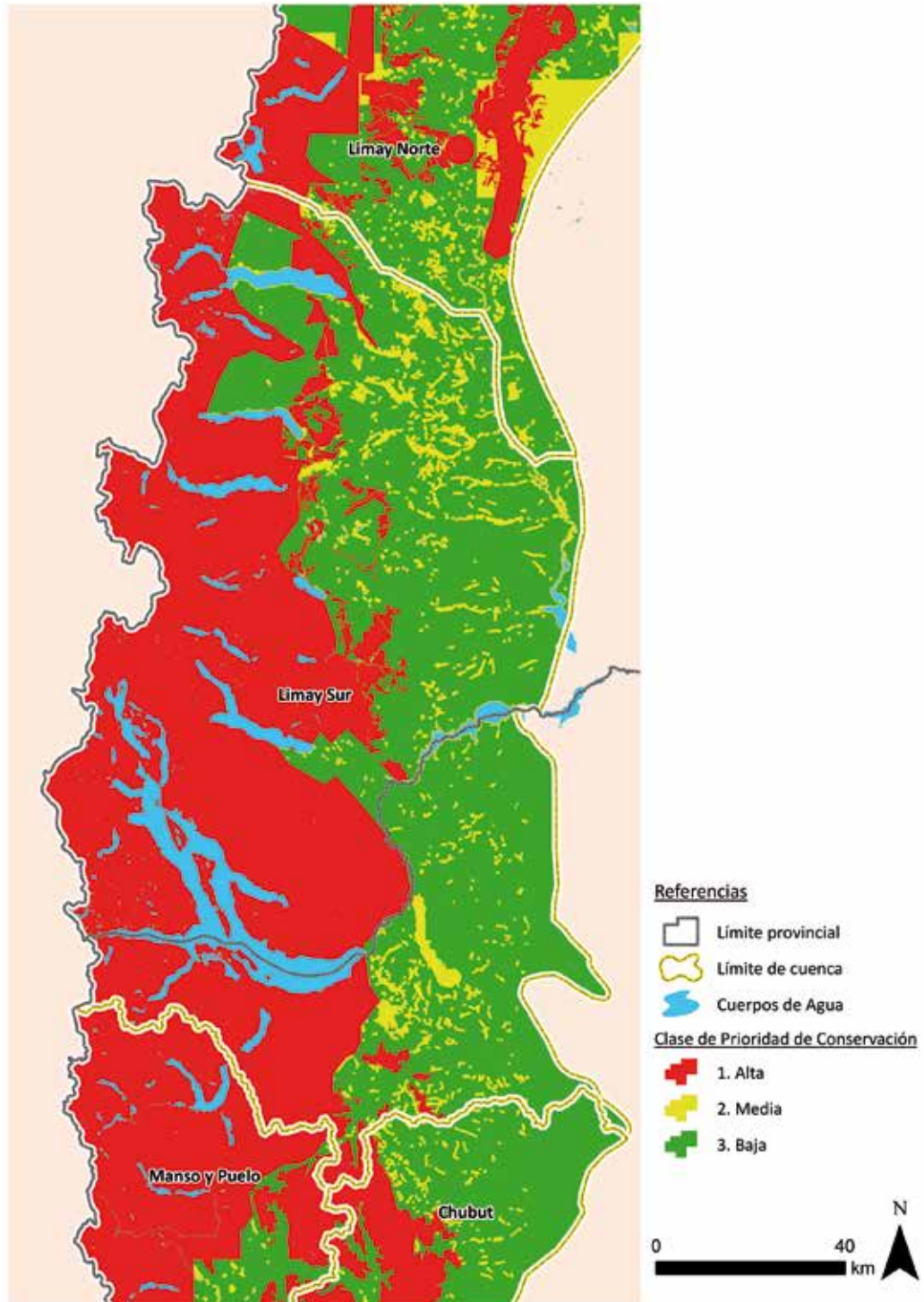
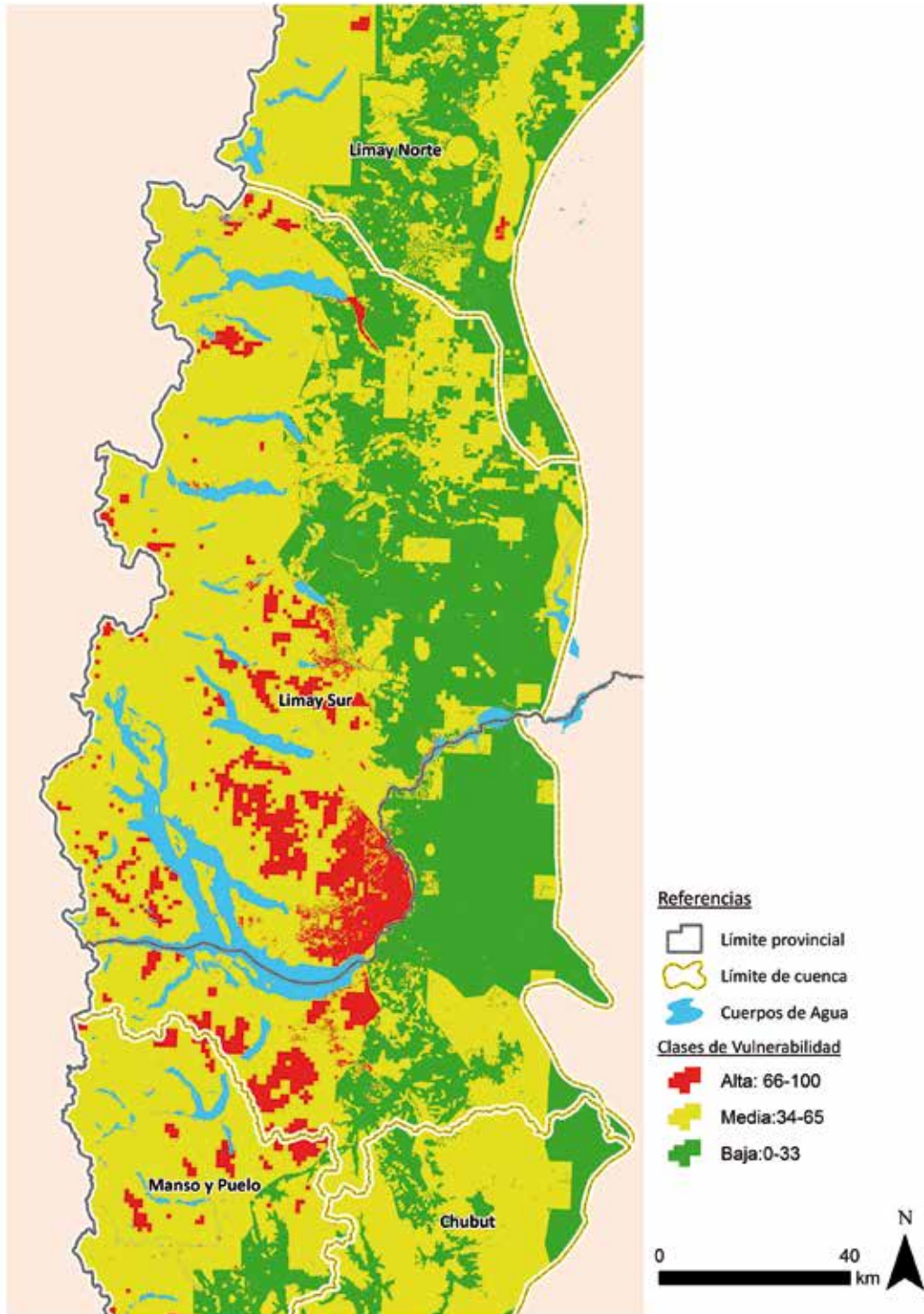




Figura 31. Clases de vulnerabilidad en la cuenca Limay Sur.



### 6.3.4 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad productiva y Recomendaciones

La cuenca del Río Limay Sur posee un circuito turístico muy conocido mundialmente (ruta de los 7 lagos), que incluye famosas pistas de Esquí. Se puede afirmar que ésta es la cuenca que más ha desarrollado el potencial turístico dentro del área de estudio, siendo los bosques nativos uno de los atractivos fundamentales.

Los bosques nativos se sitúan en la mitad Oeste de la cuenca. Muchos de estos bosques se encuentran protegidos dentro de los Parques Nacionales Nahuel Huapi y Lanín, los cuales en conjunto ocupan aproximadamente un 30 % de la cuenca. Un elemento de alto valor de conservación es el huemul, que se encuentra básicamente dentro de los Parques Nacionales mencionados, y está muy relacionado al bosque nativo y zonas aleañas. La rana verde dorada es otro elemento de alto valor de conservación que no correría peligro ya que mayormente su distribución en ésta cuenca estaría protegida al encontrarse la misma dentro de los Parques Nacionales.

La mayor cantidad de hectáreas con aptitud para llevar adelante las forestaciones se encuentran en el cuadrante Este de la cuenca donde los valores asignados de vulnerabilidad se corresponden con las categorías de vulnerabilidad media y baja. En sitios con alto potencial biofísico y de vulnerabilidad media, se recomienda manejar las plantaciones a densidades medias (valores de IDR que varíen entre 500 y 700). Tan importante como manejar plantaciones a esos valores de IDR, es realizar intervenciones de manejo a edades tempranas. Los modelos de manejo, propuestos para la región, contemplan una primera intervención alrededor de los 10 años, en la cual se practican poda y raleo, y una segunda instancia de manejo alrededor de los 16-18 años. Intervenciones de manejo tardías, promueven pérdidas de biodiversidad, al igual que ocurre con la ausencia de manejo.

En la provincia de Neuquén, el nodo Junín de los Andes tiene un gran potencial de desarrollo, posee unas 43 mil ha con calidad de sitio II y unas 73 mil ha con calidad de sitio III para pino ponderosa, en lugares clasificados de baja vulnerabilidad. Las áreas forestables se corresponden en gran parte, con el área sur del programa de promoción Certeza Forestal. Por lo tanto sería recomendable poner énfasis en la actividad forestadora en dichas áreas, especialmente en las clasificadas con calidad de sitio II.

En la provincia de Río Negro, se identificaron tres nodos con potencial de desarrollo: San Carlos de Bariloche, Pilcaniyeu y Villa Alicurá. En conjunto estos nodos tienen unas 40.000 ha

con aptitud para pino oregón, que se corresponden con superficies clasificadas de vulnerabilidad media y alta para el nodo San Carlos de Bariloche y vulnerabilidad baja para los nodos Pilcaniyeu y Villa Alicurá. Es por ello que se recomienda poner énfasis en la actividad forestadora con pino oregón en las superficies asignadas a los nodos Pilcaniyeu y Villa Alicurá. En el nodo San Carlos de Bariloche, existen áreas de alto potencial biofísico para pino oregón, muy valiosas desde el punto de vista productivo. No obstante, estas áreas coinciden con áreas de alta vulnerabilidad. Por lo tanto antes de iniciar proyectos de forestación, sería necesario realizar análisis exhaustivos a nivel predial, y de paisaje, que contemple el potencial de invasión de la especie, entre otros.

A raíz de lo expuesto, se puede concluir que esta cuenca tiene un gran potencial para el desarrollo de las forestaciones. Los elementos más vulnerables y que deben ser protegidos se encuentran en el cuadrante Oeste de la cuenca y las superficies de aptitud forestal se ubican hacia el Este de la misma. Un aspecto que debe atenderse guarda relación con los relictos de bosques, con distribución más oriental. En torno a estos relictos se recomienda dejar áreas buffers (de por lo menos 300 m), en caso de desarrollar forestaciones.

Respecto del pino ponderosa, en los nodos de la provincia de Río Negro, se detectaron 105.000 ha con calidad de sitio III y otras 110.000 ha con calidad de sitio IV. Esta superficie coincide con lugares donde la vulnerabilidad es considerada baja. Se recomienda plantar primeramente en las áreas de mayor calidad de sitio.

Cuando se analizaron las superposiciones entre forestaciones actuales y elementos de alto valor de conservación se detectaron las siguientes superposiciones, se recomienda incluir estos puntos en el Programa de Monitoreo de Biodiversidad:

1. Bachmann, al Sur de Bariloche, plantaciones de pino ponderosa 51 ha coincide con el hábitat del *Vultur gryphus* (condor), *Buteo ventralis* (aguilucho de cola rojiza) y *Atelognathus nitoi* (rana de Chahuaco).

2. Fortín Chacabuco, plantaciones de pino ponderosa de 86 ha propiedad de El Fortín SA coinciden con el hábitat del *Ctenomys sociabilis* (tuco-tuco social), especie en Peligro Crítico según IUCN. El tuco-tuco social, se encuentra en una sola locación, en una superficie menor a 100 km<sup>2</sup>, comprendida entre el Río Limay al Este, Río Traful al Norte y lago Nahuel Huapi al Sur. La especie vive en un ambiente donde alterna la estepa gramínea y mallines se alimenta principalmente de *Poa pratensis*.

3. Hua-Hum, plantaciones de 235 ha propiedad de La Constancia coinciden con el hábitat de *Hylorina sylvatica* (sapito selvático), *Tristerix corymbosus* (quintral), *Nothofagus obliqua* (roble pellín) y hábitat intactos.

## 6.4 Cuenca Manso-Puelo

### 6.4.1 Descripción general

La Cuenca Manso – Puelo tiene una superficie de 606.286 ha cubriendo parte de las provincias de Río Negro y Chubut. Esta cuenca limita al Norte con la Cuenca de Limay Sur, al Este con la de Chubut, al Sur con la de Futaleufú Norte y al Oeste con Chile. Dentro de la cuenca se encuentran las localidades de El Bolsón (19.000 hab.) en Río Negro y de Lago Puelo (6.500 hab.), El Hoyo (3.000 hab.) y Epuyén (1.750 hab.) en Chubut, habiendo otras poblaciones de menos de 1000 habitantes como Villa Mascardi, El Manso, El Foyel, Mallín Ahogado en Río Negro. La ruta principal que une estas localidades y atraviesa a lo largo la cuenca, es la ruta nacional 40. Otra ruta de importancia, más que nada desde el punto de vista turístico, es la 71, que sale de la ruta 40 en el desvío a Cholila y comunica a esta localidad con la de Trevelin, atravesando el Parque Nacional Los Alerces. La superficie de la cuenca ocupada por bosque nativo es de 309.368 ha siendo las principales especies la lenga (102.019,1 ha de bosque alto y 46.204 de bosque achaparrado), el coihue (93.592 ha), el ñire (84.126 ha), el ciprés de la cordillera (29.382 ha) y una pequeña superficie de bosque mixto. Hay también especies vulnerables o en peligro como el alerce, el ciprés de los guaitecas y el mañú macho. La superficie ocupada por forestaciones de coníferas llega a las 6.217 ha. La clasificación de la superficie de bosque, por el Ordenamiento Territorial de Bosque Nativo (OTBN), se muestra en la Tabla 37.

Tabla 37. Clasificación de superficies de bosques nativos (OTBN) para la cuenca Manso – Puelo

Categoría 1 (rojo)(ha)	Categoría 2 (amarillo)(ha)	Categoría 3 (verde)(ha)
171.797	147.947	38.213

La superficie cubierta por matorral es de 34.679 ha y por arbustales de 16.497 ha. También hay una superficie importante cubierta por mallines (6.876 ha) y 40.348 ha de estepa. Las principales actividades económicas de la cuenca son la agricultura, ganadería, forestal y el turismo.

### 6.4.2 Potencialidad Productiva

#### Potencial biofísico y su clasificación en clases de sitio

El potencial biofísico de esta cuenca para pino ponderosa es de 43.258,6 ha (Figura 32). De esta superficie 17.790 ha (41,1%) corresponden a la clase de sitio 1 (mayor productividad); 18.292 ha (42,3%) a la clase de sitio 2; 7.173 ha (16,6%) a la clase de sitio 3 y 5 ha (0,01%) a la clase de sitio 4 (menor productividad). Es decir, que el 83,4% del potencial biofísico para esta especie corresponde a las dos clases de sitio de mayor productividad. De esta área potencial para pino ponderosa, en la Tabla 38, se detalla la superficie correspondiente a matorral mixto, arbustal y estepa.

Tabla 38. Potencial biofísico para pino ponderosa en la Cuenca Manso - Puelo discriminado por clase de sitio y por tipo de vegetación.

Clase de sitio	Tipo de vegetación		
	Matorral mixto	Arbustal	Estepa herbácea
1	9.543	371	7.876
2	5.717	4.754	7.820
3	791	1.720	4.662
4	-	-	5

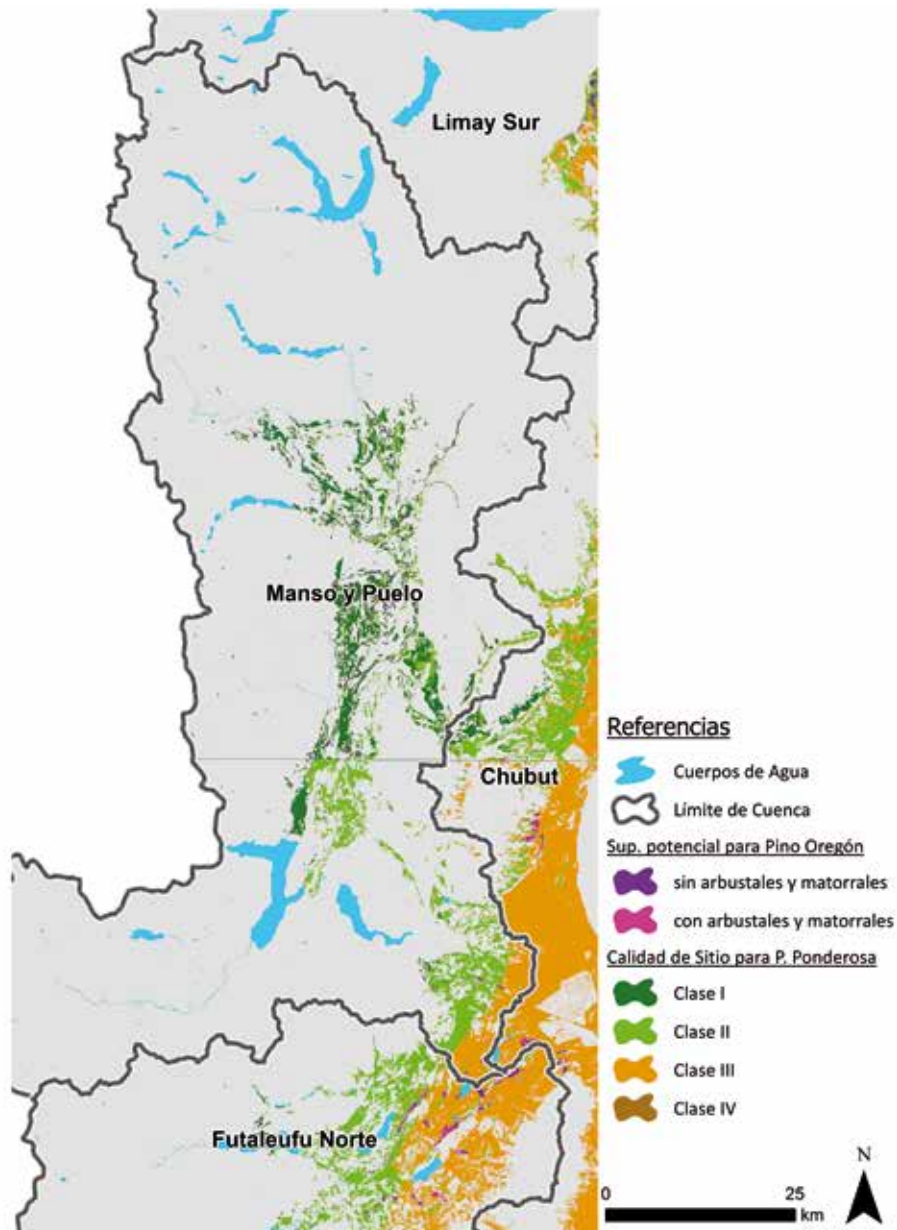
Para pino oregón el potencial biofísico es mucho menor, llegando a las 1.172,8 ha. De esta superficie 1.119,6 ha pertenecen a estepa herbácea, 12,7 ha a matorral mixto y 40,6 ha a arbustal. En esta cuenca no existe información para poder clasificar el área potencial en clases de sitio para esta especie. La superficie ocupada por matorrales mixtos es de 34.679 ha y por arbustales de 16.497 ha.

En esta cuenca, en base a los estudios existentes en la región existiría una superficie potencial para forestar con roble pellín de 18.026,7 ha y con raulí de 8.568 ha.

Dentro de esta cuenca existen forestaciones de coníferas exóticas, en su mayoría adultas (>10 años), que cubren una superficie de 7.732 ha. Entre las especies presentes se encuentran el pino ponderosa, el pino oregón, el pino murrayana y el pino radiata.

De la superficie total de la cuenca, el 15,5% de la superficie presenta algún grado de degradación. Según el análisis con los criterios descritos previamente, en esta cuenca hay 34.537 ha levemente degradadas; 54.753,4 ha degradadas y sólo 4.552 ha muy degradadas.

Figura 32. Clases de calidad de sitio para pino ponderosa en la cuenca Manso Puelo.



