

Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Tierra del Fuego (Argentina) como herramienta para el manejo sustentable

Editor: Peri Pablo Luis



■ Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Provincia de Tierra del Fuego
Antártida e Islas del Atlántico Sur
Secretaría de Desarrollo
Sustentable y Ambiente
Dirección General de Bosques



**Relevamiento de los bosques nativos
de ñire (*Nothofagus antarctica*)
de Tierra del Fuego (Argentina)
como herramienta para
el manejo sustentable**

Editor: Peri Pablo Luis

2009

Prólogo

La provincia de Tierra del Fuego establece que el manejo del bosque nativo se realice en el marco de principios de sustentabilidad. El manejo sustentable de los sistemas de bosque nativo enfrenta el desafío de compatibilizar su conservación con la necesidad de satisfacer los requerimientos de las poblaciones con ellos relacionadas. Un manejo forestal sustentable debe abordar tres aspectos fundamentales: ser ecológicamente viable, económicamente factible y socialmente deseable. En este contexto, es importante la generación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que incorpore la información proveniente de un relevamiento a escala regional del estado de los bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) que en la provincia de Tierra del Fuego ocupa una superficie de aproximadamente 181.370 hectáreas. Herramientas de este tipo son demandadas por los organismos provinciales y/o nacionales de fiscalización y control, cuyo rol es importante para reglamentar el uso de los bosques nativos a través de planes de su manejo. Actualmente se cuenta en Tierra del Fuego con información respecto a los principales tipos forestales, su distribución y superficie. Sin embargo, no existe información detallada sobre el bosque de ñire que facilite la planificación de su uso a nivel provincial, como por ejemplo cuál es la superficie y ubicación de las masas boscosas susceptible de ser sometida a raleos para aumentar la productividad en el marco de un uso silvopastoril o cuáles son las áreas de bosque que necesitan ser restauradas por su estado de deterioro. Por lo tanto el principal objetivo del presente trabajo fue el de caracterizar y clasificar el bosque nativo de ñire como apoyo al manejo silvícola y a su conservación a través del desarrollo de un Sistema de Información Geográfica a nivel provincial para el diseño de una política forestal adecuada sobre esta especie.

Agradecimientos

A los participantes de las salidas de campo Mario Allogia y Fabián Boyeras de INTA – AER Ushuaia. Al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) y al personal de la Dirección General de Bosques (Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente de la provincia de Tierra del Fuego) por el apoyo. A Pablo Velázquez por la colaboración en la digitalización y a Rubén Cerezani, Subsecretario de Recursos Naturales de Tierra del Fuego al momento de realizarse el presente trabajo.

Indice

1	<u>La importancia de los ñirantales y su relevamiento (Peri P.L., Collado L.)</u>	7
1.1	<u>Bibliografía</u>	9
2	<u>Clasificación de los ñirantales de Tierra del Fuego (Collado L.)</u>	10
2.1	<u>Metodología de la clasificación de los ñirantales</u>	10
2.1.1	<u>Área de estudio</u>	10
2.1.2	<u>Estratificación de la cobertura del bosque de ñire</u>	10
2.1.3	<u>Clasificación No-supervisada</u>	11
2.1.4	<u>Muestreo de Campo</u>	11
2.1.5	<u>Procesamiento de la información</u>	14
2.1.6	<u>Determinación de la leyenda</u>	14
2.1.7	<u>Clasificación supervisada</u>	15
2.2	<u>Resultados de la Clasificación de ñires de Tierra del Fuego</u>	17
2.2.1	<u>Descripción general</u>	17
2.2.2	<u>Estructuras de los bosques de ñire</u>	20
2.2.3	<u>Vigor y especies epífitas</u>	21
2.2.4	<u>Regeneración</u>	23
2.2.5	<u>Sotobosque</u>	23
2.2.6	<u>Disturbios</u>	24
2.3	<u>Conclusiones</u>	25
2.4	<u>Bibliografía</u>	26
3	<u>Implicancias prácticas del uso del ñirantal como sistema silvopastoril y su conservación (Peri P.L.)</u>	28
3.1	<u>Situación actual del uso del ñirantal</u>	28