### Potenciales Nodos Productivos

La cuenca Manso – Puelo podría generar un nodo productivo en proximidades de la localidad de Epuyen (Figura 33), el cual se abastecería de materia prima proveniente de ésta cuenca y de potenciales superficies en las cuencas Futaleufú Norte y Chubut, que se encuentran dentro de la distancia máxima asumida en el presente estudio (50 km). La cuenca Manso – Puelo aportaría un 22% de la materia prima para este nodo, mientras que el resto sería aportado por las cuencas de Chubut (55%) y Futaleufú Norte (23%).

Además esta cuenca podría hacer un pequeño aporte de materia prima (1%) al nodo de Ñorquinco, que recibiría casi la totalidad de aportes de materia prima de la cuenca del Chubut (99%) (Figura 33).

La superficie potencial total (de las tres cuencas mencionadas) que aportaría al nodo de Epuyen, es de 108.462 ha, de las cuales el 92% corresponde a calidades de sitio 2 y 3 para pino ponderosa y el 3,5% de la superficie corresponde a zonas de aptitud para pino oregón (Tabla 39). El promedio ponderado de la TIR es de 7,0% y la distancia media, de las superficies potenciales al nodo, de 33 km.

Figura 33. Nodos productivos que se abastecerían de la cuenca Manso - Puelo (Nodos Epuyen y Ñorquinco)

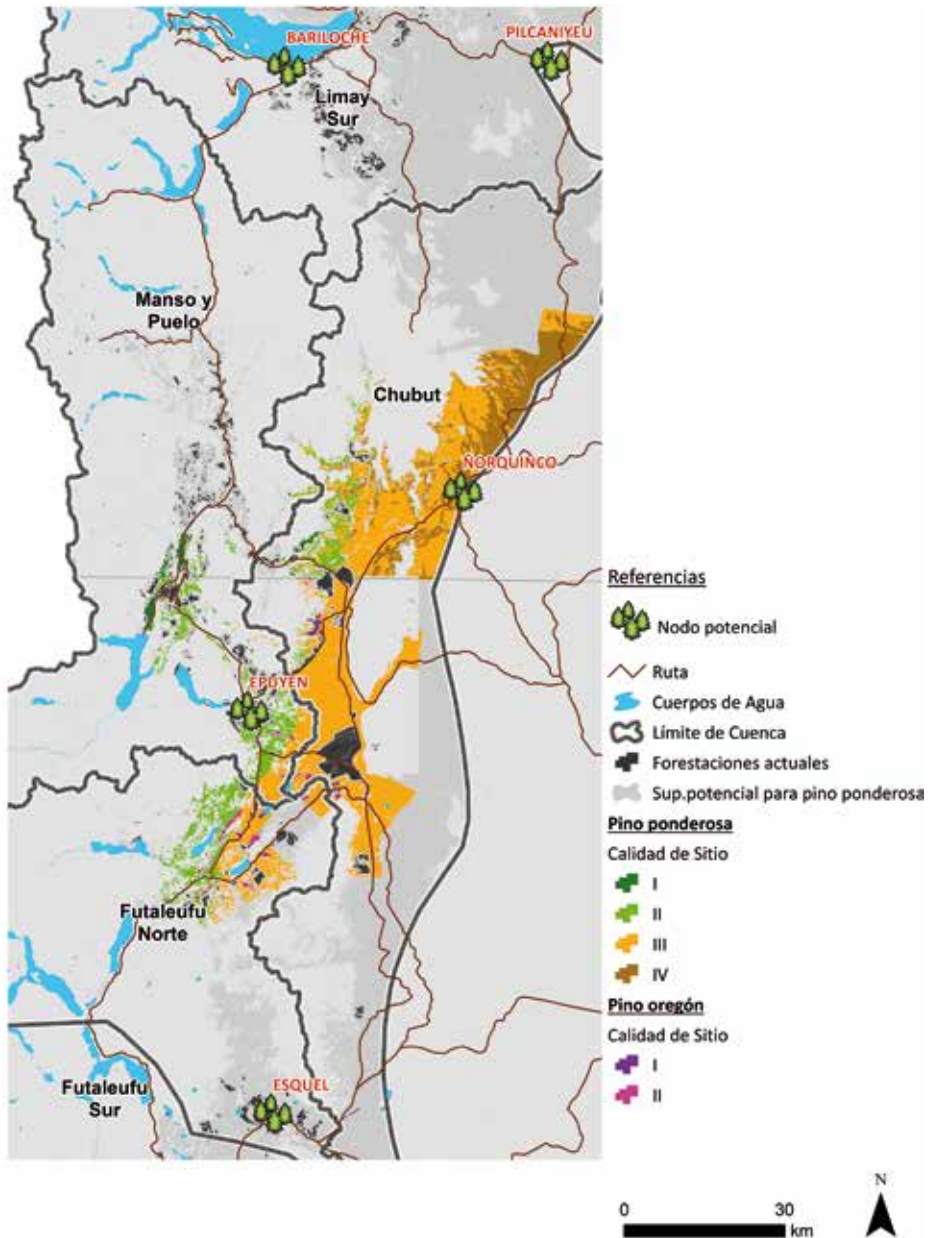


Tabla 39. Clasificación de superficies con potencial para el Nodo Epuyen

NODO	Especie	CALIDAD DE SITIO	TIR	Manso Puelo (ha)	Chubut (ha)	Futaleufú Norte (ha)	TOTAL (ha)	
EPUYEN	Pino ponderosa	C1	9,82	2.675	410	-	3.085	
		C2	8,5	13.567	5.491	10.623	29.681	
		C3	6,2	6.843	50.991	12.492	70.326	
		C4	3,5	-	1.643	-	1.643	
	Pino oregón	Z1 (10-14)	9,27	-	899	501	1.400	
		Z1 (14-18)	9,74	559	545	1.222	2.326	
		Z2 (14-18)	12,6	-	-	-	0	
	TOTAL (ha)				23.644	59.980	24.838	108.462
	TOTAL (%)				22%	55%	23%	100%

De acuerdo al escenario estratégico planteado, para el desarrollo del nodo sería recomendable promover la forestación de unas 170 ha anuales (Tabla 17), cuya producción se agregaría paulatinamente a la de las 6.217 ha forestadas en la cuenca, que ya requieren manejo.

### 6.4.3 Vulnerabilidad

#### Estado del Ecosistema

#### Elementos de alto valor para la conservación

##### Sitios prioritarios:

**Zona occidental cordillerana entre Brazo Rincón del Nahuel Huapi y norte de cabecera Steffen-Martin:** En la zona de Puerto Blest – Cántaros - Frías se localiza el límite norte de la distribución de especies vegetales de gran importancia, como el alerce (*Fitzroya cupressoides*), especie en peligro, el ciprés de las guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*), especie vulnerable y el mañú macho (*Podocarpus nubigena*). También se resalta la presencia del quintral (*Tristerix corymbosus*), helechos y especies valdivianas únicas, como *Dasyphyllum* spp. En el brazo Tristeza existen poblaciones de huemul (*Hippocamelus bisulcus*). La zona comprendida por el Brazo Blest, Lago Espejo y Tronador posee la mayor riqueza de anfibios de la región; pues se han identificado 13 especies, entre ellas *Batrachyla antartandica*, *Hylorina silvatica* y *Rhinoderma darwini*.

Las dos primeras especies se encuentran clasificadas como vulnerables a nivel nacional. El área del cerro Tronador presenta sitios de nidificación y posaderos de cóndores. Por último, en el Lago Nahuel Huapi (Isla Victoria) existen tres colonias de cormorán imperial (*Phalacrocorax atriceps*). Este cormorán nidifica, en la mayoría de los casos, en las costas marinas; este hecho

hace que las colonias del Nahuel Huapi sean únicas, ya que localizan en un cuerpo de agua dulce. Dadas las características particulares que presentan, podría tratarse de una población genéticamente diferente y con adaptaciones fisiológicas particulares.

**Manso Inferior - Lago Escondido - Río Azul:** Esta zona cuenta con ingresiones valdivianas y con la presencia de formaciones boscosas en buen estado de conservación. Existen poblaciones de alerce y, en la turbera del Manso inferior, también existen asociaciones de ciprés de las guaitecas, ciprés de la cordillera y alerce. En el cajón del Azul, por otra parte, se encuentran bosques de alerce y de ciprés de las guaitecas. Por último, se destaca la presencia confirmada de huemul.

**Cordón Serrucho:** La turbera del Cordón Serrucho presenta variantes genéticas únicas de alerce. Por otro lado, también existe una población de ciprés de la cordillera y, este sitio, se corresponde con el límite oriental de ciprés de las guaitecas. La presencia de estas tres especies en una turbera conforma un sistema con interacciones únicas.

**Brazo Occidental del Lago Puelo:** En esta zona de baja altitud y elevadas precipitaciones se pueden encontrar especies vegetales que sólo se han registrado en este sector, como por ejemplo *Persea lingue* y *Escallonia leucantha*. Además, se registra la presencia de bosques relictuales de alerce sobre la cuenca del arroyo Melo. En la zona de río Azul existen poblaciones de ciprés de la cordillera que presentan una riqueza genética particular. Asimismo, esta zona es importante por la presencia de aves, mamíferos y anfibios en peligro de extinción. Para las aves existen registros de aguilucho cola rojiza (*Buteo ventralis*), mientras que

para los mamíferos amenazados se registra la presencia del huemul y del gato guigna. Por último, hay dos especies de anfibios amenazadas: *Bufo rubropunctatus* y *Eupsophus emiliopugini*.

**Laguna Los Alerces - Reserva Forestal Epuyén:** Existen poblaciones de alerce que presentan baja diversidad genética. Asimismo, en la Reserva Forestal Epuyén, se ha registrado la presencia de huemules.

**Lago Esperanza:** Se puede considerar un centro de diversidad genética, como así también un posible refugio glaciario para el alerce. Se encuentra ubicado en una propiedad privada. En el fondo del Lago Esperanza, el Valle del Ventisquero y el Glaciar El Túnel, se localizan poblaciones de ciprés de las guaitecas.

### Especies amenazadas:

**Huemul (*Hippocamelus bisulcus*, descrito en 7.3.3).**

Además de la rana verde dorada, descrita en la cuenca Limay Sur, están presentes las siguientes especies:

### Rana de Pugin (*Eupsophus emiliopugini*).

**Distribución:** esta especie se encuentra principalmente en los bosques andino patagónicos de la Argentina y Chile. Si bien en Chile su distribución es amplia, para la Argentina sólo se encuentra registrado en la zona oeste del Lago Puelo. Altitudinalmente se distribuyen entre los 0 y 1500 m.s.n.m. **Hábitat:** es característica de Selva Valdiviana. Esta especie es terrestre. Los adultos viven en troncos caídos o en pequeños hoyos y túneles en los bordes de arroyos. No hay registros en hábitats degradados. **Estatus:** La población de la Argentina es considerada como vulnerable. A nivel internacional está considerada como preocupación menor (LC) para la IUCN (2014).

### Sapo de bosque (*Bufo rubropunctatus*).

**Distribución:** es endémica de los bosques andino-patagónicos de la Argentina y Chile. En la Argentina la distribución de esta especie está limitada al sur de la provincia de Río Negro y el

norte de Chubut. Solamente fue citada para las localidades de El Bolsón, El Hoyo, alrededores del Lago Puelo y del Lago Epuyén y un único registro en el Lago Futalaufquen. La distribución altitudinal se ubica entre los 200 y 800 m.s.n.m. **Hábitat:** vive en bosques húmedos de *Nothofagus*, en lugares sombríos, bajo piedras, troncos caídos y entre la hojarasca; aunque también se ha registrado su presencia en bosques más xéricos e incluso puede utilizar ambientes abiertos, algunas veces con algún grado de disturbio. **Estatus:** Vulnerable a nivel nacional e internacional, debido a que sus poblaciones están declinando. Entre las causas probables de retracción se mencionan la destrucción y degradación del hábitat, debido mayormente a la agricultura y las forestaciones.

### Rana grácil (*Batrachyla antartandica*).

**Distribución:** Esta especie es endémica de los bosques andino-patagónicos de la Argentina y Chile (entre los 39° 25' S y los 51° 31' S). En Argentina está en el extremo oeste de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut. El rango altitudinal de su distribución se encuentra entre el nivel del mar y los 1000 ms.n.m. **Hábitat:** Especie característica de bosques muy húmedos y turberas. Se refugia bajo troncos caídos y en huecos entre raíces, o bajo musgos en las márgenes de pozos dentro de turberas. Es muy sensible a las modificaciones de la calidad de los bosques, mallines y turberas. **Estatus:** Vulnerable a nivel nacional. Para la supervivencia de esta especie es necesaria la conservación de los bosques de *Nothofagus* a lo largo de toda su distribución.

Elementos especiales:

- Poblaciones aisladas y genéticamente diferentes de Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*) y Alerce (*Fitzroya cupressoides*).

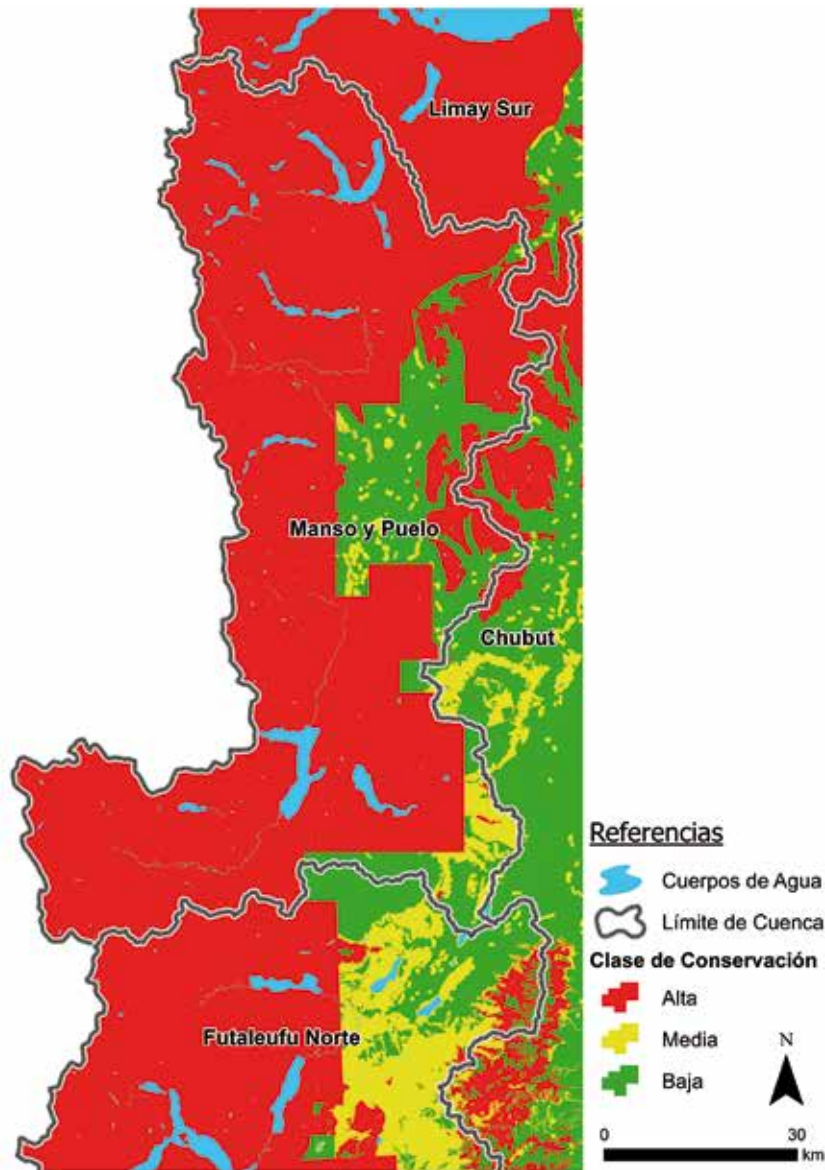
### Clases de Prioridad de conservación

Esta cuenca presenta un alto porcentaje de su superficie (84%) con una prioridad de conservación alta. El resto se reparte entre prioridad media (3%) y prioridad baja (13%) (Tabla 40 y Figura 34).

**Tabla 40. Superficie por clase de prioridad de conservación en la cuenca Manso – Puelo**

Prioridad de conservación	Prioridad de conservación
Alta	510.086
Media	17.018
Baja	79.182
Total	606.286

Figura 34. Clases de prioridad de conservación en la cuenca Manso - Puelo.



### Clases de Vulnerabilidad

De la superficie total de la cuenca, solo un 5% presenta una alta vulnerabilidad a las forestaciones. La mayor parte de la superficie presenta vulnerabilidad media (71%) y baja (24%) (Tabla 41 y Figura 35).

#### 6.4.4 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad productiva y Recomendaciones

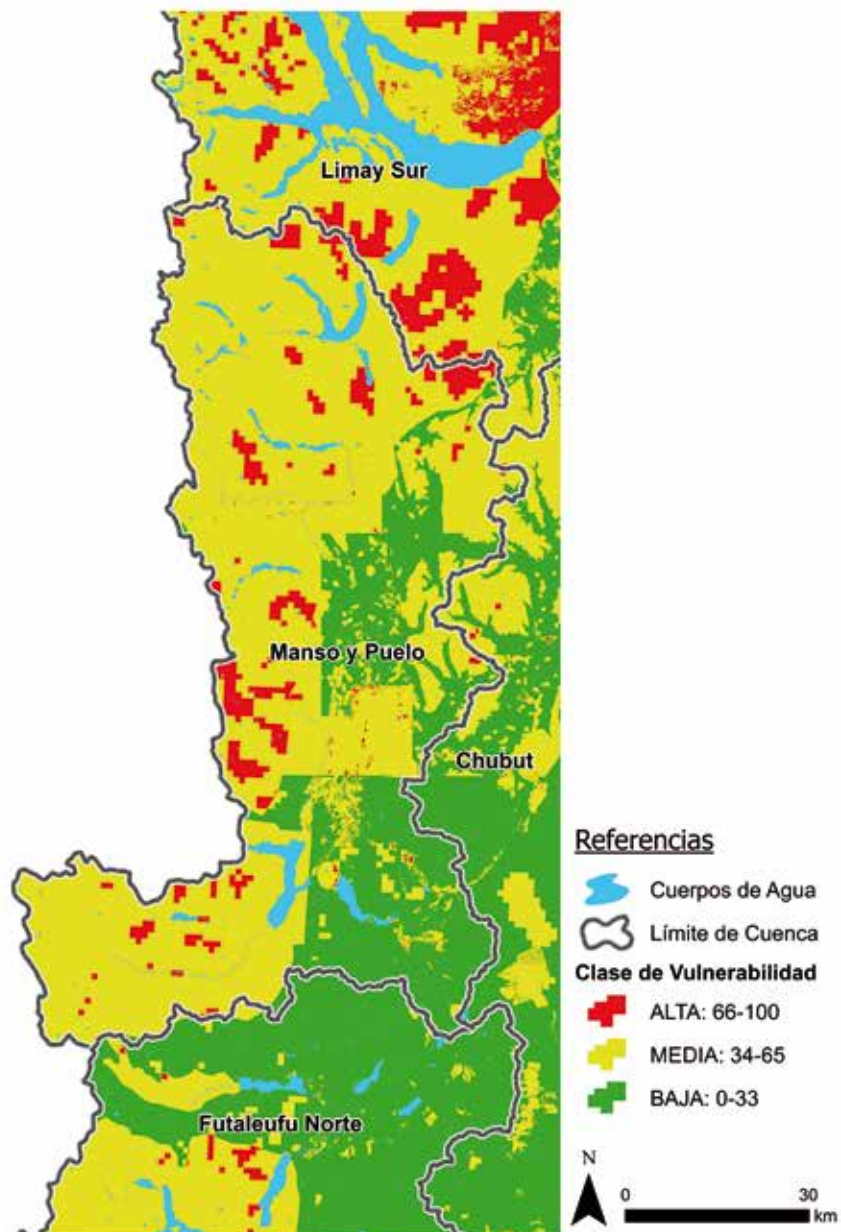
La cuenca Manso-Puelo presenta una gran parte de su superficie (84%) con clase de prioridad alta de conservación, y está casi en su totalidad ocupada por bosque nativo. Por estos mo-

tivos, estas áreas no van a ser forestadas. Además, en el Norte y en el Sur, contra el límite Oeste, existen dos áreas de parques y reservas. En comparación con el resto de las cuencas del área de estudio, esta cuenca presenta la menor proporción de superficies con clase de valoración media a baja de prioridad de conservación. En el sector Oeste, entre los Parques Nacionales Nahuel Huapi y Puelo, hay zonas que presentan prioridad de conservación alta, allí habría presencia de huemul, y esta zona podría constituir un corredor norte-sur entre ambos Parques. Si bien estas áreas estaban clasificadas como de prioridad alta, se consideran de vulnerabilidad media debido a que están ocupadas con bosque nativo, y no serán forestadas de acuerdo a la legislación vigente.