<u>3.2</u>	Propuesta para el manejo silvopastoril del ñirantal	29
<u>3.2.1</u>	<u>Plan de Manejo – Inventario forestal, evaluación de pastizales y ajuste de carga animal</u>	29
<u>3.2.2</u>	<u>Propuesta Silvícola</u>	37
<u>3.3</u>	Propuesta de conservación y recuperación del ñirantal	40
<u>3.3.1</u>	<u>Densidad de la red caminera</u>	40
<u>3.3.2</u>	<u>Áreas de protección</u>	40
<u>3.3.3</u>	<u>Monitoreo de las intervenciones</u>	41
<u>3.3.4</u>	<u>Restauración de los bosques de ñire degradados</u>	41
<u>3.4</u>	Bibliografía	46

1.

La importancia de los ñirantales y su relevamiento

Peri P.L.¹, Collado L.²

¹EEA INTA Santa Cruz – Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) – CONICET

²Dirección General de Bosques, Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente, Provincia de Tierra del Fuego

El “ñire” (*Nothofagus antarctica*) es una especie de los bosques Andino-patagónicos con una distribución amplia que se extiende desde el norte de Neuquén hasta Tierra del Fuego y que se caracteriza por su gran plasticidad ocupando sitios con exceso de humedad (turberas y mallines) y sitios secos (límite con la estepa). Los bosques deciduos de ñire se desarrollan al sur de la estepa patagónica, donde las precipitaciones anuales varían entre 300 y 800 mm/año. Esta especie presenta variadas formas de vida, expresándose según el biotopo en el que desarrollen como subarbustos hasta árboles de 18 m de altura (Santos Biloni, 1990). La propagación puede ser por semilla pero principalmente es por reproducción vegetativa (raíz, tocón y acodo) (Veblen *et al.*, 1996).

La superficie ocupada por bosques de “ñire” en Patagonia sur es de aproximadamente 98.920 ha en Santa Cruz (Peri, 2004) y de 181.370 ha en Tierra del Fuego (Collado, 2001), de los cuales aproximadamente el 70% tienen un uso silvopastoril (Peri, 2005). Los sistemas silvopastoriles combinan en una misma unidad de superficie árboles con pastizales bajo pastoreo con ganado (principalmente cría de ovejas y engorde de terneros), y en los que se presentan interacciones positivas o negativas según la región, tipo de asociación y época del año. La madera de ñire se aprovecha principalmente para postes, varas y leña, aunque las características de su madera podrían hacerla interesante para varias industrias como la confección de tableros y parquet. La extracción anual para venta de leña de ñire en Santa Cruz fluctúa entre 1.000 y 14.000 toneladas por año (Peri, 2005), mientras que en Tierra del Fuego es muy bajo y responde a las necesidades de los propios establecimientos en los que se encuentran estos bosques. Además en los ñirantales, por ocupar una zona ecotonal cercana a la estepa, vive una gran diversidad de comunidades de insectos que constituyen uno de los primeros escalones de la trama trófica del bosque, diferentes especies de aves que anidan, se alimentan o residen en las márgenes o en el interior de los bosques, y especies del sotobosque dominado por plantas herbáceas (Gallo *et al.*, 2005).

En algunos sitios de ñirantales se realizaron cortas en forma de raleos o floreos (cortas selectivas) que redujeron la cobertura arbórea, y de esta forma aumentaron la producción de forraje, el cual es aprovechado para el pastoreo de los animales. Sin embargo, en ciertas ocasiones se han realizado talas rasas o

raleos intensos combinado con alta carga animal, lo que provocó una degradación del sistema, con escasa o nula regeneración del componente arbóreo.

El manejo sustentable de los sistemas de bosque nativo enfrenta el desafío de compatibilizar su conservación con la necesidad de satisfacer los requerimientos de las poblaciones con ellos relacionadas. Un manejo forestal sustentable debe abordar tres aspectos fundamentales: ser ecológicamente viable, económicamente factible y socialmente deseable. El manejo forestal en Patagonia sur tendría que incorporar un *Plan de Manejo Regional* a largo plazo, que tienda a mantener en el tiempo los niveles de uso del bosque nativo de ñire. Sin embargo, en muchos casos, simplemente se han realizado planes de corta anuales, en los que no se tienen en cuenta otros aspectos que implica la sustentabilidad. Por lo tanto, para solventar esta deficiencia el *Plan de Manejo Regional* debería incorporar Criterios e Indicadores de Sustentabilidad (C&I). Al respecto, en un trabajo previo de C&I, elaborado para el uso de los bosques nativos de Tierra del Fuego (Carabelli y Peri, 2005), se han podido definir tres principios: (i) la integridad de los ecosistemas de ñire y sus funciones ecológicas deben ser mantenidos, (ii) la capacidad productiva de los bienes y servicios comercializables de estos bosques debe ser mantenida, y (iii) el bienestar socioeconómico de las comunidades asociadas debe mantenerse o incrementarse. En este contexto, es importante la generación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que incorpore la información proveniente de un relevamiento a escala regional del estado de los bosques de ñire. Por ejemplo, inventarios forestales en escalas regionales y globales, basado en datos de sensores remotos como los Thematic Mapper (TM) a bordo de satélites LANDSAT 4 y 5, son muy utilizados para la identificación de masas forestales, tanto naturales como implantadas (Stibig y Schardt, 1986; Horler y Ahern, 1986). Esto permitirá zonificar las estrategias que surjan del *Plan de Manejo Regional*. Herramientas de este tipo son demandadas por los organismos provinciales y/o nacionales de fiscalización y control, cuyo rol es importante para reglamentar el uso de los bosques de ñire a través de planes de su manejo.

Actualmente se cuenta en Tierra del Fuego con información respecto a los principales tipos forestales, su distribución y superficie (Collado, 2001; Dirección de Bosques - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2003). Sin embargo, no existe información detallada sobre el bosque de ñire que facilite la planificación de su uso a nivel provincial, como por ejemplo cuál es la superficie y ubicación de las masas boscosas susceptible de ser sometida a raleos para aumentar la productividad en el marco de un uso silvopastoril o cuáles son las áreas de bosque que necesitan ser restauradas por su estado de deterioro. Por lo tanto el principal objetivo del presente trabajo fue el de caracterizar y clasificar el bosque nativo de ñire de Tierra del Fuego como apoyo al manejo silvícola y a su conservación a través del desarrollo de un Sistema de Información Geográfica a nivel provincial para el diseño de una política forestal adecuada sobre esta especie.

1.1 Bibliografía

Carabelli E., Peri P.L. (2005) *Criterios e Indicadores de sustentabilidad (C&I) para el Manejo Sustentable de los Bosques Nativos de Tierra del Fuego – Una herramienta metodológica para la determinación de los C&I en Patagonia*, 88 pp. Ediciones INTA, Buenos Aires. ISBN 987-521-178-8.

Collado L. (2001) Los bosques de Tierra del Fuego. Análisis de su estratificación mediante imágenes satelitales para el inventario forestal de la provincia. *Multequina* 10: 1-16.

Dirección de Bosques – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2003) Atlas de los Bosques Nativos Argentinos. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas BIRF 4085-AR, 245 pp.

Gallo E., Lencinas M.V., Peri P.L. (2005) Biodiversidad en ñirantales. *Alternativas de Manejo Sustentable para el Manejo Forestal Integral de los bosques de Patagonia*. Informe Final del Proyecto de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON), Tomo II: 645-670. Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación (SAyDS). Proyecto BIRF 4085-AR.