Tabla 41. Superficie por clase de vulnerabilidad en la cuenca Manso – Puelo

Vulnerabilidad	Superficie (ha)
Alta (rojo)	34.666
Media (amarillo)	484.773
Baja (verde)	86.847
<b>Total</b>	<b>606.286</b>

Figura 35. Clases de vulnerabilidad para la cuenca Manso – Puelo



Se observan dos sectores con mayor potencial para forestar y donde hay compatibilidad entre el potencial biofísico para pino ponderosa y pino oregón y una baja vulnerabilidad. Uno de los sectores, está situado en la parte sur, en el límite con las cuencas Futaleufú Norte y Chubut. El otro, se encuentra en el centro – Este de la cuenca, limitando con la cuenca del Chubut. Ambos presentan sitios que van de productividad media a alta.

El resto de la superficie disponible con potencial biofísico, se encuentra en forma de lotes heterogéneos y fragmentados, lo que podría representar una ventaja particular en este caso, ya que permitiría cierto grado de conectividad para las especies nativas de estos ambientes. En general estos sectores presentan productividad media a alta.

Por otra parte, los sitios prioritarios de conservación y las áreas donde es posible encontrar poblaciones aisladas y genéticamente diferentes de Ciprés de las Guaitecas y Alerce, se encuentran fuera del área potencialmente forestable, por lo tanto, las plantaciones no representarían una amenaza para ellos. De igual manera, las especies vulnerables descritas, habitan en sitios que están excluidos de las zonas con potencial biofísico. Los anfibios habitan preferentemente en bosques muy húmedos y turberas, cerca de costas de lagunas o en bordes de arroyos, mientras que el huemul se encuentra en bosques abiertos de *Nothofagus* y bosques mixtos de ciprés, prados de altura y orillas de lagos. En proximidades de estos ambientes, debe atenderse especialmente procesos de invasión, que podrían originarse a partir de plantaciones vecinas. En el sitio Cordón Serrucho, próximo a la localidad de El Bolsón, se detectaron plantaciones de 71 ha próximas a poblaciones de *Pilgerodendron uviferum*. En este sector, hay registros de invasiones, por lo que este punto debería ser incluido en el Programa de Monitoreo de Biodiversidad.

Otros sitios donde se detectaron superposiciones entre plantaciones actuales y elementos de alto valor de conservación son: 1) El Coihue, plantaciones de 108 ha coincide con hábitat de huemul y bosques de ciprés de la cordillera, 2) Currumahuida, plantaciones de pino oregón y pino radiata, de 23 ha de superficie, que coinciden con hábitat de huemul, y 3) Río Azul, El Bolsón, plantaciones de 14 ha coinciden con el hábitat de *Rhinella rubropunctata* (sinónimo de *Bufo rubropunctatus*).

La presencia de especies vasculares endémicas en la cuenca, requiere que se trate de identificar la existencia de las mismas en cada proyecto de forestación particular. En sitios donde se presume la existencia de endemismos de plantas y hay un alto potencial biofísico y/o vulnerabilidad media, se recomienda manejar las plantaciones a densidades medias (valores de

IDR que varíen entre 500 y 700). Tan importante como manejar plantaciones a esos valores de IDR, es realizar intervenciones de manejo a edades tempranas. Los modelos de manejo, propuestos para la región, contemplan una primera intervención alrededor de los 10 años, en la cual se practican poda y raleo, y una segunda instancia de manejo alrededor de los 16-18 años. Intervenciones de manejo tardías, promueven pérdidas de biodiversidad, al igual que ocurre con la ausencia de manejo.

En cuanto a la conveniencia de forestación en arbustales y matorrales, va a depender de su composición, ubicación y extensión y, por lo tanto, debe ser determinada a nivel predial. Si son matorrales, correspondientes a bosque secundario con especies forestales nativas, no deberían forestarse dado que estos ambientes tienen un potencial de restauración natural que se vería afectado por la forestación.

Se consideró como supuesto de planificación regional, en base a las tasas de forestación anuales que han ocurrido históricamente, forestar unas 2.200 ha anuales para toda la región. En base a la situación planteada, en el análisis preliminar realizado por el grupo de trabajo, se priorizó el sector sureste de la cuenca por ser el que concentra la mayor superficie potencial, con vulnerabilidad baja a media y que sería un aporte importante de materia prima al nodo Epuyen. Hay que tener en cuenta que en el área de influencia de este nodo no hay superposición con clase de vulnerabilidad alta (rojo). Sin embargo, durante el taller realizado con los técnicos provinciales de Río Negro, ellos definieron como sector prioritario y con mayores posibilidades de desarrollo forestal, el ubicado en el centro – este de la Cuenca, en la zona denominada Cuesta del Ternero.

En ambos sectores, en los sitios aptos para pino oregón, se debería promover y priorizar la forestación con esta especie. Por fuera de la superficie de los nodos, hay superficies pequeñas de calidad de sitio II, en zonas de vulnerabilidad baja, donde tal vez se podría pensar en pequeñas plantaciones con especies de alto valor, nativas o exóticas.

## 6.5 Cuenca Futaleufú Norte

### 6.5.1 Descripción general

La cuenca Futaleufú Norte tiene una superficie de 374.585 ha, limita al este con la cuenca del Chubut, al norte con la cuenca Manso y Puelo, al sur con la cuenca Futaleufú Sur y al oeste con Chile. Los principales centros poblados son la localidad de Esquel y la localidad de Cholila, con 32.758 y 2.228 habitantes respectivamente. Las principales rutas que recorren parte de la cuenca son la ruta nacional n°259 que comunica Esquel con Trevelin, parte de la ruta nacional n°40 que atraviesa el país en

Tabla 42. Distribución de superficie por tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Superficie (ha)
<b>Bosque</b>		147.563 ha
	Ñire	53.297 ha
	Coihue	31.083 ha
	Ciprés	6.721 ha
	Lenga	56.463 ha
<b>Estepa</b>		62.850 ha
<b>Lenga Ach</b>		25.937 ha
<b>Humedales</b>		4.726 ha
<b>Forestaciones</b>		6.842 ha

dirección norte-sur, y la ruta provincial n°71 que comunica la localidad de Trevelin con Cholila atravesando el Parque Nacional Los Alerces; y la ruta provincial n°15 que comunica Cholila con el paraje Leleque. Posee numerosos lagos, ríos, arroyos, cordones montañosos y bosques nativos que constituyen los principales atractivos turísticos de la región.

La cuenca cuenta con 147.563 ha de bosque nativo, donde se encuentran bosques de coihue, ciprés, ñire y lenga, siendo estas dos últimas especies las que ocupan mayor superficie, según se puede observar en la Tabla 42. Además, se encuentra una importante superficie de estepa y humedales, totalizando 62.850 ha y 4.726 ha respectivamente, en las cuales se desarrollan las principales actividades agropecuarias de la región. El área actualmente forestada es de 6.842 ha.

De acuerdo al ordenamiento territorial de bosques nativos (OTBN), la cuenca presenta en la categoría I una superficie de 90.119 ha, siguiendo 77.801 ha para categoría II y 7.703 ha para categoría III. Más del 50% de la superficie del OTBN en esta cuenca pertenece a la categoría I (rojo).

### 6.5.2 Potencialidad Productiva

#### Potencial Biofísico y Calidad de Sitio

La cuenca presenta un importante potencial biofísico para ser forestada. Existe una superficie de 71.113 ha aptas para pino ponderosa y 1.855 ha con aptitud para ser plantadas con pino oregón (ver Tabla 43 y Tabla 44, Figura 36). El 77% de la superficie apta para pino ponderosa corresponde a calidad de sitio III, y el 22% a calidad II, las mismas se encuentran dispuestas en lotes de distintos tamaños, fundamentalmente en la zona NE y SE de la cuenca, compartiendo sitios aptos para ponderosa y

oregón. El área total puede incrementarse si se consideran las superficies contiguas con buen potencial biofísico de la Cuenca Manso Puelo y Chubut. Actualmente el área forestada existente es de 4.187 ha, principalmente de pino ponderosa, representando solamente el 6% de la superficie total con potencial biofísico. El 63% de la superficie corresponde a estepas gramíneas y el resto a arbustales y matorrales mixtos, que también podrían ser utilizados respetando estrictos criterios ambientales.

Con respecto al potencial biofísico para plantaciones de Roble pellín y Raulí, en la cuenca Futaleufú Norte se encontrarían 7.709 ha con aptitud, de las cuales el 96% corresponde a la primera especie mencionada (Tabla 45).

#### Potenciales Nodos Productivos

La cuenca Futaleufú Norte podría generar un nodo productivo en proximidades de la localidad de Esquel. Como se observa en la Figura 37 este nodo podría abastecerse de materia prima proveniente de las cuencas Futaleufú Norte, Futaleufú Sur y Chubut, que se encuentren dentro de la distancia máxima asumida desde las plantaciones hasta el nodo (en este estudio se asumieron 50 km medidos sobre el camino).

La cuenca Futaleufú Norte podría aportar al nodo con una superficie de 36.879 ha, la cuenca Futaleufú Sur con 55.499 ha y la cuenca Río Chubut con 48.024 ha. La superficie potencial total del nodo Esquel es de 140.202 ha, de las cuales el 86% corresponde a la calidad de sitio III para pino ponderosa, y sólo un 3% a superficie apta para pino oregón, según se muestra en la Tabla 46. El promedio ponderado de la TIR es de 6,4% y la distancia media desde la superficie potencial hasta el nodo es de 29 km.

Tabla 43. Distribución de superficie por calidad de sitio de las áreas con potencial biofísico para el desarrollo de forestaciones con Pino ponderosa en la Cuenca Futaleufú Norte

Calidad de sitio	Estepas	Matorrales	Arbustales	Total
I	142 ha	211 ha	81 ha	433 ha
II	6.717 ha	7.784 ha	1.295 ha	15.796 ha
III	38.024 ha	16.187 ha	674 ha	54.884 ha
IV	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>44.882 ha</b>	<b>24.181 ha</b>	<b>2.094 ha</b>	<b>71.113 ha</b>

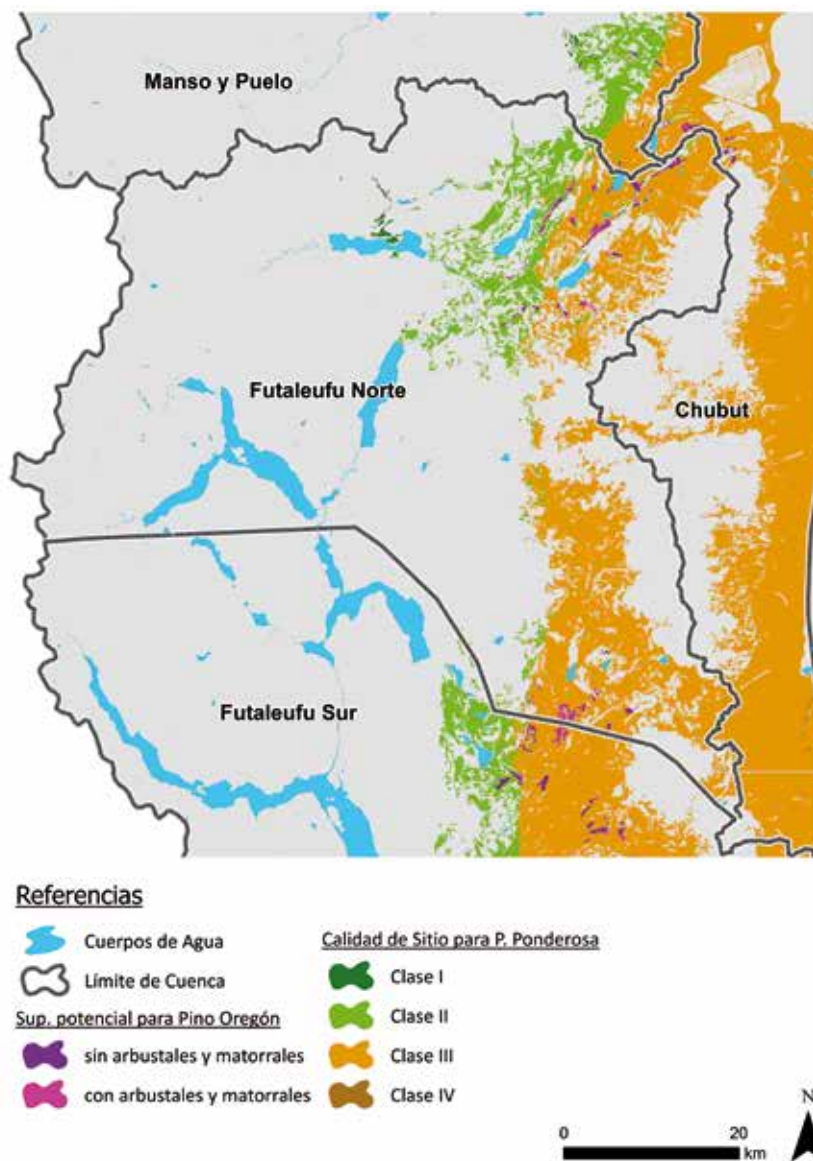
Tabla 44. Superficies totales y por clases de sitio del área potencial para forestar con Pino oregón en la cuenca Futaleufú Norte

Cuenca Futaleufú Norte	Superficie potencial por clase de sitio (ha)			Superficie potencial total
	ZONA 1 Clase de Sitio (10-14)	ZONA 1 Clase de Sitio (14-18)	ZONA 2 Clase de Sitio (18-22)	
Arbustal	448 ha	604 ha	-	1.052 ha
Matorral Mixto	60 ha	51 ha	-	111 ha
Sin información IS	391 ha	301 ha	-	692 ha
<b>TOTAL</b>	<b>899 ha</b>	<b>956 ha</b>	<b>-</b>	<b>1.855 ha</b>

Tabla 45. Superficies totales del área potencial para forestar con Roble pellín y Raulí en la cuenca Futaleufú Norte

Cuenca	Superficie apta p/Roble pellín	Superficie apta p/Roble pellín	Superficie apta total
Italeufú Norte	7.407 ha	302 ha	7.709 ha

Figura 36. Clases de calidad de sitio para pino ponderosa en la cuenca Futaleufú Norte



De acuerdo al escenario estratégico planteado, para el desarrollo del nodo sería recomendable promover la forestación de unas 240 ha anuales (Tabla 17).

### 6.5.3 Vulnerabilidad

#### Estado del Ecosistema

#### Elementos de Alto Valor para la Conservación

#### Sitios prioritarios:

**Río Tigre:** Se puede considerar como un centro de diversidad genética como así también un posible refugio glaciario para el alerce. Esta población está ubicada fuera de un área de conservación.

**Menéndez, Cerro Riscoso y Cordón Situación:** También se puede considerar como un centro de diversidad genética y un posible refugio glaciario para la especie. Este sitio también tiene importancia por la presencia de mamíferos amenazados, entre los que se destacan núcleos poblacionales importantes de huemul y registros de gato guigna. También se destaca la presencia del pudú (*Pudu pudu*). La riqueza de anfibios es alta, ya que se ha confirmado la presencia de siete especies para la zona del lago Menéndez, tres de las cuales se encuentran amenazadas: *Batrachyla antartandica*, *Hylorina sylvatica* y *Rhinoderma darwinii*. Especies amenazadas:

Rana grácil (*Batrachyla antartandica*), descrita en la cuenca Manso Puelo.

Figura 37. Nodo productivo Esquel con aportes de las cuencas: Futaleufú Norte, Futaleufú Sur y Chubut.

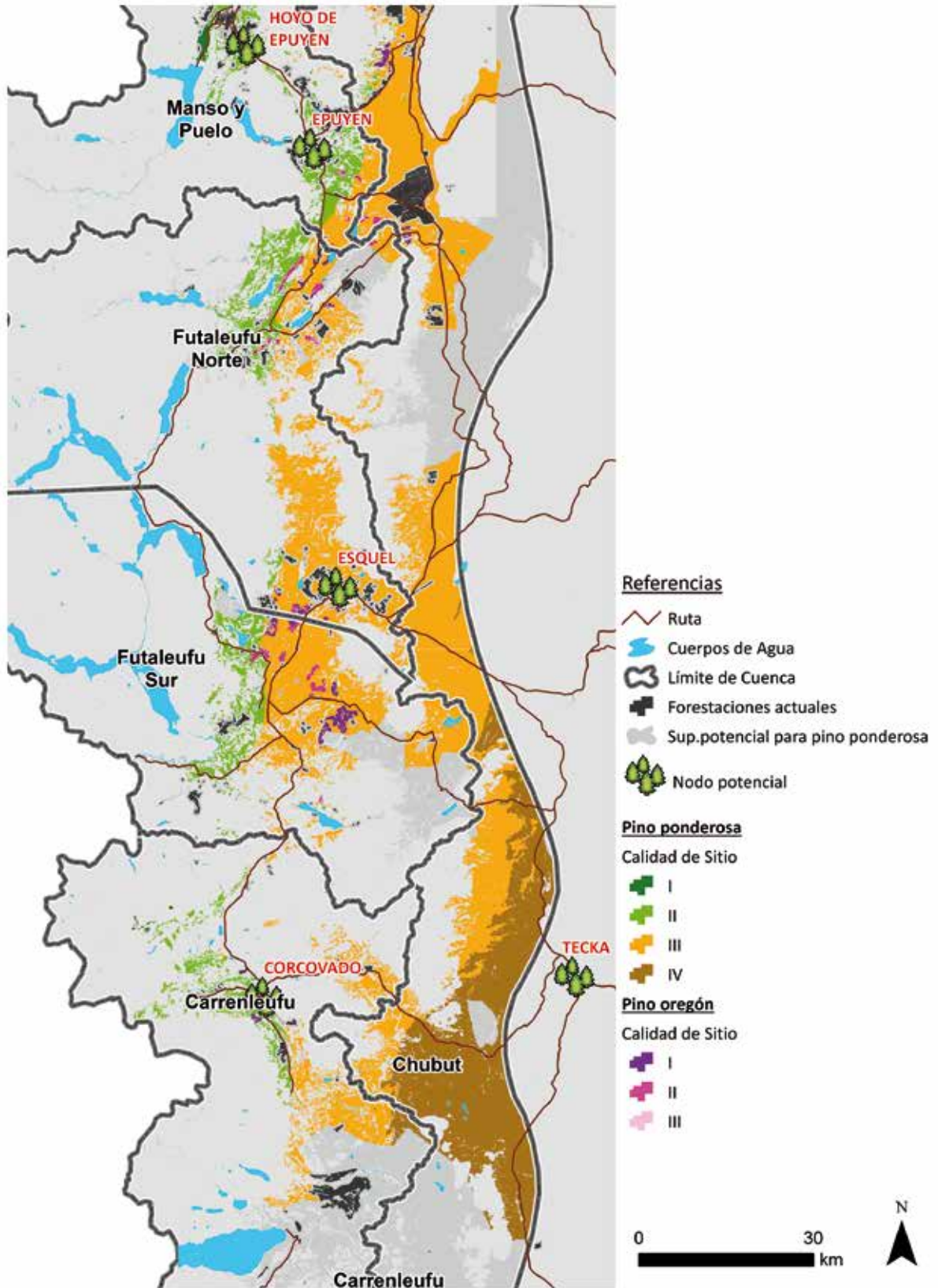


Tabla 46. Clasificación de superficies con potencial para el Nodo Esquel

NODO	Especie	CALIDAD DE SITIO	TIR (%)	Chubut	Futaleufú Sur	Futaleufú Norte	
ESQUEL	p. ponderosa	I	9,82	-	-	-	
		II	8,5	-	10.763 ha	941 ha	
		III	6,2	44.891 ha	41.364 ha	34.985 ha	
		IV	3,5	3.134 ha	18 ha	-	
	p. oregon	Z1 (10-14)	9,27	-	1.935 ha	625 ha	
		Z1 (14-18)	9,74	-	1.420 ha	327 ha	
		Z2 (14-18)	12,6	-	-	-	
	SUBTOTAL				48.024 ha 34%	55.499 ha 40%	36.879 ha 26%
	TOTAL		140.403 ha				

Huemul (*Hippocamelus bisulcus*), descripta anteriormente.

Elementos especiales:

1. Poblaciones aisladas y genéticamente diferentes de Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*) y Alerce (*Fitzroya cupressoides*).

### Degradación

Existen en la cuenca más de 30.000 ha con signos de degradación (ver Tabla 47), factor que puede representar una oportunidad para el sector forestal ya que los servicios ambientales que

generan las forestaciones podrían cumplir un importante rol para disminuir los efectos negativos del uso actual de estos suelos.

### Clases de Prioridad de conservación

La clasificación de las superficies, según la prioridad para la conservación de los elementos antes descriptos, indica que en la cuenca el 21% es de baja prioridad, el 20% de media y el 59% restante de alta prioridad (Tabla 48) que se encuentran sobre todo al oeste y en zonas de bosque.

En la Figura 38 se presentan las clases de prioridades de conservación definidas para la cuenca.