Horler D., Ahern F. (1986) Forestry information content on Thematic Mapper data. *International Journal of Remote Sensing* 7: 405-428

Peri P.L. (2004) Bosque nativo. En: *Guía Geográfica Interactiva de Santa Cruz* (Eds. González L. y Rial P.), pp. 43-47. Capítulo completo en CD. Editorial Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. ISBN 987-521-117-6.

Peri P.L. (2005) Sistemas Silvopastoriles en Ñirantales. *IDIA XXI Forestal*. Año V. N ° 8 pp. 255-259.

Santos Biloni J. (1990) Árboles autóctonos Argentinos. *Tipográfica Editora Argentina*. 335 pp.

Stibig H., Schardt M. (1986). Digital classification of forested areas using simulated TM and SPOT, and Landsat 5 TM data. *Symposium on Remote Sensing for Resources Development and Environmental Management*, Enschede, Holanda.

Veblen T.T., Hill R.S., Read J. (1996) Ecology of Southern Chilean and Argentinean *Nothofagus* forest. In: *The Ecology and Biogeography of Nothofagus Forests*. Chapter 10, pp. 293 - 353. Yale University Press, New Haven and London.

2.

Clasificación de los ñirantales de Tierra del Fuego

Collado L.¹

¹Dirección General de Bosques, Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente, Provincia de Tierra del Fuego

2.1 METODOLOGÍA DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS ÑIRANTALES

2.1.1 Área de estudio

Para el presente estudio se decidió que el área de análisis abarque completamente la región de los ñirantales de Tierra del Fuego, la que es coincidente con la región ecológica del ecotono y cuya superficie aproximada es de 650.000 ha. El límite sur coincide con el norte de la reserva Corazón de la Isla, al oeste con el sector de Uso Múltiple Oeste, hacia el este se prolonga hasta el Océano Atlántico y hacia el norte se extiende abarcando todos los bosques hasta el inicio de la estepa. En esta área, el ñirantal ocupa 152.577 ha (el 30% del total de los bosques nativos de Tierra del Fuego) y representa el 75% de todos los bosques de ñire de la provincia. El restante 25% está constituido mayoritariamente por ñirantales asociados a bordes con bosques de lenga o mixtos, humedales o pastizales.

2.1.2 Estratificación de la cobertura del bosque de ñire

Si bien se poseía una cobertura vectorial de los bosques de ñire de toda la provincia en el inventario forestal provincial (Collado 2000, 2001), el grado de precisión y el tipo de información de la misma no se consideró adecuado para este estudio, particularmente porque en el caso de los bosques de ñire, su estratificación fue producto de una clasificación automática, corregida manualmente para ser incorporada al inventario forestal. Para este estudio se realizó una digitalización manual de los ñirantales, con interpretación visual de imágenes Spot de 1995 a escala 1:20.000 e imágenes satelitales más recientes Landsat 5 y 7 (desde el año 2000 hasta el 2006), de distintas fechas y épocas del año (Collado, 2000, 2001), llevando de esta manera a los bosques de ñire al mismo grado de detalle con el que fueron digitalizados el resto de los bosques en el inventario forestal. Además, se utilizaron fotografías aéreas georreferenciadas de 1960, 1970 y 1989 para clasificar las áreas de bosques degradados que hoy no poseen cobertura arbórea y que habían quedado excluidas del inventario forestal. El trabajo se realizó a una escala de 1:20.000 con el uso del software

ArcView GIS 3.2 (Esri, 1996), equipado con un grupo de extensiones que aumentan su potencia y posibilidades.

2.1.3 Clasificación No-supervisada

Con el objetivo de contar con una guía para la realización del muestreo a campo, se realizó una clasificación no supervisada con 12 clases, basada en una ventana de la imagen Landsat 5 (path 226, row 068) del 19 de febrero del 2000, utilizando el software Erdas Imagine. La clasificación se realizó sobre la imagen mencionada utilizando la cobertura vectorial de los ñirantales como máscara de análisis. Posteriormente y para eliminar píxeles sueltos o agrupaciones de pocos píxeles se aplicó un filtro "majority" con una matriz de 7x7 (Erdas, 1998). Estos procesos permitieron obtener una primera clasificación para diferenciar distintos estratos, y así orientar los muestreos de campo.

2.1.4 Muestreo de Campo

Para la realización del muestreo de campo se elaboró una grilla cuadrada de 250x250 m localizada exclusivamente sobre la cobertura de los bosques de ñire incluidos en el estudio. La misma contó con 47394 unidades, a las que se les asignó un número correlativo identificadorio y coordenadas geográficas de su centro.

Por otra parte, se elaboraron e imprimieron 16 mapas de campo (Figura 1), en los que se superpuso, sobre una imagen satelital: la cobertura de los ñirantales, la clasificación no supervisada de 12 clases, rutas, caminos, picadas, construcciones rurales y la grilla de muestreo con sus números identificadorios. Estos mapas ocuparon 220.000 ha del área de trabajo y se distribuyeron homogéneamente.

Una condición para la realización de una parcela de muestreo en el centro de una celda fue que el estrato de la clasificación no supervisada tuviera una extensión mínima donde toda la celda de 250 m de lado estuviera completamente dentro del estrato a muestrear.

El trabajo de campo se efectuó en 15 salidas realizadas entre marzo de 2004 y abril de 2005, en las que se realizaron un total de 89 parcelas de muestreo. El acceso a la unidad de muestreo seleccionada se realizó cargando la coordenada de la unidad en GPS y navegando por medio del mismo hasta el punto. El muestreo consistió en parcelas temporarias puntuales en las que se midieron y estimaron variables del estrato arbóreo, del sotobosque y del entorno, utilizando la planilla que se presenta en la Figura 2. También se tomaron dos fotografías digitales en cada unidad de muestreo.