Tabla 47. Superficies por clases de degradación en la cuenca Futaleufú Norte

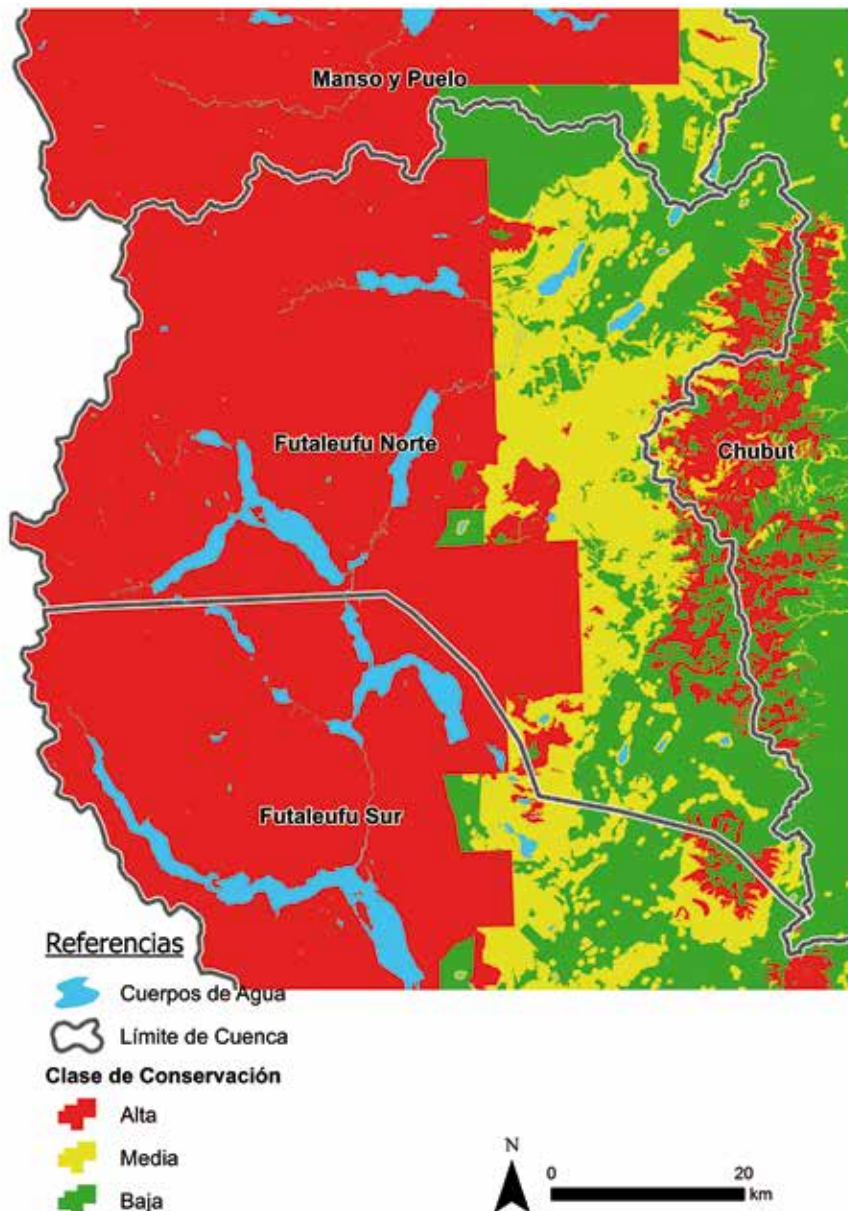
Clase de Degradación	Superficie (ha)	Porcentaje
Muy degradado	678	1%
Degradado	30.004	24%
Levemente deradado	92.096	75%
<b>Total</b>	<b>122.778</b>	<b>100%</b>

Tabla 48. Superficie por clase de prioridad de conservación en la cuenca Futaleufú Norte

Clase de prioridad	Superficie (ha)
Alta	222.451
Media	74.184
Baja	77.950
Total general	374.585



Figura 38. Clases de prioridades de conservación definidas para la cuenca Futaleufú Norte.



## Clases de Vulnerabilidad

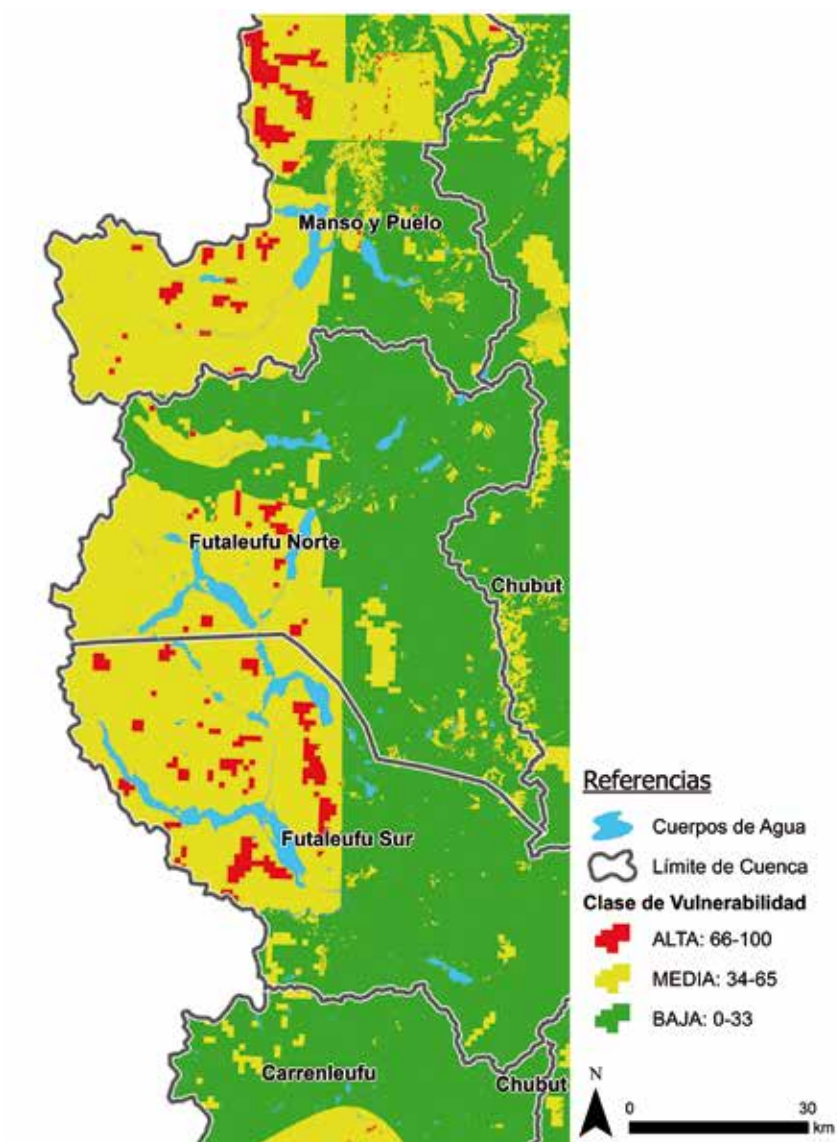
En la cuenca existe solo un 1% de la superficie altamente vulnerable al desarrollo de las forestaciones (3.919 ha), que se encuentra en el Parque Nacional Los Alerces. La mayor superficie

se distribuye entre las clases de vulnerabilidad media y baja, 35% y 64% respectivamente, según Tabla 49 y Figura 39.

Tabla 49. Superficies por clases de vulnerabilidad en la cuenca Futaleufú Norte.

Clase de vulnerabilidad	Superficie (ha)
Alta (rojo)	3.938
Media (amarillo)	221.562
Baja (verde)	149.085
<b>Total</b>	<b>374.585</b>

Figura 39. Clases de vulnerabilidad definidas en la cuenca Futaleufú Norte.



#### 6.5.4 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad y Recomendaciones

La cuenca Futaleufú Norte, con una superficie de 374.585 ha, reviste una gran importancia desde el punto de vista hidrológico ya que contiene a diversos lagos, ríos, arroyos, cordones montañosos y bosque nativo e implantado, formando parte de los principales atractivos turísticos de la región y brindando importantes servicios ecosistémicos a toda la comunidad.

Se detectó un gran potencial para forestaciones productivas, habiéndose identificado un potencial nodo para el desarrollo foresto-industrial en inmediaciones de la localidad de Esquel. Bajo los supuestos del análisis de este trabajo, la cuenca Futaleufú Norte podría abastecer a este nodo con más 36.000 ha, de las cuales aproximadamente 34.000 ha corresponden a sitios aptos para pino ponderosa de calidad III, 1.000 ha de sitios de calidad II y 1.000 ha de sitios aptos para pino oregón. Estas superficies se encuentran dispuestas en áreas clasificadas con grado de vulnerabilidad bajo y medio, por lo cual se considera que la actividad productiva puede ser compatible con la conservación.

El patrón de distribución de la superficie con potencial biofísico para desarrollar las forestaciones es heterogéneo y fragmentado, Este patrón podría favorecer la conectividad de los ambientes naturales y las especies nativas presentes.

La cuenca Futaleufú Norte presenta una pequeña proporción de su superficie con vulnerabilidad alta, aproximadamente 3.900 ha (1 %) distribuidas sobre el sector Oeste de la cuenca. El resto de la superficie corresponde a áreas con vulnerabilidad media (35 %) y baja (64 %), de Oeste a Este respectivamente. Estas superficies coinciden con áreas de potencial biofísico para pino ponderosa, en calidades de sitio II y III, principalmente. No se advierte que el desarrollo de plantaciones pueda generar impactos adversos en esas áreas de la cuenca. Por el contrario, si las forestaciones se realizan en aquellas áreas con potencial biofísico que hoy presentan suelos degradados, las plantaciones podrían generar importantes servicios ambientales y económicos para las comunidades que habitan en esta zona.

En términos generales, la priorización de los sectores a forestar, debería seguir los siguientes criterios: 1) las áreas de mayor rentabilidad, zona 1 (14-18) para pino ponderosa y zona 1 (10-14) para pino oregón, y superficies con calidad de sitio II y III para pino ponderosa, en ese orden; 2) las superficies de mayor proximidad al Nodo Esquel; siempre considerando la utilización de áreas de baja a mediana vulnerabilidad.

Así mismo, durante el Taller de trabajo realizado en Esquel, y con el objetivo de lograr una tasa de forestación de 240 ha/año, se detectaron tres zonas factibles de ser forestadas: a) el sector comprendido sobre la zona SE de la cuenca, próxima a la Ruta 40 desde el aeropuerto de Esquel hacia el norte; b) el área contigua a las forestaciones comunales de la Laguna La Zeta; c) la zona de Cholila sobre el margen derecho de la Ruta Prov. N°15 en proximidades a plantaciones existentes. Estas zonas fueron seleccionadas utilizando los siguientes criterios: poseer una baja vulnerabilidad ambiental, estar cercanas a los potenciales nodos, disponer de grandes superficies con productores que podrían tener interés en incorporar o continuar con la actividad forestal y un bajo nivel de conflictividad con otros usos de la tierra.

En sitios con potencial biofísico de vulnerabilidad media, se recomienda manejar las plantaciones a densidades medias (valores de IDR que varíen entre 500 y 700). Tan importante como manejar plantaciones a esos valores de IDR, es realizar intervenciones de manejo a edades tempranas. Los modelos de manejo, propuestos para la región, contemplan una primera intervención alrededor de los 10 años, en la cual se practican poda y raleo, y una segunda instancia de manejo alrededor de los 16-18 años. Intervenciones de manejo tardías, promueven pérdidas de biodiversidad, al igual que ocurre con la ausencia de manejo.

La Cuenca presenta dos sitios prioritarios de conservación, la zona del Río Tigre y la zona del Lago Menéndez, Cerro Riscoso y Cordón Situación, ambos sitios se pueden considerar como un centro de diversidad genética, como así también un posible refugio glaciario para el alerce, y además albergan a distintas especies amenazadas. Ambas zonas se encuentran bajo distintos estatus de protección, bajo las figuras de Reserva Forestal Provincial y Parque Nacional respectivamente. Esos sitios se encuentran fuera del área potencialmente forestable. En caso de establecer forestaciones en sus proximidades, se recomienda establecer áreas buffers.

En tanto, las especies vulnerables descritas habitan en sitios que están excluidos de las zonas con potencial biofísico, como bosques muy húmedos y turberas en el caso de la *Batrachyla* antartandica, o en bosques abiertos de *Nothofagus* y bosques mixtos de ciprés, prados de altura y orillas de lagos en el caso del *Hippocamelus bisulcus*.

Debido a la existencia de plantas vasculares endémicas en la cuenca, para las cuales no existen mapas de distribución, se recomienda contemplar su relevamiento durante la planificación de cada proyecto de forestación.

Cuando se analizó la superposición entre elementos de valor especial para la conservación y forestaciones actuales se encontró una plantación de pino ponderosa de 72 ha que coincide con bosques de ciprés y presencia de huemul, en la margen Norte del Lago Cholila. Se recomienda incluir este sitio en el Programa de Monitoreo de Biodiversidad.

## 6.6 Cuenca Futaleufú Sur

### 6.6.1 Descripción general

La cuenca Futaleufú Sur se encuentra en la provincia del Chubut, limita al norte con la Cuenca Futaleufú Norte, al Este con la Cuenca del Río Chubut y al Sur con la Cuenca Carrenleufú. El límite Oeste se corresponde con el límite del área de estudio. Incluye como único centro poblado a la localidad de Trevelin, y los parajes Sierra Colorada, Aldea Escolar y Los Cipreses.

La cuenca tiene una superficie total de 357.122 ha. El Parque Nacional Los Alerces ocupa una superficie de 115.436 ha dentro de la cuenca, es decir casi un 30 % de la misma. El Ordenamiento Territorial de Bosque Nativos incluye unas 93.647 ha, de las cuales 29.956 corresponden a categoría I, 58.589 ha a categoría II y 5103 ha a categoría III. También se cuentan unas 69.047 ha de estepa. La vegetación dominante es el bosque nativo.

El uso principal del suelo dentro del Parque Nacional Los Alerces es básicamente el turístico; fuera del Parque Nacional, la actividad ganadera bovina se concentra mayormente en los bosques y mallines aledaños, y la ganadería ovina se concentra más hacia la estepa, es decir al Este de la cuenca. Existen algunas pequeñas superficies agrícolas, dedicadas en general a la producción de pasturas, forrajes de grano, y otros, que se concentran en las cercanías de la localidad de Trevelin.

## 6.6.2 Potencialidad

### Potencial Biofísico y Calidad de Sitio

El potencial para el desarrollo de las forestaciones es muy importante; este potencial se ubica al este de la cuenca en las zonas de ecotono y estepa. Sólo 2.421 ha han sido forestadas, lo cual corresponde a menos del 0,5% de la superficie de la cuenca. La superficie de aptitud para forestar es de 76.475 ha para pino ponderosa (Tabla 50 y Figura 40) y de 2.221 ha para pino oregón.

Además de la superficie que posee aptitud para la forestación, la cuenca posee extensas áreas donde las plantaciones pueden brindar un importante servicio ambiental, protegiendo el suelo de la erosión, especialmente en las cercanías del pueblo de Trevelin donde la urbanización avanza (mayormente sin una planificación adecuada) y muchas veces son necesarias obras de contención para proteger viviendas que se hicieron al borde de laderas y/o en el medio de las mismas.

Otras áreas susceptibles a forestar son las áreas degradadas, las cuales en esta cuenca suman unas 125.170 ha, de las cuales 88.842 ha están clasificadas como levemente degradado, 35.530 ha como degradado y 798 ha como muy degradado.

Al potencial biofísico definido para pino ponderosa, se agregan 28.032 ha de arbustales y 9254 ha de matorral mixto en diferentes estados de conservación.

### Potenciales Nodos Productivos

La cuenca Futaleufú Sur tiene una superficie potencial de 57.215 ha pero no presenta un nodo productivo propio sino

**Tabla 50. Superficie por calidad de sitio para pino ponderosa en la cuenca Río Futaleufú Sur.**

Clase de Calidad de Sitio	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	231	0
2	13.347	18
3	62.782	82
4	115	0
<b>Total</b>	<b>76.475</b>	

Figura 40. Clases de calidad de sitio para pino ponderosa en la cuenca Futaleufú.

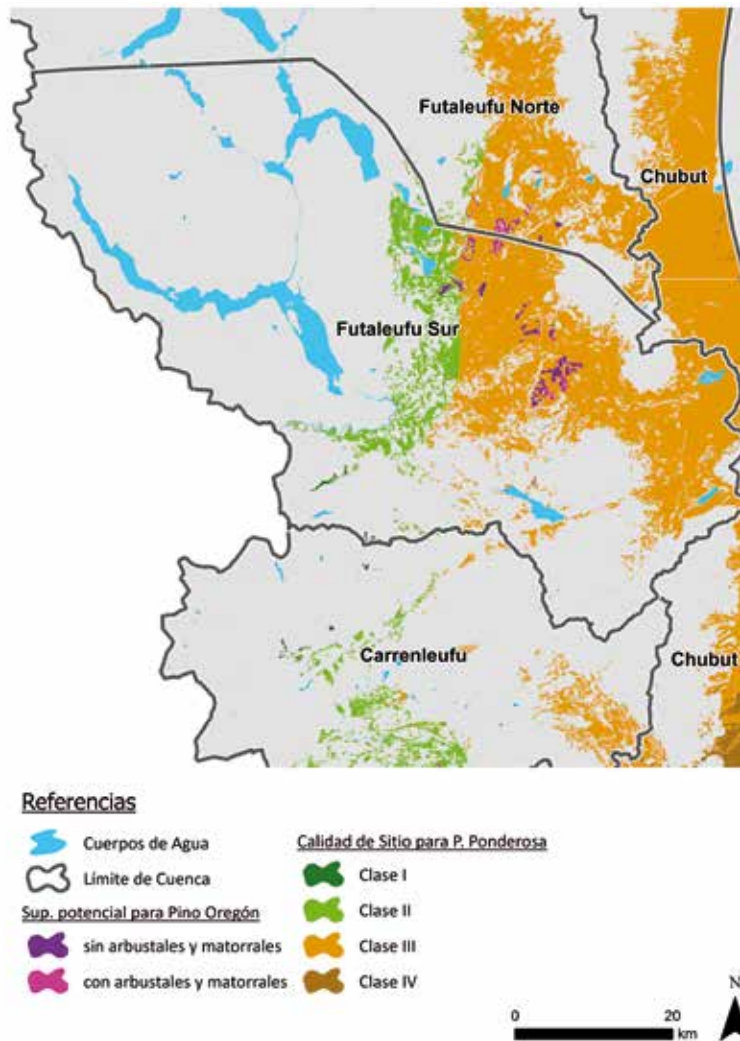


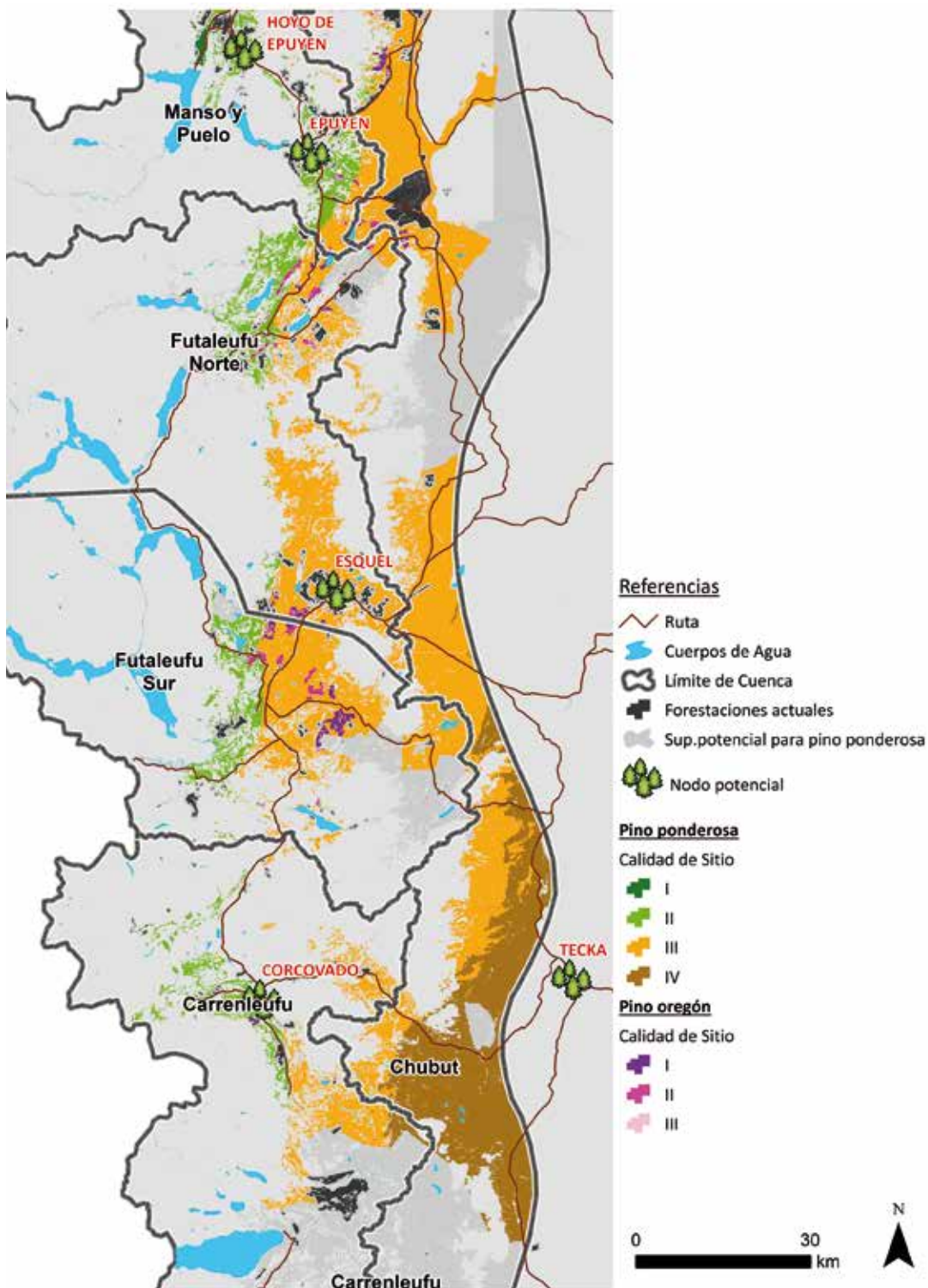
Tabla 51. Clasificación de superficies con potencial de la cuenca Futaleufú Sur que aportan al Nodo Esquel y Nodo Corcovado

Cuenca	Especie	CALIDAD DE SITIO	TIR	ESQUEL	NODO CORCOVADO	TECKA
Futaleufú Sur	p. ponderosa	C1	9,82		101	
		C2	8,5	10.763	213	
		C3	6,2	41.364	1.252	150
		C4	3,5	18		
	p.oregón	Z1 (10-14)	9,27	1.935		
		Z1 (14-18)	9,74	1.420		
		Z2 (14-18)	12,6			
		<b>SUBTOTAL</b>			<b>55.499</b>	<b>1.565</b>

que podría aportar al abastecimiento de materia prima principalmente del nodo Esquel ubicado en la cuenca Futaleufú Norte, y secundariamente al nodo Corcovado de la cuenca Ca-

renleufú. Los resultados se muestran en la Tabla 51. En la Figura 41 se puede apreciar los nodos productivos Esquel, Corcovado y Tecka, que se encuentran fuera de la Cuenca Futaleufú Sur.