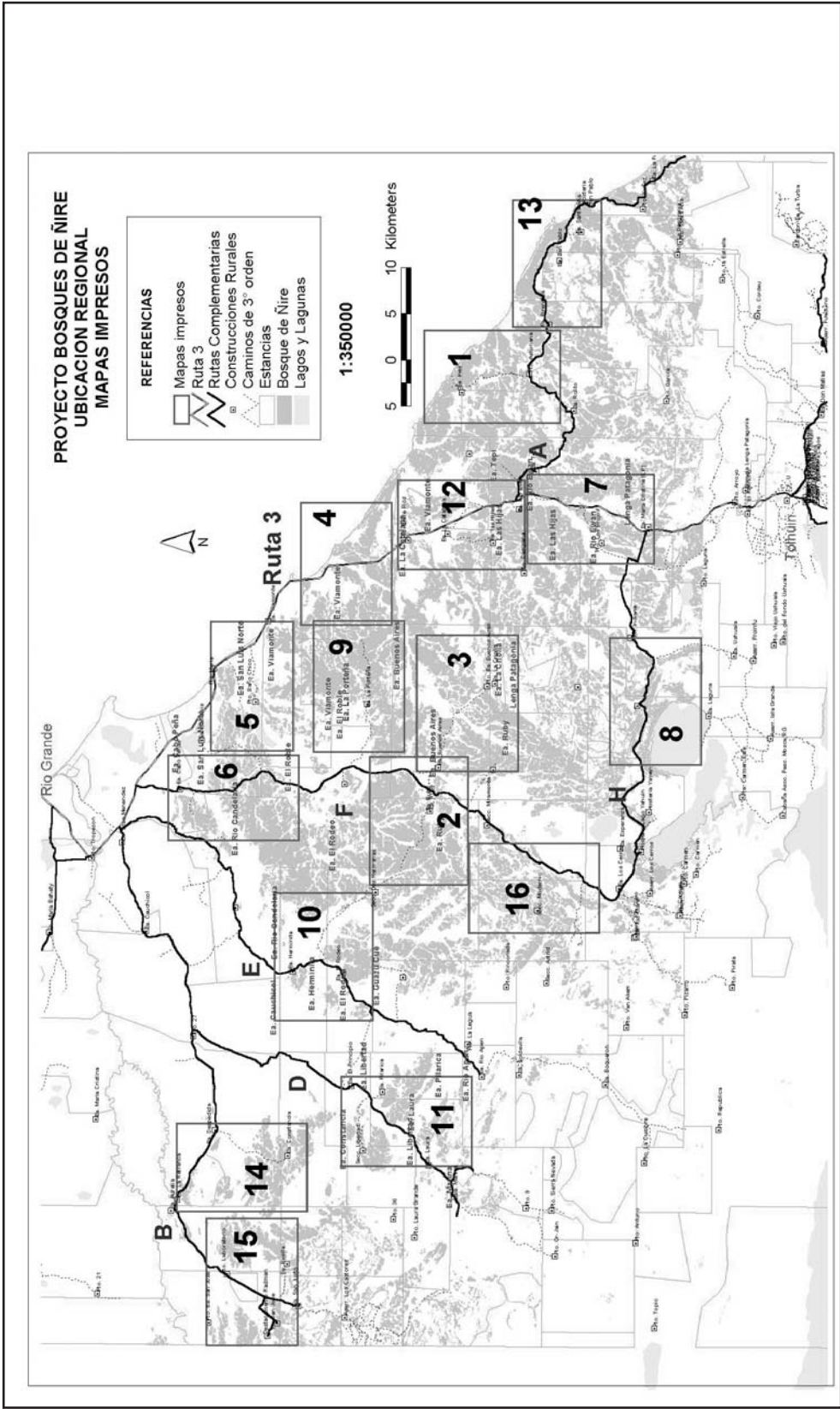


Figura 1: Mapa regional con la ubicación de los mapas de muestreo de campo.

PROYECTO BOSQUES DE ÑIRE INTA-RECURSOS NATURALES TIERRA DEL FUEGO		Fecha: _____	
		Hora: _____	
		Técnicos: _____	
Clase: _____	Clasificación: _____		
Punto de Grilla: _____	Zona: _____		
PARAMETROS DEL ESTRATO ARBOREO			
Altura Dominante: _____	_____		
Cobertura (Rangos de 20%): _____	_____		
Area Basal (m ²): _____	Factor: _____		
Estado (J-M-SM): _____	_____		
Vigor: _____	1 ___ (sin copa seca)	2 ___ (0-25 % cs)	
	3 ___ (25-50 % cs)	4 ___ (> 50 % cs)	
Estructura: _____	Regular ___	Irregular ___	
	Regular por Bosquetes: _____		
Regeneración (<5cm DAP): _____	Cobertura (%) _____	Altura _____	
	Distribución: _____	Regular ___	
Presencia de Usnea: _____	1 ___ (Sin Usnea)	2 ___ (0-25 % OC)	
	3 ___ (25-50 % OC)	4 ___ (>50 % OC)	
Presencia de Misodendrum _____	1 ___ (Ausente)	2 ___ (<25 % Individuos)	
	3 ___ (25-50 % Indiv)	4 ___ (>50 % Indiv)	
PARAMETROS DEL SOTOBOSQUE			
Cobertura (%): _____	_____		
Biomasa Aérea: _____	Escasa : _____	Abundante : _____	Muy Abund : _____
Gramíneas (% S/Cob Herbacea): _____	_____		
Sp. Dominantes (En orden de abundancia):			

Otras Herbáceas (En orden de abundancia):			

PARAMETROS DEL ENTORNO			
Pendiente (%): _____	_____		
Exposición (Cuadrante): _____	_____		
Suelo: _____	Seco ___	Humedo ___	Anegado ___
Madera en el Suelo: _____	Escasa ___	Abundante ___	Muy Abund ___
Incendios: _____	Sin Indicios ___	Con Indicios ___	Evidente ___
Presencia de Ganado: _____	Sin Indicios ___	Con Indicios ___	Evidente ___
Aprovechamiento de Madera: _____	Sin Indicios ___	Con Indicios ___	Evidente ___
Fotos (Cantidad): _____			
Observaciones:			

Figura 2. Planilla utilizada para la toma de datos a campo en el muestreo del bosque de ñire.

2.1.5 Procesamiento de la información

En gabinete, la información de campo de GPS de los puntos de muestreo y los "tracks" de acceso fue convertido en formato "shapefile" (Arcview) para compatibilizar la información con el programa. Las planillas de muestreo se digitalizaron en Excell y también se incorporó su información a la tabla de atributos del "shapefile" generado con los puntos de muestreo. De esta manera se hizo posible el manejo de la información para la realización del análisis múltiple geográfico. Finalmente, con las fotografías aéreas se generaron enlaces al correspondiente punto de muestreo, para poder observarlas en el Sistema de Información Geográfica (SIG) y utilizar las mismas como elemento de análisis adicional, muchas veces tan importante como los datos obtenidos.

2.1.6 Determinación de la leyenda

Una vez obtenida y procesada toda la información de campo, se procedió a agrupar los puntos de muestreo para obtener una primera leyenda. En la Tabla 1 se presenta la leyenda preliminar y la asignación de parcelas a cada estrato.

Tabla 1. Distribución de las parcelas de muestreo a cada estrato de la leyenda (clasificación supervisada) para los bosques de ñire de Tierra del Fuego

Código	Leyenda	N° parcelas
1-1	Regeneración (<50 años) de ñire, recuperación del bosque luego de incendios fuertes pasados	11
1-2	Bosques de ñire adultos (>100 años) o juveniles en fase avanzada (50-100 años)	20
2-1	Bosques de ñire adulto (>100 años) con coberturas y vigor medios con bajo grado de disturbios	16
2-2	Bosques de ñire adulto (>100 años) con coberturas media a baja, disturbados o decrepitos	23
3-1	Regeneración parcial de ñire distribuidos en mosaicos (dos estratos con individuos <50 años y >100 años) por el efecto de incendios fuertes pasados	7
4-1	Bosques de ñire adulto (>100 años) decrepitos con fuertes disturbios y casi nula regeneración	8
5-1	Bosques de ñire adulto (>100 años) fuertemente degradados con recuperación inferior al 10%	2
6-1	Áreas denudadas antrópicamente, canteras, caminos	0
0	Sin asignación	2
	Total	89

Para el estrato de bosques denudado antrópicamente (código 6-1, Tabla 1) no se tomaron puntos de muestreo ya que en una primera instancia se priorizó la clasificación de los bosques existentes. Por otra parte estos sectores degradados, sin cobertura arbórea actual, o extremadamente reducida son muy fácilmente identificables sobre la imagen satelital. No obstante, sectores degradados se chequearon mas adelante en la etapa de verificación. En una etapa posterior la leyenda fue completada con estratos ya digitalizados que no entraron en la clasificación supervisada como los bosques de lenga y bosques degradados de lenga.

2.1.7 Clasificación supervisada

La clasificación supervisada consistió en entrenar al sistema de procesamiento de imágenes satelitales respecto de la representatividad de los pixeles de cada estrato de la leyenda con la que se clasificó la imagen. En base a esta información el sistema reorganiza y categoriza la información de la imagen. Este proceso fue realizado con el software ERDAS IMAGINE (Erdas, 1998).