Figura 41. Potenciales nodos productivos de la cuenca Futaleufú Sur



### 6.6.3 Vulnerabilidad

#### Estado del Ecosistema

##### Elementos de alto valor para la conservación:

Especies amenazadas:

Huemul (*Hippocamelus bisulcus*), descrito anteriormente.

Rana verde dorada (*Hylorina sylvatica*), ya descrita.

Elementos especiales:

Poblaciones aisladas y genéticamente diferentes de Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*) y Alerce (*Fitzroya cupressoides*).

#### Clases de Prioridad de conservación

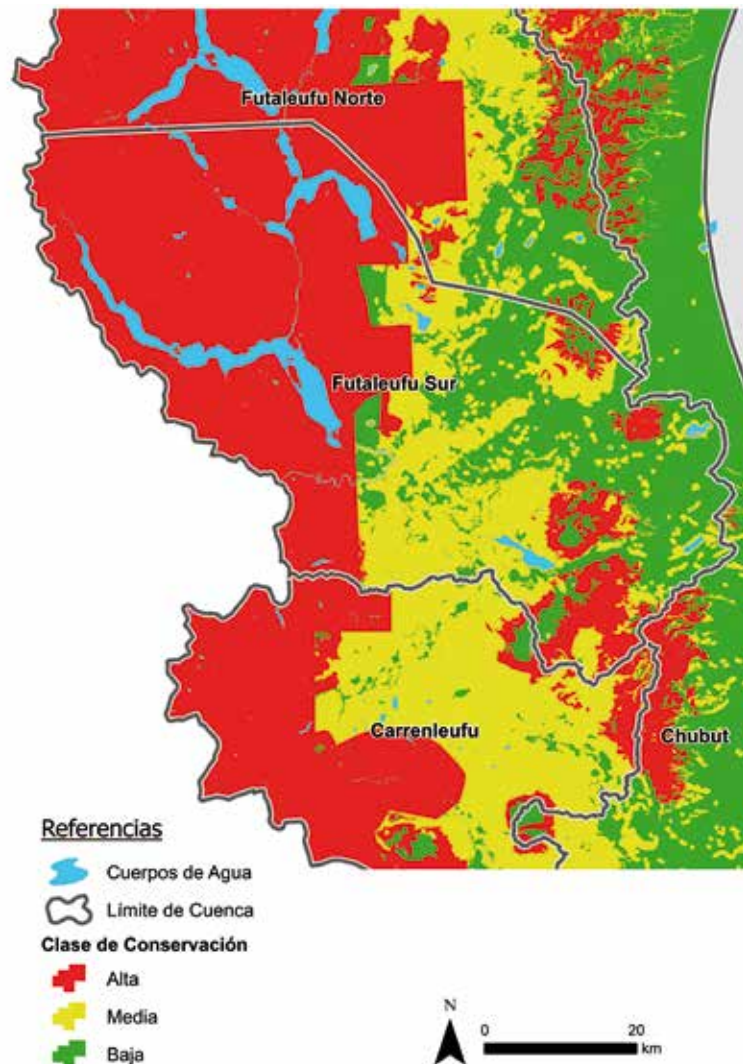
La clasificación de las superficies, según la prioridad para la conservación de los elementos antes descritos, indica que en la cuenca el 21 % es de baja prioridad, el 21 % de media y el 58% restante de alta prioridad (Tabla 52)

Tabla 52. Superficie (ha) por clase de prioridad de conservación en la cuenca Futaleufú Sur

Clase de prioridad	Superficie (ha)
1. Alta	205.621
2. Media	76.266
3. Baja	75.235
<b>Total general</b>	<b>357.122</b>



Figura 42. Clases de valor de conservación definidas para la cuenca Futaleufú Sur.



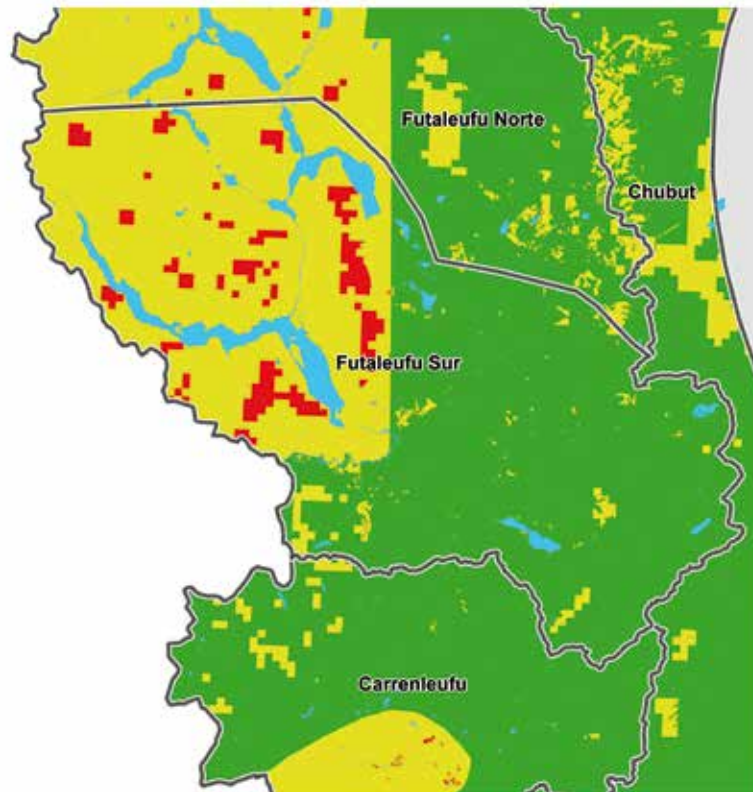
## Clases de Vulnerabilidad

Del análisis de vulnerabilidad surge que en la cuenca existen unas 16.000 ha altamente vulnerables al desarrollo de las forestaciones (5% de la cuenca). La mayor superficie se distribuye entre las clases de vulnerabilidad media (45%) y baja (55%) (Tabla 53 y Figura 43).

Tabla 53. Superficies por clases de vulnerabilidad en la cuenca Futaleufú Sur.

Clase de vulnerabilidad	Superficie (ha)
Alta (rojo)	16.491
Media (amarillo)	195.434
Baja (verde)	145.197
<b>Total</b>	<b>357.122 ha</b>

Figura 43. Clases de vulnerabilidad definidas en la cuenca Futaleufú Sur



### Referencias

- Cuerpos de Agua
- Limite de Cuenca
- Clase de Vulnerabilidad**
- ALTA: 66-100
- MEDIA: 34-65
- BAJA: 0-33



#### 6.6.4 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad productiva y Recomendaciones

En la cuenca Futaleufú Sur los elementos más vulnerables se encuentran hacia el Oeste de la misma, mientras las tierras aptas para forestaciones, se encuentran hacia el Este, por lo que los conflictos para la actividad forestadora se consideran mínimos. La presencia de relictos de bosque nativo con distribución más oriental, deberá ser considerada con especial atención en caso de desarrollar forestaciones, estableciendo buffers sin forestación alrededor de los mismos (se recomiendan áreas buffers de 300 m).

La cuenca Futaleufú Sur tiene una gran proporción de bosque nativo, que se encuentra básicamente el Oeste de la misma. Estos ambientes boscosos son considerados de alto valor de conservación. El huemul, es otro elemento de alto valor de conservación presente en el cuadrante Oeste de la cuenca, principalmente dentro del Parque Nacional Los Alerces y zonas aledañas.

La mayor superficie con aptitud para llevar adelante las forestaciones se encuentra en el cuadrante Este de la cuenca donde los valores asignados de vulnerabilidad se corresponden mayormente con la categoría baja. Para pino ponderosa existen unas 22.310 ha de calidad de sitio III y unas 15.781 ha de calidad de sitio IV, que se encuentran en áreas de vulnerabilidad baja. También se cuenta con otras 10.400 ha de calidad de sitio II, de las cuales la mitad se corresponde con lugares con vulnerabilidad baja. Para pino oregón se detectaron 1.968 ha forestables, ubicadas también en lugares de baja vulnerabilidad. Todas estas áreas son recomendables para realizar forestaciones, especialmente las de mayor calidad de sitio. Muchos de estos sectores coinciden además con zonas degradadas debido a su uso actual. Considerando el escenario de planificación regional estratégica para los próximos 43 años, y una tasa de forestación regional de 2.200 ha/año, en la cuenca del Río Futaleufú Sur podrían forestarse 2.830 ha, en ese periodo. Ésta superficie representa el 3% de la superficie potencialmente forestable en la cuenca. Cuando se analizaron las superposiciones entre forestaciones actuales y elementos de alto valor de conservación se detectaron las siguientes superposiciones, se recomienda incluir estos puntos en el Programa de Monitoreo de Biodiversidad:

**1. Baguilt**, plantación de 415 ha coincide con áreas de distribución de huemul. Se puede incluir en el PBM y seleccionar como indicador el número de fecas u otros signos en plantaciones y ambiente natural vecino.

**2. Laguna larga**, plantación de 77 ha coincide con áreas de distribución de huemul. Estas plantaciones están vecinas al PNLA, y una buena parte de su superficie se quemó hace pocos años. Se puede incluir en el PBM y seleccionar como indicador el número de fecas u otros signos en plantaciones y ambiente natural vecino.

#### 6.7 Cuenca Chubut

##### 6.7.1 Descripción general

La cuenca del Río Chubut tiene una superficie de 824.607 ha e incluye, como únicos centros poblados, a las localidades de El Maitén (4.422 hab.), en la provincia de Chubut, y de Ñorquinco (565 hab.), en la provincia de Río Negro. Se extiende de norte a sur una distancia de unos 280 km de largo, desde el norte de Ñorquinco hasta aproximadamente la latitud de Gobernador Costa, formando en esa zona el límite este del área de estudio.

La vegetación dominante es la estepa subandina, con elementos tales como humedales, roquedales y relictos de bosque nativo sumidos en su matriz. El Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos incluye unas 240.000 ha de bosques, de las cuales aproximadamente la mitad (120.000 ha) están clasificadas como categoría I, 103.000 como categoría II y 18.000 ha como categoría III, que permite cambio de uso.

El principal uso del suelo es la ganadería bovina y ovina, aunque incluye algunas pequeñas superficies agrícolas, dedicadas en general a la producción de pasturas. Un elemento de alto valor de conservación que hoy constituye la base de la actividad ganadera son los mallines y humedales que pueden variar desde menos de una hectárea hasta unas decenas de hectáreas o más y que totalizan una superficie de 9.717 ha en la cuenca.

##### 6.7.2 Potencialidad

##### Potencial Biofísico y Calidad de Sitio

Esta cuenca se caracteriza por poseer un gran potencial para el desarrollo de forestaciones en zonas de estepa y ecotono, que aún no ha sido aprovechado. Sólo un 1 % de la cuenca (9.530 ha) ha sido forestada, especialmente con pino ponderosa. La superficie forestable con pino ponderosa es de unas 854.000 ha, que corresponden en general a las clases III y IV (Tabla 54 y Figura 44). Además, 759 ha son aptas para ser forestadas con pino oregón, de las cuales 725 ha se encuentran en Chubut. De acuerdo a los criterios utilizados por Barbero et al. (2012) para la provincia de Río Negro, existirían unas 1.150 ha aptas para ser forestadas con roble pellín.

Además de la superficie que posee aptitud para la forestación con fines productivos, la cuenca posee extensas áreas donde las plantaciones también pueden brindar un importante servicio ambiental, protegiendo el suelo de la erosión. El uso al que han sido sometidos los suelos del área ha redundado en la degradación de extensas superficies. Unas 477.567 ha se encontrarían degradadas, y 26.634 ha han sido clasificadas como muy de-

Tabla 54. Superficie por calidad de sitio para la plantación de pino ponderosa en la cuenca Chubut.

Clase de Calidad de Sitio	Superficie por tipo fisionómico (ha)			Superficie total	
	arbustal	matorral mixto	estepa subandina	ha	%
I		894	654	1.548	0,2
II	1.239	1.889	12.421	15.549	1,8
III	11.421	774	315.540	327.735	38,3
IV	842	4	166.888	511.719	59,8
<b>TOTAL</b>	<b>13.502</b>	<b>2.667</b>	<b>494.849</b>	<b>855.003</b>	

Tabla 55. Superficie con potencial para forestar y superficie forestada actualmente, por tipo fisionómico

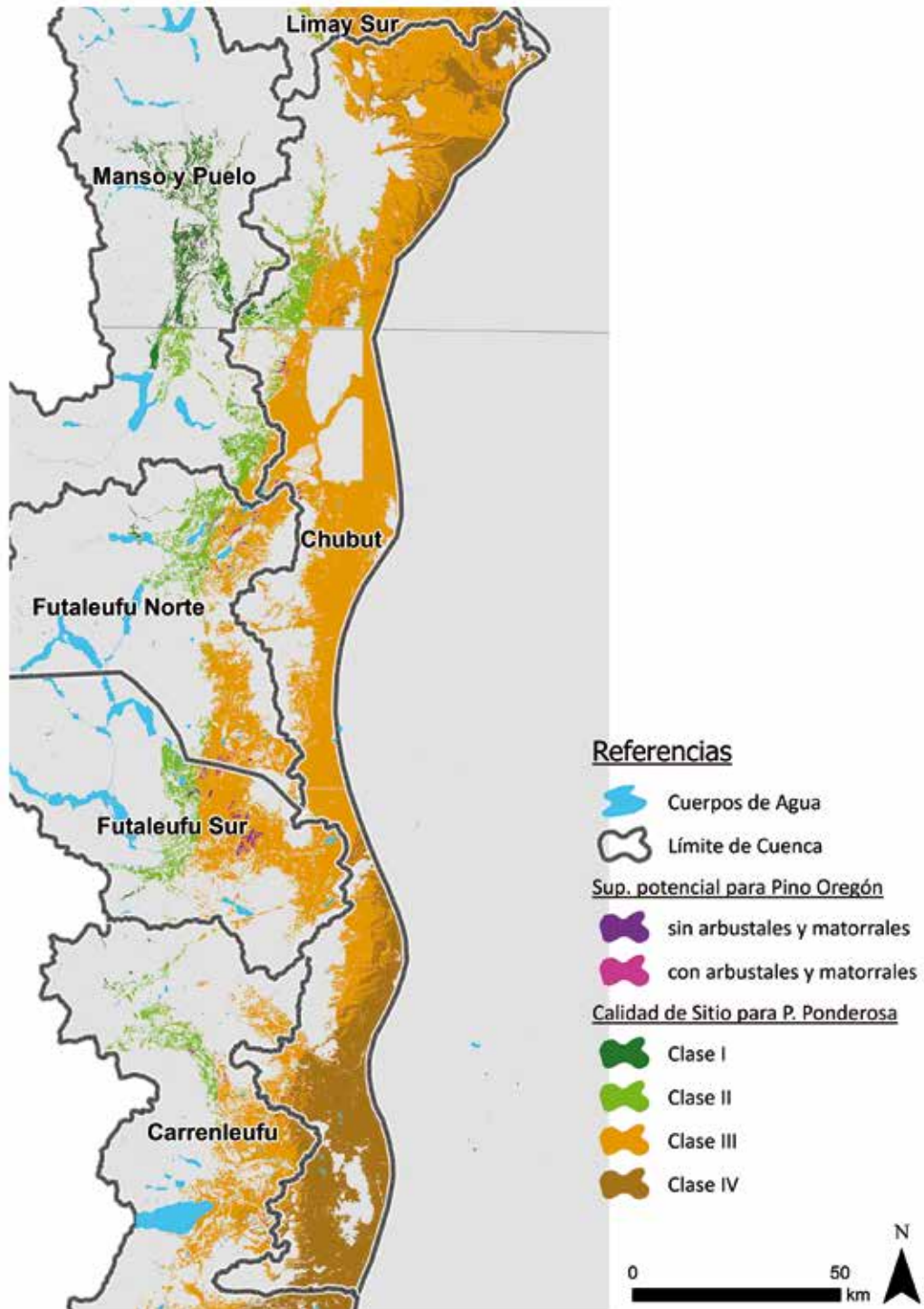
Tipo Fisionómico	Superficie forestable		Superficie forestada	
	(ha)	%	(ha)	%
Estepa graminosa rala	44.612	9%	371	5%
Pradera	9.080	2%	88	1%
Estepa graminosa	59.104	12%	299	4%
Estepa raminosa arbustiva	217.238	43%	2.046	25%
Estepa arbustiva graminosa	66.831	13%	1.643	20%
Estepa arbustiva	71.750	14%	2.997	37%
Erial	27.078	5%	74	1%
Matorral	13.067	3%	520	6%

gradadas. En total, un 61 % de la cuenca se encontraría en esta condición, a lo que debe agregarse 209.565 ha (25%) que se encontrarían en un estado de degradación leve.

Paruelo *et al.* (2004) reconocen ocho tipos de vegetación presentes sobre suelos con potencial biofísico para la implantación

de pino ponderosa (Tabla 55). Se observa que la mayor superficie forestada se encuentra en la estepa arbustiva, graminosa arbustiva y arbustiva graminosa. Si bien esto no es concluyente, podría indicar una tendencia a que se prefiera forestar en situaciones de menor potencial forrajero, en relación a otras áreas más productivas para la ganadería, como las estepas graminosas y praderas.

Figura 44. Clases de calidad de sitio para pino ponderosa de la cuenca Chubut.



## Potenciales Nodos Productivos

La cuenca Chubut podría presentar dos nodos productivos, el nodo Ñorquinco ubicado en la provincia de Río Negro, y el nodo Tecka ubicado al este del límite de la cuenca Chubut. La

superficie potencial del nodo Tecka es de 93.902 ha, de las cuales el 25% corresponde a pino ponderosa de la calidad de sitio III y el resto de la superficie es calidad de sitio IV. La TIR promedio es de 4,2% y la distancia media al nodo 34 km.

Tabla 56. Clasificación de superficies con potencial para pino ponderosa (C I a C IV) y para pino oregón (Zona 1 clase de sitio 14-18) en los Nodos Tecka y Ñorquinco.

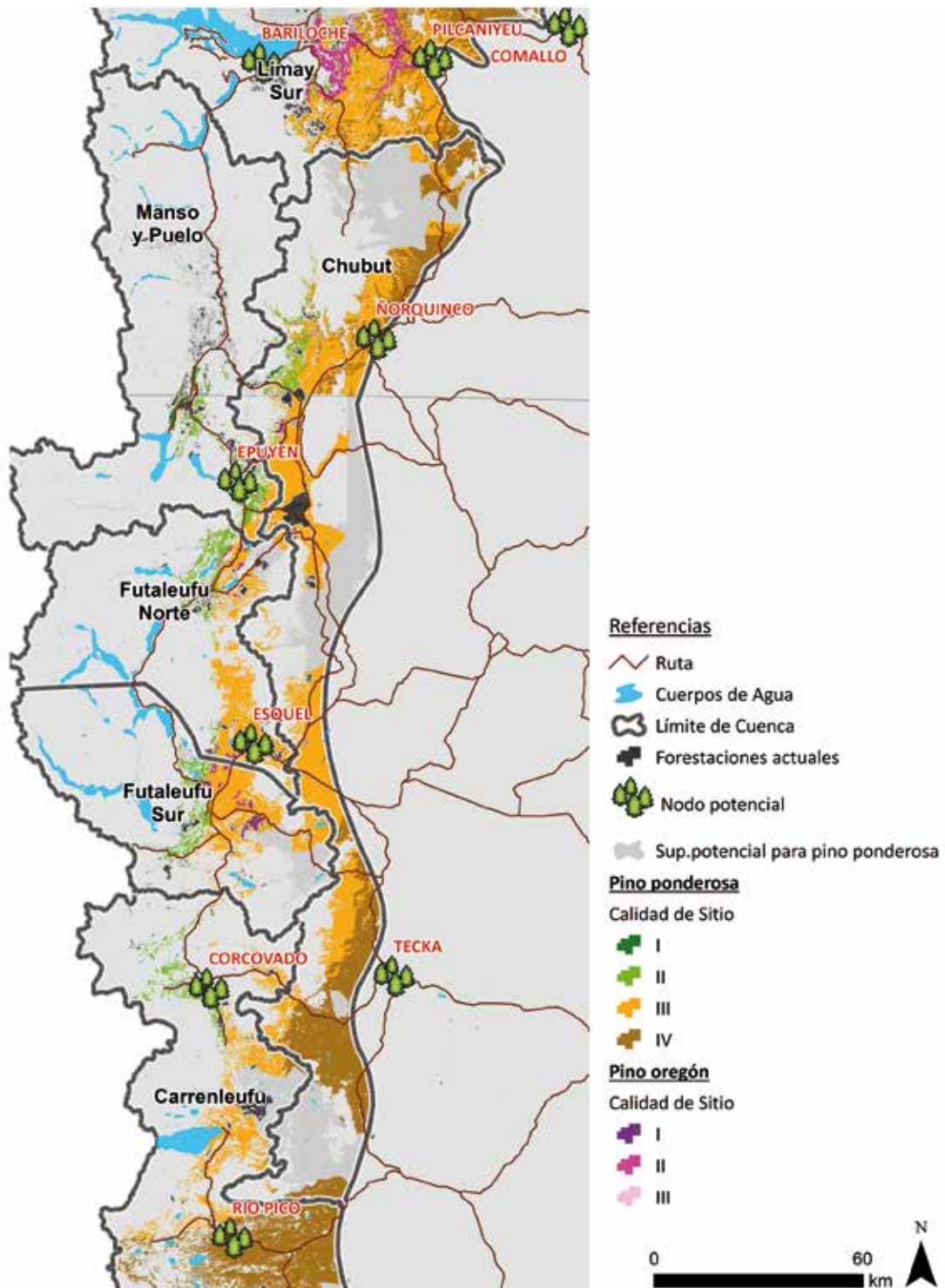
NODO	Especie	CALIDAD DE SITIO	TIR	Chubut (ha)	Carrenleufú (ha)	Futaleufú Sur (ha)	TOTAL
TECKA	Pino ponderosa	CIII	6,2	23.186	5	150	23.341
		CIV	3,5	70.127	435	0	70.562
	TOTAL (ha)			93.313	440	150	93.903
	TOTAL (%)			99%	0,5%	0,2%	100%

NODO	Especie	CALIDAD DE SITIO	TIR	Manso- Puelo (ha)	Chubut (ha)	TOTAL
Ñorquinco	Pino ponderosa	CI	9,8	24	196	220
		CII	8,5	255	6.699	6.954
		CIII	6,2	124	47.918	48.042
		CIV	3,5	41	29.686	29.727
	Pino oregón	Z1 (14-18)	9,7	0	30	30
	TOTAL (ha)			444	84.499	84.943
	TOTAL (%)			1%	99%	100%

Tabla 57. Clasificación de superficies con potencial para pino ponderosa (C I a C IV) y para pino oregón (Zona 1 clase de sitio 14-18) en los Nodos Tecka y Ñorquinco.

Cuenca	Especie	CALIDAD DE SITIO	TIR	NODO			
				EPUYEN (ha)	ESQUEL (ha)	CORCOVADO (ha)	RIO PICO (ha)
CHUBUT	Pino ponderosa	CI		410			
		CII	8,5	5.491	1		
		CIII	6,2	50.991	44.890	6.843	299
		CIV	3,5	1.643	3.134	6.388	8.913
	Pino oregón	Z1 (10-14)	9,27	899			
		Z1 (14-18)	9,74	545			
		Z2 (14-18)	12,6				
SUB TOTAL (ha)			59.980	48.024	13.231	9.212	

Figura 45. Nodos productivos que se abastecerían de la cuenca Chubut (Nodos Tecka y Ñorquinco)



La superficie potencial del nodo Ñorquinco es de 84.943 ha, de las cuales el 56% corresponde a pino ponderosa de calidad de sitio III, según se presenta en la Tabla 56. El promedio ponderado de la TIR es de 5,45% y la distancia media al nodo 25 km.

Por otra parte, la cuenca Río Chubut podría abastecer de materia prima al resto de los nodos propuestos para la provincia del Chubut: Epuyén, Esquel, Corcovado y Río Pico ubicados de norte a sur respectivamente. Los resultados se detallan en la Tabla 57 y la Figura 45.

De acuerdo al escenario estratégico planteado, para el desarrollo de los nodos sería recomendable promover la forestación de unas 200 ha anuales en Tecka y 180 en Ñorquinco (Tabla 17). Probablemente la asignación de materia prima tenga lugar privilegiando otros nodos, como El Maitén en lugar de Ñorquinco o Esquel en lugar de Tecka, lo que dependerá del desarrollo de la actividad privada industrial en las localidades de la región.

### 6.7.3 Vulnerabilidad

#### Estado del Ecosistema

##### Elementos de alto valor para la conservación:

Especies amenazadas: Huemul (*Hippocamelus bisulcus*)

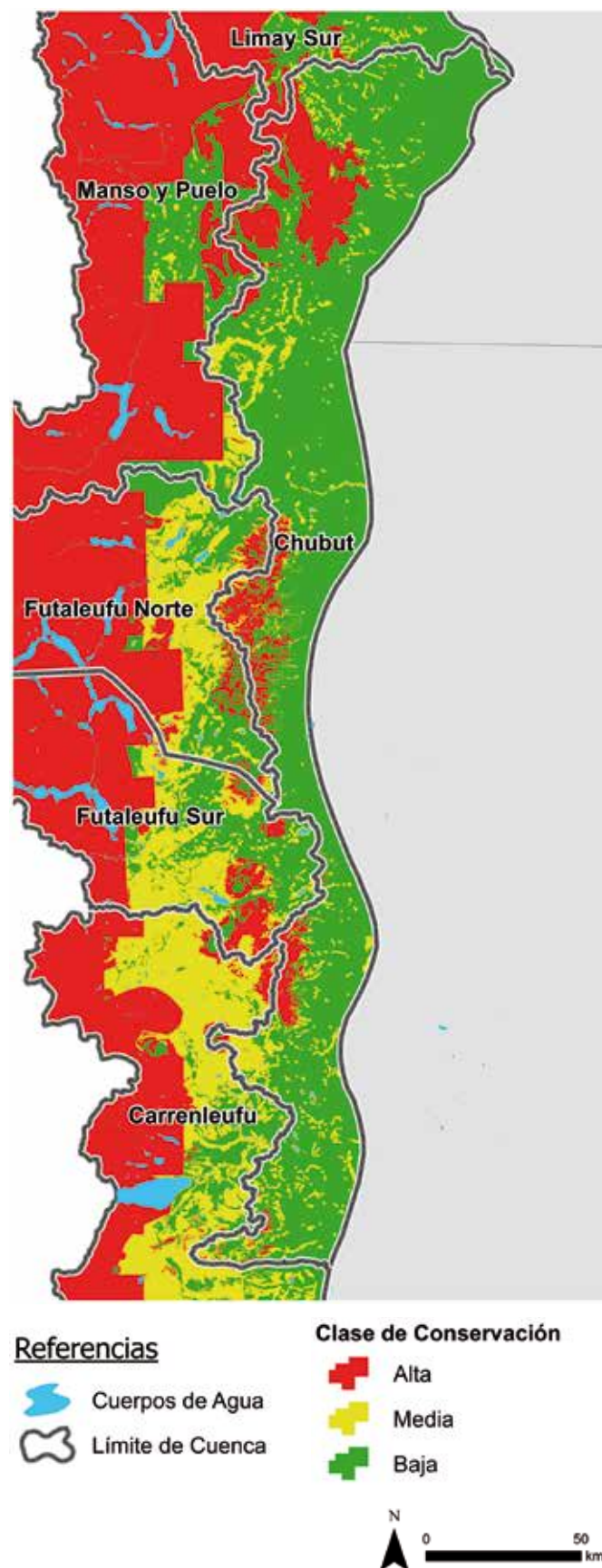
##### Ranita solitaria (*Atelognathus solitarius*).

**Distribución:** Se conoce para el arroyo Las Bayas, Pilcaniyeu (Río Negro). A 900 m s.n.m. **Hábitat:** Habita arroyos rocosos en planicies volcánicas en la zona de Pilcaniyeu. Es bastante tolerante a la sequía y ha sido encontrada bastante lejos de los cuerpos de agua, incluso al medio día durante los meses de verano. No se conoce si esta especie puede sobrevivir en ambientes degradados. **Estatus:** Vulnerable a nivel internacional, e "insuficientemente conocida" a nivel nacional (Vaira et al. 2012), dado que sólo existen registros para una localidad. El sobrepastoreo ovino es una de sus principales amenazas.

#### Clases de Prioridad de conservación

La mayor parte de la cuenca (631.609ha, 77 %) tendría una baja prioridad de conservación, mientras que 113.707 ha (14 %) tendrían una alta prioridad y 79.291 ha (10%) tendrían una prioridad media. La superficie clasificada como de alta vulnerabilidad se concentra en tres sectores, uno al noreste de la localidad de Ñorquinco, otro en los faldeos del cordón montañoso ubicado al norte de la ciudad de Esquel, y el tercero en los faldeos de dos cordones ubicados al sureste de Lago Rosario. Los tres sectores corresponden a laderas pobladas por bosques que constituyen el límite oriental de la distribución del bosque

Figura 46. Clases de valor de conservación definidas para la cuenca Chubut en las áreas libres de bosque.



nativo. La Figura 46 presenta las clases de valor de conservación definidas para la cuenca.

### Clases de Vulnerabilidad

La mayor parte de la cuenca (71 %) tendría una baja vulnerabilidad (553.206 ha), y un tercio (270.999 ha) tendría una vulnerabilidad media a las forestaciones. El área con alta vulnerabilidad es muy reducida (401,7 ha) (Figura 47).

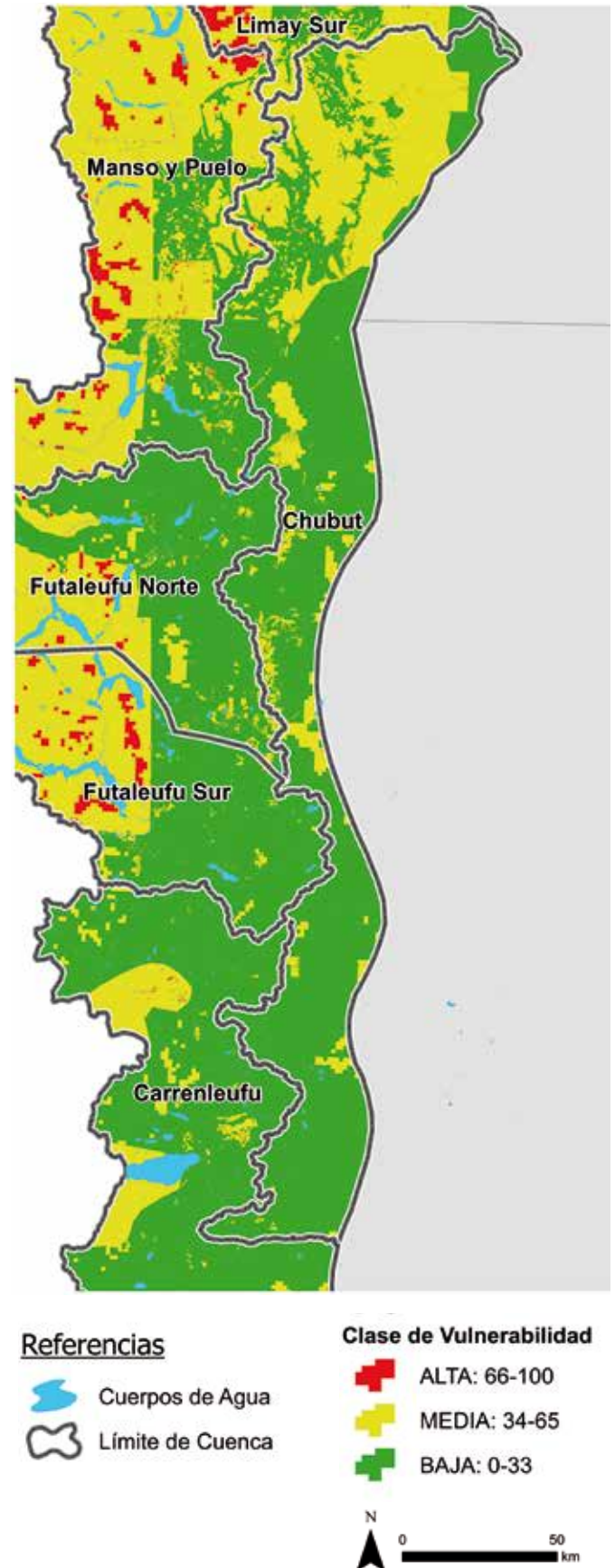
#### 6.7.4 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad productiva y Recomendaciones

La cuenca posee una superficie forestable con calidad de sitio II para pino ponderosa de alrededor de 15.500 ha. Este área coincide mayormente con clases de prioridad de conservación baja a media (clases III y IV), fuera del bosque nativo, por lo que podría ser objeto de forestación en el marco regulatorio actual. Esto sugiere que la superficie forestada de la cuenca podría duplicarse o triplicarse en el corto plazo, en buenos sitios y sin afectar áreas de valor prioritario de conservación. Además el manejo adecuado de las forestaciones permitiría dar márgenes aún mayores de seguridad a la conservación de la biodiversidad. Otro aspecto de interés en esta cuenca es la gran cantidad de superficie de calidad de sitio III, que en buena parte coincide con situaciones de suelo degradado o muy degradado, donde el costo de oportunidad es bajo (actualmente hay una tendencia a forestar sólo en las partes más degradadas de los campos). Un aspecto que vale la pena resaltar es que en ambientes muy degradados, el incremento en la cobertura de vegetación y los aportes de materia orgánica, podrían contribuir en una mejora de los suelos.

Considerando un escenario en el que se foreste a una tasa de 430 ha/año, al cabo de 43 años (turno de corta), habría una superficie de 18.700 ha. Constituido este capital, podría esperarse un ingreso anual de madera al mercado de 48.000 m<sup>3</sup> procedentes de raleo y 175.000 m<sup>3</sup> procedentes de tala rasa, que podrían motorizar una importante expansión industrial en la región. Estas forestaciones podrían abastecer el nodo productivo Tecka. Éste tendrá una rentabilidad menor que el nodo Ñorquinco, por su ubicación y condición actual, pero sin embargo, tiene más posibilidades de desarrollarse. En este sentido, hay una disponibilidad de tierras suficiente, con bajo costo de oportunidad.

Por otra parte, considerando los resultados obtenidos del Taller de trabajo realizado en Esquel, se observa como viable un nodo en la localidad de El Maitén o en la propia Estancia Leleque, ya

Figura 47. Vulnerabilidad a las plantaciones en la cuenca del Chubut.



que actualmente la misma cuenta con una superficie implantada de más de 6.000 ha. Es de prever que la Estancia Leleque mantenga el ritmo de plantación actual y en ese escenario, es posible que desarrolle su propio nodo industrial. Actualmente, no se cuenta con proyecciones oficiales por parte de los propietarios de la Estancia en ese sentido.

Desde el punto de vista de la vulnerabilidad de los ambientes, cabe mencionar que esta cuenca junto con la cuenca Neuquén Norte, tiene una baja proporción de bosque nativo. Sin embargo, los bosques nativos presentes en la cuenca, constituyen el límite Este de su distribución, y es probable que constituyan refugios glaciales. Los bosques relictuales tienen un alto valor de conservación tanto por su biodiversidad de especies como genética. En este sentido, deben tomarse los recaudos necesarios para la protección de los relictos, como la estricta observación de zonas buffer de por lo menos 300 m en torno a los mismos, y la especial atención en aquellas zonas donde el bosque pueda estar avanzando en un proceso de recolonización, que debe ser previsto y favorecido.

Un elemento de alto valor de conservación que posiblemente esté presente en la cuenca, es el huemul. Ha sido encontrado en dos cuadrículas, en el límite con la cuenca Manso-Puelo. En las cercanías de estas cuadrículas, y a nivel predial, debería analizarse este aspecto para el diseño de las forestaciones, considerando además, otros factores que amenazan a la especie como la caza y la predación por perros. La densidad de forestaciones actuales y la previsión del aumento de las mismas, permiten inferir que las forestaciones no representarían una amenaza para la especie. Otro elemento de valor de conservación es la rana *Atelognathus solitarius*, que ha sido identificada en arroyos rocosos de Pilcaniyeu. Su presencia implica la necesidad de una estricta observación de los buffers a este tipo de cursos de agua en la zona.

No se detectaron superposiciones entre plantaciones actuales y elementos de valor especial para la conservación.

## 6.8 Cuenca Carrenleufú

### 6.8.1 Descripción general

Esta es la cuenca ubicada más al sur del área de estudio, con una superficie de 636.986 ha. Presenta como límites, al Norte la Cuenca Futaleufú Sur, al Este la Cuenca Río Chubut, al Sur el paralelo de 44° 30' y al Oeste el límite internacional con Chile. Las localidades y parajes más importantes son Corcovado y Carrenleufú al norte, y Río Pico al sur. A la Cuenca por el norte se accede a través de la ruta 259 hasta Corcovado, que continua pasando por Carrenleufú hasta el límite internacional que lleva a la localidad de Palena (Chile). Entre Corcovado y Río Pico se extiende la ruta 17, que se une a la 44 y por último a la 19, que al este se vincula a la ruta 40 y al oeste llega a otro paso internacional.

Al oeste de la Cuenca se extiende el bosque nativo sobre 271.000 ha (43 % de la cuenca). Dominan formaciones puras de *Nothofagus pumilio* en las partes más altas, con 96.000 ha y *Nothofagus* antártica en el fondo de los valles, sobre 156.000 ha. En el norte de la cuenca aparecen algunas extensiones de *Austrocedrus chilensis* y en menor medida de *Nothofagus dombeyii* (Tabla 58). También presenta matorrales mixtos sobre 13.000 ha y arbustales sobre 42.000 ha. Las estepas cubren 192.000 ha, dominando las del tipo gramínea - arbustiva, seguidas por estepa gramínea con diferentes niveles de cobertura, según la presión histórica de uso, y en menor proporción otras variantes (ej. Arbustiva - gramínea, arbustivas, etc.), que parecieran ser versiones deterioradas de las dos primeras. Se destacan también los mallines, que ocupan 17.000 ha (2,6 % del total de la cuenca y 4,6% de las áreas sin bosque). Sobre las últimas se sustenta la mayor parte de la productividad primaria neta forrajera para la ganadería extensiva de bovinos y ovinos, que es la principal actividad económica de la cuenca (Paruelo *et al* 2004).

Según el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos, en la Cuenca habría 94.920 ha de la Clase I (roja), 286.884 ha de la Clase II (amarilla) y tan solo 64 ha de la Clase III (verde).

Tabla 58. Superficies por tipo de vegetación de la Cuenca Carrenleufú

Lenga	Ñire	Cipres de la cordillera	Coihue	Total bosque	Matorral mixto	Arbustal	Estepa	Mallines
96.304	155.831	4.464	14.775	271.374	13.074	42.145	192.116	16.718

### 6.8.3 Potencialidad Productiva Potencial Biofísico y Calidad de Sitio

La Cuenca Carrenleufú, presenta un potencial biofísico para el desarrollo de pino ponderosa de 175.000 ha de estepas y 38.500 ha de matorrales y arbustales, que en parte podrían ser forestables. Tan solo se han detectado 600 ha con potencial para pino oregón (Tabla 59).