Determinación y evaluación de los sitios de entrenamiento

A cada punto de muestreo le fue asignada la categoría de la leyenda correspondiente, de manera de poder delinear áreas de entrenamiento a partir de los mismos. Estas áreas, consistentes en polígonos, se utilizaron para la selección de pixeles, los que le indicaron al sistema que los mismos son representativos de cada estrato de la leyenda al cual se los asigna. En una primera instancia se seleccionaron 73 polígonos como áreas de entrenamiento, totalizando 97 ha. Estos sitios fueron sometidos a un primer análisis estadístico con el software ERDAS (Erdas, 1998), por medio del cual se evaluó la separabilidad entre las 8 clases de la leyenda a través del los *tests de separabilidad*, de divergencia transformada y de Jeffrey's Matusita y, por otra parte una matriz de contingencia en la que puede observarse la asignación de pixeles a las distintas clases. De esta manera se efectuó una primera evaluación de los sitios, por medio de la cual es posible descartar o modificar los que no son precisos o confunden distintas clases. A partir de este análisis se obtuvieron 41 áreas de entrenamiento definitivas, que incluyeron un total de 960 pixeles. Un producto a partir de poseer sitios de entrenamiento ya depurados, en base a una imagen satelital de referencia, es la obtención de firmas espectrales, es decir, un gráfico donde se puede observar la reflectancia de cada cobertura para cada banda de la imagen satelital (Tabla 2).

Tabla 2: Tabla de niveles de reflectancia (número digital o nivel de gris que fluctúa entre 0 o reflectancia nula y 255 o reflectancia máxima) para cada estrato en las 7 bandas utilizadas de la imagen Landsat 5

BANDAS							
Código estrato	1	2	3	4	5	6	7
1-1	18	26	32	209	109	185	72
1-2	21	29	34	164	106	181	73
2-1	30	39	49	129	118	186	93
2-2	44	53	62	146	132	194	107
3-1	55	57	73	158	174	215	146
4-1	71	82	97	172	190	216	164
5-1	80	96	120	176	236	239	220
6-1	137	188	220	150	217	230	246

Clasificación

Finalmente, con los sitios de entrenamiento ajustados, se realizó la clasificación supervisada en ocho (8) clases, utilizando todas las bandas de la imagen Landsat 5 bajo el criterio de asignación de máxima probabilidad. El procesamiento se realizó por medio del software ERDAS IMAGINE (Erdas, 1998). El resultado fue una imagen "ráster" clasificada.

Debido a que el resultado de este tipo de clasificaciones presenta una alta dispersión de píxeles sueltos y de pequeños grupos de píxeles, lo que resultaría inconveniente a la hora de presentar un mapeo definitivo y homogéneo, fue necesario la aplicación de procesos de corrección de la cobertura "ráster" de clasificación. En primera instancia se aplicó un filtro "majority", con una matriz de 5x5 (Erdas, 1998). Posteriormente se aplicaron las funciones "clump" (Erdas, 1998), que identifica pequeños grupos de píxeles dentro de una clase homogénea y finalmente la función "eliminate" (Erdas, 1998), que permite determinar un tamaño mínimo de grupos de píxeles de la misma categoría y eliminar aquellos que no lo alcancen. De esta manera se obtuvo una cobertura "ráster" definitiva de clasificación supervisada con características mejoradas respecto de la original.

La clasificación resultante fue verificada por medio de la realización de 20 parcelas de muestreo en terreno en varios puntos distantes entre si del área de

trabajo. Se incluyeron bosques degradados (código 5-1, Tabla 1) que habían sido escasamente muestreados inicialmente. El resultado de la verificación fue un error en el 10% de los puntos de chequeo de la clasificación, lo cual estuvo dentro de los límites aceptables para una clasificación de este tipo.

Vectorización de la clasificación

A partir de la cobertura "ráster" definitiva obtenida, se procedió a la vectorización de la misma, transformándola a un formato "shapefile" de Arcview (Esri, 1996). La cobertura en formato vectorial, integrada por polígonos asociados a una tabla de atributos en formato "dbase", permite realizar análisis, ediciones de polígonos y tablas, y estadísticas diversas, que potencian las posibilidades de análisis geográficos