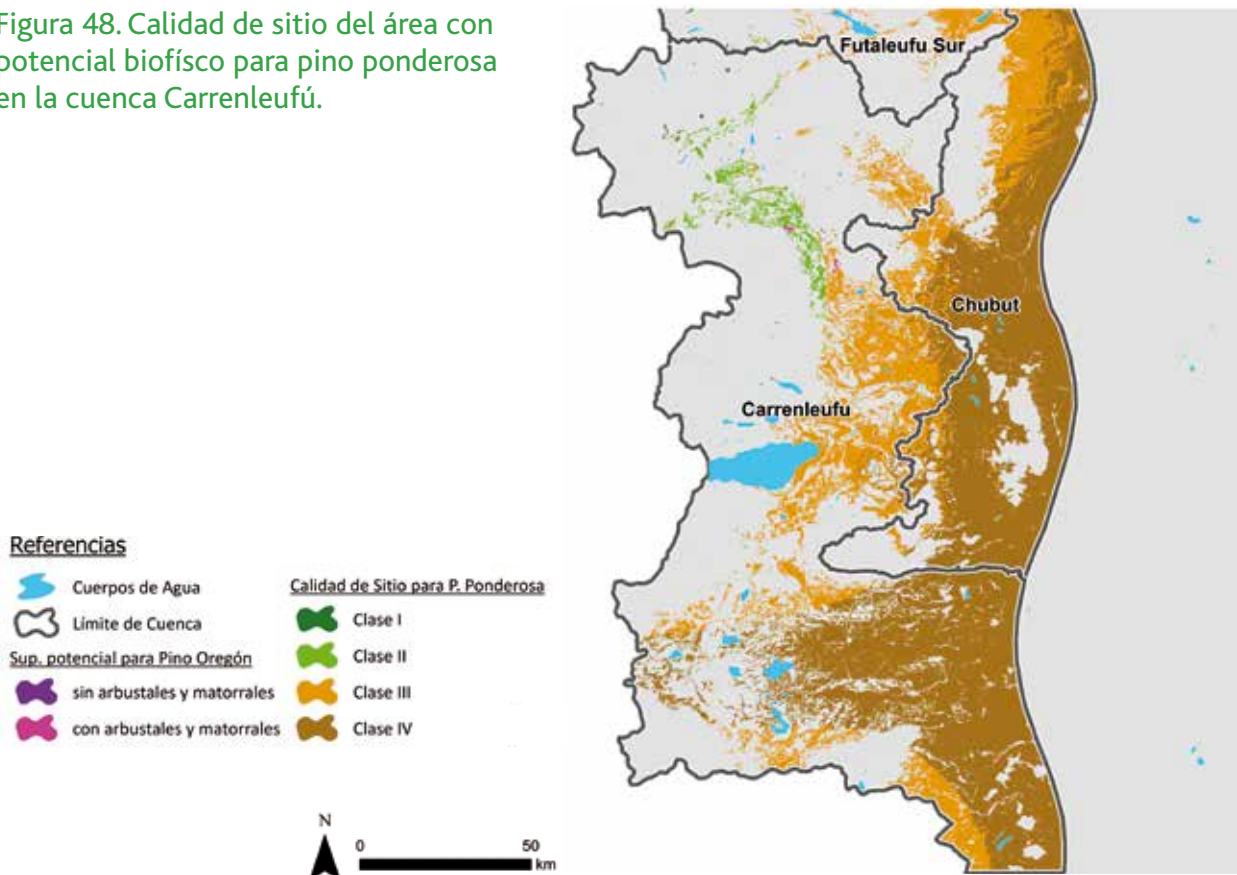
Dada las menores temperaturas por la mayor latitud y altitud, así como la presencia de suelos con escasa profundidad, las productividades son relativamente bajas, reduciéndose de norte al sur de la Cuenca. Predomina la calidad de sitio IV, con 116.000 ha, seguida por la calidad de sitio III con 55.000 ha (Tabla 59 y Figura 48).

De las extensas superficies forestales de la cuenca, tan solo existen 8.484 ha implantadas, dominadas por pino ponderosa

Tabla 59. Distribución de superficie por calidad de sitio de las áreas con potencial biofísico para pino ponderosa en la Cuenca Carrenleufú

Calidad de Sitio	Estepa	Matorral	Arbustal	Total
I	47	130	39	216
II	3.043	4.601	1.614	9.258
III	54.986	2.086	19.028	76.100
IV	116.786	2.937	8.020	127.744
<b>TOTAL</b>	<b>174.863</b>	<b>9.754</b>	<b>28.701</b>	<b>213.318</b>

Figura 48. Calidad de sitio del área con potencial biofísico para pino ponderosa en la cuenca Carrenleufú.



(4 % del potencial biofísico). Debe destacarse, sin embargo, que en los últimos años esta zona es la que ha mostrado cierta continuidad de la actividad forestadora en la provincia del Chubut.

### Distribución de los tipos de vegetación de las tierras forestables y las forestadas

Utilizando una cobertura de vegetación elaborada por Paruelo *et al.* (2004) con imágenes Landsat de 1996 y la cobertura actual de plantaciones, se ha podido analizar los tipos de vegetación que predominaban previo a la forestación. Surge que la estepa graminosa rala, los eriales y la estepa arbustiva - graminosa fueron los tipos de vegetación preferidos, ya que su participación relativa en las tierras forestadas es mayor que en las tierras forestables (Tabla 60). Ello implicaría que en la toma de decisiones, los dueños de la tierra han preferido forestar sitios degradados, de escasa o nula producción forrajera y con predominio de suelo desnudo, susceptible a la erosión eólica e hídrica. De esta manera, si bien las forestaciones de esta cuenca, comparadas con otras del norte presentan relativamente baja productividad, estarían jugando un importante rol en revertir dichos procesos de degradación, al controlar en primera instancia la erosión y, en el largo plazo, contribuir para la producción de madera, si fueran manejadas adecuadamente.

### Potenciales Nodos Productivos

La cuenca Carrenleufú podría generar un nodo productivo en el norte, sobre la localidad de Corcovado, y otro en el sur, en la localidad de Río Pico (Figura 49). Ambos se abastecerían principalmente de materia prima proveniente de la cuenca Carrenleufú y de potenciales plantaciones ubicadas en la cuenca del Río Chubut.

La superficie potencial total para el nodo Corcovado es de 47.000 ha, de las cuales existen unas 9.000 ha de calidad de sitio II, pero predomina la calidad de sitio III sobre 29.000 ha (62% de la superficie asignada al nodo). El promedio ponderado de la TIR es de 6,25% (Tabla 61), y la distancia media al nodo 26 km.

La superficie potencial para el nodo Río Pico es de 136.000 ha de las cuales 32.000 ha (24%) corresponde a la calidad de sitio III, y el resto a la calidad de sitio IV. El promedio ponderado de la TIR es de 4,15% y la distancia media al nodo 29 km, según se muestra en la Tabla 61.

De acuerdo al escenario estratégico planteado, para el desarrollo de los nodos sería recomendable promover la forestación de unas 80 ha anuales en Corcovado y 290 en Río Pico (Tabla 17).

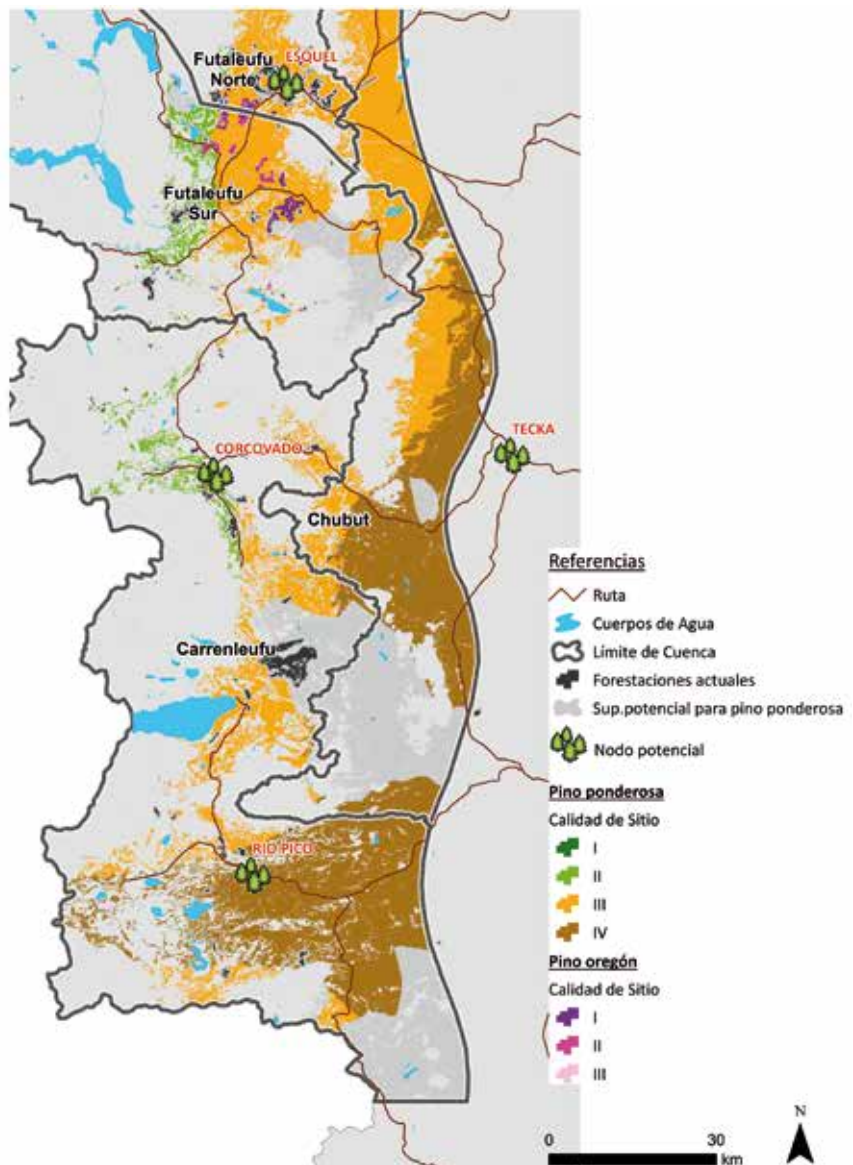
Tabla 60. Superficies de los tipos fisionómicos de la vegetación en las forestaciones y tierras forestables en el área de estudio.

Tipo fisionómico	Forestable (ha)	%	Forestado (ha)	%
Bosque nativo	9.346	4	202	4
Estepa graminosa rala	4.868	2	556	10
Pradera	9.882	5	147	3
Estepa graminosa	50.658	24	682	13
Estepa graminosa arbustiva	89.946	42	1.160	22
Estepa arbustiva graminosa	11.083	5	1.327	25
Estepa arbustiva	4.621	2	96	2
Erial	9.967	5	560	11
Matorral	23.574	11	571	11
<b>TOTAL</b>	<b>213.945</b>	<b>100</b>	<b>5.301</b>	<b>100</b>

Tabla 61. Superficies potencialmente forestables con pino ponderosa (Pipo) y pino oregón (Pior) asignadas a los nodos Corcovado y Río Pico, discriminadas por cuenca de origen y calidad de sitio

Spp	Calidad de sitio	TIR	Nodo Corcovado				Nodo Río Pico		
			Chubut	Carrenleufú	Futaleufú	Total	Chubut	Carrenleufú	Total
Pipo	I	9,8	-	227	101	328	-	-	0
	II	8,5	-	8.948	213	9.161	-	46	46
	III	6,2	6.843	20.884	1.252	28.979	299	32.323	32.622
	IV	3,5	6.388	1570		7.958	8.913	94.739	103.652
	SUBTOTAL		13.231	31.629	1.566	46.426	9.212	127.108	136.320
Pior	Z1 (10-14)	9,3	-	187	-	187	-	-	0
	Z1 (14-18)	9,7	-	2	-	2	-	-	0
	Z2 (14-18)	12,6	-	160	-	160	-	-	0
	SUBTOTAL		-	349		349	-	-	0
	TOTAL		13.231	31.978	1.566	46.775	9.212	127.108	136.320

Figura 49. Potenciales nodos productivos de la cuenca Carrenleufú (Corcovado y Río Pico).



## 6.8.4 Vulnerabilidad

### Estado del Ecosistema

#### Elementos de alto valor para la conservación

##### Sitios Prioritarios:

**Corcovado:** En el arroyo Comisario se ubica el límite de distribución sur de ciprés de la cordillera. Entre las localidades de Corcovado y Carrenleufú existen poblaciones de ciprés de las guaitecas. Las Pampas: aunque no ha sido determinado con precisión, al oeste de Río Pico, cercano al paraje Las Pampas, se ubica el límite sur de distribución del coihue (*Nothofagus dombeyii*) en Argentina. Son formaciones discontinuas, puras y en una transición de mezcla con ñire y lenga.

**Vintter:** En la zona de Lago Vintter se encuentra el límite sur de distribución de la caña colihue (*Chusquea culeou*). También se ha registrado la presencia de ciprés de las guaitecas y de huemules. En la isla de los Conejos hay una colonia de cormorán imperial asociada a un cuerpo de agua dulce.

Especies en peligro:

Huemul (*Hippocamelus bisulcus*): ver pto 5.4

### Gallineta chica (*Rallus antarcticus*).

**Distribución:** Ambientes acuáticos andinopatagónicos que se extienden desde Río Negro hasta Tierra del Fuego, aunque los registros actuales son sumamente escasos. **Hábitat:** Humedales de la estepa patagónica que están asociados a cuerpos de agua, como mallines, arroyos, lagunas y costas de lagos. Los ambientes que utiliza se caracterizan por la presencia de un colchón de juncos muertos y quebrados. Por otro lado, en los alrededores de los mismos, se suelen encontrar campos densos de hierbas acuáticas de 5 a 15 metros de ancho. **Estatus:** En peligro a nivel nacional y vulnerables según la IUCN.

Elementos especiales:

- Poblaciones aisladas y genéticamente diferentes de Ciprés de las Guaitecas.
- Localidades de ocurrencia de plantas vasculares endémicas.

### Degradación

La cuenca Carrenleufú presenta ambientes en buen estado de conservación del suelo, pero otros con distintos niveles de impacto (Tabla 62). Según el análisis descripto previamente, se destacan unas 75.000 ha entre degradado y muy degradado (22 % del área libre de bosque).

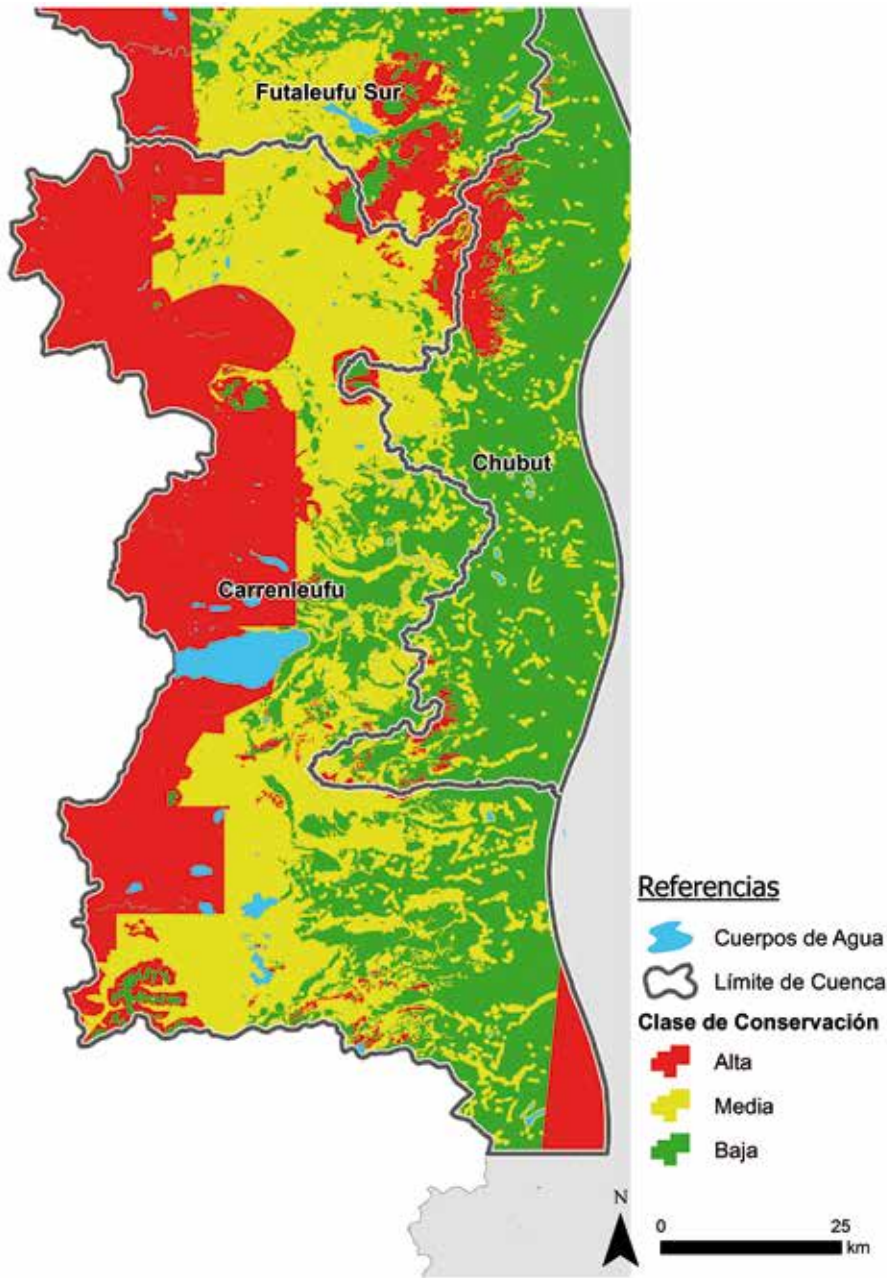
Tabla 62. Superficies por clase de degradación de la cuenca Neuquén Norte

Clase de degradación	Superficie (ha)
Muy degradado	1.998
Degradado	73.654
Levemente degradado	200.077

Tabla 63. Superficie por clase de prioridad de conservación en la Cuenca Carrenleufú

Clase de prioridad	Superficie (ha)
1. Alta	244.612
2. Media	244.864
3. Baja	147.510
Total	636.986

Figura 50. Clases de valor de conservación definidas para la cuenca Carrenleufú.



### Clases de Prioridad de conservación

Existen 245.000 ha de alta prioridad para la conservación (38%), siendo en su mayor parte bosque nativo, seguido de una superficie equivalente de prioridad media (Tabla 63). El resto del área, que no presenta altos valores de conservación, asciende a 148.000 ha.

La Figura 50 presenta las clases de valor de conservación definidas para la cuenca.

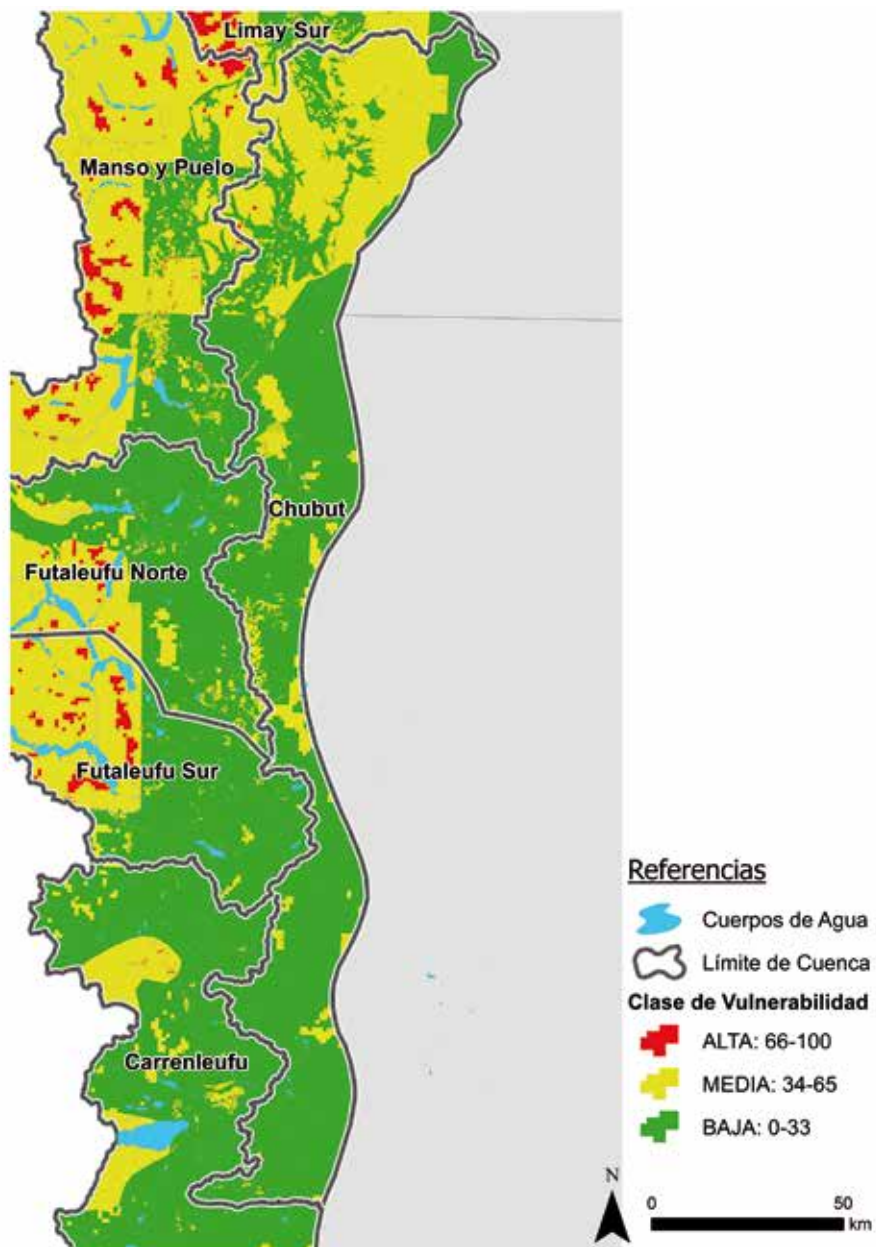
### Clases de Vulnerabilidad

La cuenca no presenta un riesgo de vulnerabilidad alto por efecto de potenciales forestaciones. El 85% de la superficie de la cuenca

Tabla 64. Superficies por clases de vulnerabilidad en la cuenca Carrenleufú.

Clase de vulnerabilidad	Superficie (ha)
Alta (rojo)	256
Media (amarillo)	251.490
Baja (verde)	385.240
<b>Total</b>	<b>636.986</b>

Figura 51. Clases de vulnerabilidad para la cuenca Carrenleufú



se ha clasificado como de baja vulnerabilidad, siendo el resto, casi en su totalidad, de vulnerabilidad media (Tabla 64 y Figura 51).

### 6.8.5 Análisis de Vulnerabilidad/Potencialidad productiva y Recomendaciones

La Cuenca Carrenleufú presenta extensas superficies forestables, pero de baja productividad. Los valores de conservación en general se ubican al oeste, en ambientes de bosque nativo, y por lo tanto no se visualizan potenciales riesgos por el desarrollo forestal.

La productividad de las tierras forestables en esta cuenca es baja, en comparación con las cuencas del norte, dominando las calidades de sitio III y IV. Sin embargo, existen superficies extensas degradadas con escasa cobertura de vegetación y/o dominada por arbustos producto del sobrepastoreo, que conservan sus propiedades biofísicas para forestaciones. Las plantaciones en estos sitios, que prácticamente no presentan un uso posible alternativo del suelo, pueden producir mejoras ambientales, interrumpiendo procesos de erosión y generando condiciones para la restauración ambiental y en el largo plazo una producción forestal sostenida. Actualmente se han iniciado investigaciones para el desarrollo de sistemas silvopastoriles, que de resultar factibles, también contribuirían a la recuperación productiva. Cabe aclarar, que para ello es indispensable que las plantaciones actuales y las futuras sean manejadas silviculturalmente. De no ocurrir esto, hay alto riesgo que los beneficios potenciales se conviertan en perjuicios ambientales, resultando su promoción un despropósito.

Se han definido como potenciales Nodos de abastecimiento productivo Corcovado y Rio Pico. Estos dos nodos podrían abastecerse de las forestaciones existentes, al presente hay 8.484 ha forestadas con pino ponderosa. De acuerdo a los objetivos planteados en la planificación estratégica, podría forestarse 7.800 ha adicionales. Para alcanzar este objetivo deberían forestarse 180 ha/año, durante los próximos 15 años. Estas metas parecieran perfectamente realizables considerando que en la cuenca existen alrededor de 25.000 ha de los tipos de vegetación que los productores han mostrado voluntad de plantar (eriales, estepas gramíneas ralas y gramíneas - arbustivas). Como fue destacado para el resto de las cuencas a nivel regional, debe volver a remarcarse que para el logro efectivo de los objetivos planteados, tanto en términos productivos como para la conservación de la biodiversidad, resulta indispensable que las forestaciones se planifiquen y manejen silviculturalmente; de no ser así es altamente probable que los perjuicios sean mayores que los beneficios.

Existen sitios prioritarios asociados a la presencia del límite de distribución del ciprés de la cordillera, coihue, caña coligue y relictos de ciprés de las guaitecas y la presencia de plantas vasculares endémicas. En las áreas donde están las especies de alto valor de conservación, se recomienda dejar buffers no menores a 300 m. Las áreas buffers no deberían ser forestadas. Proyectos de forestación cercanos a estas zonas, en general ubicadas al oeste de las áreas con potencial biofísico, podrían incluir reforestación con la especie nativa correspondiente al ambiente, para favorecer la expansión y conectividad. Especial atención en este aspecto debería darse al ciprés de las guaitecas, para su reforestación en mallines y perimallines húmedos.

Se han detectado posibles superposiciones de plantaciones actuales con elementos de valor especial para la conservación en dos sitios: en proximidades del Lago Vintter, hay una plantación de pino ponderosa de 55 ha, vecina a un área en la que se menciona presencia de Huemul, y *Pilgerodendron uviferum* (ciprés de las Guaitecas), especie considerada Vulnerable según IUCN (2014). También hay poblaciones de *Chusquea culeou*, en el límite Sureste de su área de distribución. No se puede precisar que exista superposición, en base a las definiciones obtenidas mediante las coberturas actuales (GIS), este punto será incluido en el PMB. Otro sitio se encuentra próximo a la localidad de Corcovado, donde varias forestaciones de pino, coinciden con poblaciones de *Austrocedrus chilensis* en el límite Sur de su área de distribución, al igual que con poblaciones pequeñas de *Pilgerodendron uviferum*. El área específica en la que se encuentran las poblaciones de ambas especies de ciprés no está bien delimitada, este punto será incluido en el PMB.

Respecto a especies en peligro de extinción se destaca la presencia de Huemul, que se ha identificado dentro del bosque nativo, al oeste de la cuenca y, por lo tanto, con bajo riesgo de ser impactado por las forestaciones productivas. Se deberían evitar plantaciones en el límite oeste del potencial biofísico que pudiera perjudicar la conectividad norte - sur entre los sitios en los que se ha registrado la especie.

Respecto a la gallineta chica, que se desarrolla en bordes de lagos y humedales, se recomienda dejar áreas buffers no menores a 300. Los mallines se consideran no forestables, en los bordes de los mismos se recomienda no forestar donde predominan la combinación de juncos y festucas, en cambio la zona donde predomina la *Pappostipa* podría ser forestada a baja densidad, y manteniendo la cobertura arbórea por debajo del 50% mediante raleos y podas, que permitan el desarrollo de especies heliófilas del perimallin y minimizar el consumo de agua de los árboles.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andenmatten, E. y F. Letourneau. 1997.** Tablas de Volúmen de rodal para *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco y *Pinus ponderosa* (Dougl.) Laws de aplicación en la región andino patagónica de las provincias de Chubut y Río Negro, Argentina, IUFRO Conference Proceeding. Modelling growth of fase-grown trees species. Valdivia, Chile, Septiembre 1997. pp 146-154.
- Andenmatten E. y Letourneau F. 1998.** Curvas de índice de sitio y crecimiento en altura para pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) de aplicación en la región Andino Patagónica de Chubut y Río Negro, Argentina. Revista de la Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 103 (1): 69-75.
- Andenmatten E., C. López C y F. Letourneau. 2002.** Método del sitio de referencia para la estimación predial de calidad de sitio INTA, EEA Bariloche. Campo Ftal. General San Martín. 10 p.
- Andenmatten y Letourneau 2003.** Predicción y proyección del rendimiento de pino ponderosa en las provincias de Chubut y Río Negro, Argentina. Revista de Ciencias Forestales: Quebracho 10: 14-25
- Barros V., V. Cordon, C. Moyano, R. Mendez, J. Forquera, O. Pizzio 1983.** Cartas de precipitación de la zona Oeste de las provincias de Río Negro y Neuquén. Universidad Nacional del Comahue, Centro Nacional Patagónico - CONICET. Argentina. 40p.
- Bianchi M.M. (2007).** El cambio climático durante los últimos 15.000 años en Patagonia Norte: reconstrucciones de la vegetación en base a polen y carbón vegetal sedimentario. Boletín geográfico; Año: 2007 p. 39 - 53
- Brockerhoff, E.G., Jactel, H., Parrotta, J.A., Quine, C.P. y Sawyer, J. (2008).** Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? Biodiversity Conservation, 17, 925-951.
- Broquen P., J. L. Girardin, G. Falbo y O. Alvarez 1998.** Modelos predictores de índice de sitio en *Pinus ponderosa* Dougl. en base a características del suelo andinopatagónico oriental, 37°-41° S, República Argentina. BOSQUE 19(1): 71-79, 1998
- Broquen P. 2002.** Efecto del pino ponderosa sobre el suelo y su relación con la productividad. Jornadas técnicas de divulgación. Grupo suelos - sustentabilidad PIA 04/S005. Asentamiento Universitario San Martín de los Andes. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Chehébar, C., Novaro, A., Iglesias, G., Walker, S., Funes, M., Tammone, M., Didier, K. (2013).** Identificación de áreas de importancia para la biodiversidad en la estepa y el monte de Patagonia.
- Ciari G. 2009.** Transferencia y Exportación de Recursos en una Cuenca Serrana de Patagonia Extra Andina. Tesis para optar por el grado de Magíster, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales-Universidad Nacional de La Plata.
- Clark, W.C., Jager, J., Corell, R., Kasperson, R., McCarthy, J.J.,-Cash, D., Cohen, S.J., Desanker, P., Dickson, N.M., Epstein, P.,-Guston, D.H., Hall, J.M., Jaeger, C., Janetos, A., Leary, N., Levy, M.A., Luers, A., MacCracken, M., Melillo, J., Moss, R., Nigg, J.M., Parry, M.L., Parson, E.A., Ribot, J.C., Schellnhuber, H.-J., Seielstad, G.A., Shea, E., Vogel, C., Wilbanks, T.J. 2000.** Assessing vulnerability to global environmental risks. Report of the Workshop on Vulnerability to Global Environmental Change: Challenges for Research, Assessment and Decision Making, Warrenton, VA. Research and Assessment Systems for Sustainability Program Discussion Paper 2000-12. Environment and Natural Resources Program, Belfer Center for Science and International Affairs (BCSIA), Kennedy School of Government, Harvard University, Cambridge, MA.
- Davel M.M., S. Havrylenko, M.V. Fernández, A. Barbe 2007.** Zonificación por clases de sitio para forestaciones con pino oregón en la provincia del Chubut. Primera Reunión sobre forestación en la Patagonia. Actas EcoForestar 2007: 123-132. Esquel, Argentina. 25 a 27 de abril de 2007.
- Davel M.M. y A. Ortega 2003 a.** Productividad por zonas de crecimiento para pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) en la Patagonia Andina Argentina". Inves.Agr.: Sist. Recur. For. Vol. 12 (3): 33-45. España.
- Davel M.M. y A. Ortega 2003b.** "Estimación del índice de sitio para pino oregón a partir de variables ambientales en la Patagonia Andina Argentina". Revista Bosque Vol. 24 (1): 55-69. Valdivia, Chile.
- Davel, M. 1998.** Identificación y caracterización de zonas de crecimiento para pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) en la Patagonia Andina Argentina. 192 pp. Universidad Austral de Chile. Tesis para optar por el grado de Magister en Ciencias Mención Manejo Sustentable de Recursos Forestales.
- Davel, M., Burschel, P. y Ortega, A. (1999).** Determinación de la productividad de sitio para pino oregón en la Patagonia Andina. (Folleto de Divulgación N° 13). Esquel, Argentina: CIEFAP GTZ.

- del Valle, H.F., Eiden, G., Mensching, H. & Goergen, J. 1997.** Evaluación del estado actual de la desertificación en áreas representativas de la Patagonia. Informe Final Fase I. Proyecto de Cooperación Técnica entre la República Argentina y la República Federal Alemana. Cooperación técnica argentino-alemana, proyecto INTA-GTZ, Lucha contra la Desertificación en la Patagonia a través de un sistema de Monitoreo Ecológico. 182 p.
- Ferrer J. A., J. A. Irisarri y J. M. Mendía. 1990.** Estudio regional de suelos de la provincia del Neuquén". Inédito. Volumen 5. Tomo I. Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires, Argentina. 244p.
- Gómez J. J. 2001.** Vulnerabilidad y Medio Ambiente. Seminario Internacional Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 20 y 21 de junio de 2001
- Gonda H.E. 1998.** Height-diameter and volume equations, growth intercept and needle length site quality indicators, and yield equations for young ponderosa pine plantations in neuquén, patagonia, Argentina. Tesis doctoral. College of Forestry. Forest Resources Department. Oregon State University. 198 p.
- Gonda H. y G. Cortés 2001.** Ecuaciones para el manejo de las plantaciones de Pino ponderosa en Neuquén. Publicación técnica N° 30. CIEFAP-Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA. 24 p.
- Gonda H. y G. Cortés. 2005.** Efecto de la densidad sobre el crecimiento en un rodal mixto de Pino ponderosa y Pino jeffrey en Neuquén. Actas de 3° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes. 9 p.
- Irisarri J. Y J. Mendía 1991.** Reconocimiento de suelos y evaluación de la aptitud forestal de la región precordillerana de la Provincia de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones - Universidad Nacional del Comahue (Fac. de Cs.Agrarias). Argentina. 61pp.
- Irisarri, J.; J. M. Mendía, C. Roca.; C. Buduba, F. Valenzuela; F. Epele, F. Fraseto, G. Ostertag, S. Bobadilla y E. Andenmatten 1995.** Zonificación de las tierras para la forestación. CFI - Provincia del Chubut. Dirección General de Bosques y Parques de la Provincia del Chubut. Formato digital
- Irisarri J. y Mendía J. 1997.** Relaciones suelo-paisaje en la evaluación de la potencialidad forestal de la región central andino - patagónica, Argentina. Bosque 18: 21 - 30.
- Lantschner V. y V. Rusch. 2014.** Efecto de las plantaciones forestales sobre la fauna en la Patagonia Andina. Producción Forestal 8, 12-14
- Loguercio G., J. Lencinas & S. Antequera 2004.** Bases estratégicas para proyectos de forestación en la Patagonia como Mecanismo para un Desarrollo Limpio. Estudio de caso en la Provincia del Chubut. Informe Final Proyecto PIA 05/02. SAGPyA-CIEFAP. 72 pag.
- Loguercio G. A., J. D. Lencinas, C. Buduba y J. Irisarri 2009.** Evaluación de la calidad de sitio para planificar forestaciones de pino ponderosa en Chubut. En Actas de 1° Reunión sobre Planificación y Legislación Forestal de la Patagonia. Esquel. Chubut. 22-23 de Abril de 2009.
- Loguercio G. A., L. La Manna, H. Gonda, L. Heitzmman, C. Frugoni 2014.** "Herramientas para zonificar la calidad de sitio de pino ponderosa y sitios especiales para especies forestales de alto valor maderable en Neuquén". PIA 10092. BIRF 7520 AR. En ejecución (inédito).
- Loguercio G. A., C. Buduba, E. Oyharçabal, H. Gonda, D. Mohr Bell y N. Hansen 2014.** "Productividad forestal y bases para el desarrollo de sistemas silvopastoriles con pino ponderosa al sur de la provincia de Chubut". PIA 10093. BIRF 7520 AR. Informe Final (inédito)
- McKenney D. W. Y J. H. Pedlar 2003.** Spatial models of site index based on climate and soil properties for two boreal tree species in Ontario, Canada. For. Ecol. Manage. 175, 497-507
- Mendía, J. y J. Irisarri 1986.** Relevamiento de suelos con aptitud forestal en la región occidental de la Provincia. de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones - Universidad Nacional del Comahue. Fac. de Cs.Agrarias. Argentina. 113p.
- Mendía, J. y J. Irisarri, 1992.** Aspectos metodológicos para la evaluación y representación cartográfica de 10s principales procesos de la desertificación. Consejo Federal de inversiones (CF1)-Provincia de Rio Negro, 90 pp.
- Montes C. y P. Laclau 2010.** Disponibilidad de tierras para la forestación con coníferas en los Departamentos Minas y Aluminé. Neuquén. Mar del Plata. 25 pag.
- Paruelo J.M., Golluscio R.A., Guerschman J.P., Cesa A., Jouve V.V. y M.F. Garbulky. 2004.** Regional scale relationships between ecosystem structure and functioning: the case of the Patagonian steppes. Global Ecology and Biogeography 13, 385-395.
- PICC. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Grupo de Trabajo 2, 2001.** Third Assessment Report, Annex B: Glossary of Terms.

**Rusch, V., Vila A., Schlichter T., Pérez A. (2005).** Información de base sobre biodiversidad y plantaciones forestales. Módulo NO de Patagonia. Grupo de Ecología Forestal, INTA EEA-Bariloche - APN Delegación Regional Patagonia.

**Rusch, V., Vila A., Marqués B. (2008).** Conservación de la biodiversidad en sistemas productivos forestales de noroeste de la Patagonia. 1a ed. - Bariloche: Inst. Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA EEA Bariloche

**Stage A.R. 1976.** An expression for the effect of aspect, slope and habitat type on tree growth. *For. Sci.* 22(4):457– 460.

**Tejera L. Y M.M. Davel 2005.** Establecimiento de pino oregón en Patagonia. Dónde plantar y qué plantas utilizar. *Idia XXI Forestales. Revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario.* INTA.97-100.

**Vaira, M., M. Akmentins, M. Attademo, D. Baldo, D. Barrasso, S. Barrionuevo, N. Basso, B. Blotto, S. Cairo, R. Cajade, J. Céspedes, V. Corbalán, P. Chilote, M. Duré, C. Falcione, D. Ferraro, F.R. Gutierrez, M. del R. Ingaramo, C. Junges, R. Lajmanovich, J. N. Lescano, F. Marangoni, L. Martinazzo, R. Marti, L. Moreno, G. S. Natale, J. M. Pérez Iglesias, P. Peltzer, L. Quiroga, S. Rosset, E. Sanabria, L. Sanchez, E. Schaefer, C. Úbeda, V. Zaracho. 2012.** Categorización del estado de conservación de los anfibios de la República Argentina. *Cuad. herpetol.* 26 (Supl. 1): 131-159.

**Weigandt M, Gyenge J, Fernández ME, Varela S, Schlichter T. 2011.** Is forage productivity of meadows influenced by the afforestation of upstream hillsides? A study in NW Patagonia. *Forest Systems* 20(1): 165–175.

**Whitlock, C., M. M. Bianchi, P. Bartlein, V. Markgraf, J. Marlon, M. Walsh & N. McCoy (2006).** Postglacial vegetation, climate and fire history along the east side of the Andes (lat 41-42.5 S), Argentina. *Quaternary research*; Año: 2006 p. 30 – 43.

## 8. LISTADO DE INFORMACIÓN DIGITAL PRODUCIDA

A continuación se detalla la información espacial generada en el marco del presente proyecto. Consiste en coberturas vectoriales que constituyen en sí mismas un producto y a la vez son insumos para la obtención de otros nuevos. Cada elemento, con su respectiva tabla de atributos, contiene los resultados diferenciados para cada cuenca de estudio y en algunos casos, también por provincia. Toda esta información podría utilizarse para nuevos análisis a nivel de cuenca, y estará disponible para los estudios de impacto ambiental que deban realizarse o para el análisis de ideas o proyectos concretos de inversión.

### 1. APTITUD-POTENCIALIDAD

- Calidad de sitio para las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut (formato raster).
- Máscaras de exclusión de superficie compuesta por varios elementos y diferentes umbrales (altitud, pendiente y exposición del terreno –generados a partir del Modelo Digital de Elevación-, agua, entre otros), para determinar el potencial biofísico de las 3 especies.
- Área con potencial biofísico para el establecimiento de plantaciones de Pino ponderosa
- Área con potencial biofísico para el establecimiento de plantaciones de Pino oregón (en la provincia de Chubut se contaba con información de índice de sitio).
- Área con potencial biofísico para el establecimiento de plantaciones de Roble pellín y Raulí.
- Aptitud para Pino ponderosa, resultó del cruce entre las calidades de sitio (a) y el área con potencial (c).

### 2. VULNERABILIDAD

Insumos para la elaboración de la cobertura de vulnerabilidad:

#### a. Degradación.

Agrupación de clases de la cobertura original de degradación propuesta por del Valle, para su utilización en el concepto de vulnerabilidad.

#### b. Conservación.

Aquí se incluyen la actualización del inventario nacional de bosque nativo, el ordenamiento territorial de cada provincia y los elementos y sitios de alto valor para la conservación. A cada uno de estos elementos se les asignó un valor en escala de 1 a 3 (alta, media, baja) para su posterior análisis y procesamiento en la propuesta de Vulnerabilidad. La información de los sitios y elementos de valor especial se presenta además identificada por elemento y por cuenca de estudio.

- Estado del Ecosistema, surge del cruce entre Degradación (a) y Conservación (b)
- Superficie actualmente forestada
- Superficies del programa de certeza forestal (provincia de Neuquén)
- Superficies en categoría Rojo (I) y Amarillo (II) de los respectivos Ordenamientos Territoriales y elementos utilizados como máscaras de exclusión (1b).
- Superficie dentro del área de estudio resultante de la resta de (d), (e) y (f).
- Exposición a la Actividad de forestación, surge de la combinación de los 4 elementos anteriores
- Superficies afectadas a: Parques y Reservas Nacionales y provinciales, áreas prioritarias e irremplazables, elementos y sitios prioritarios de alto valor para la conservación, áreas para la conservación de aves. Se clasificaron en "susceptibles" y "susceptibles con restricción". Al resto de la superficie se le asignó la etiqueta "no susceptible".
- Capacidad de Respuesta, resultado de combinar todos los elementos de (i).
- De la combinación de (c), (h) y (j) surge la cobertura de Vulnerabilidad.

A cada uno de los 3 elementos componentes se les asignó previamente un valor relativo de importancia, luego se agruparon los mismos en 3 clases de 0 a 100 donde 0 es NO vulnerable y 100 es MUY vulnerable. Para la interpretación visual se asignó escala de color: verde, amarillo y rojo.

### 3. NODOS PRODUCTIVOS

Insumos para generar información sobre nodos productivos:

- Clase de aptitud para pino ponderosa y pino oregón ponderadas por la TIR.
- Información del SIG250 referente a caminos y localidades (potenciales nodos productivos)
- Resultado del modelo: asignación de superficies a los potenciales nodos productivos por provincia.



ISBN 978-987-42-0292-5



9 789874 202925



PROYECTO FORESTAL  
BIRF 7520 AR – CEF 090118



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación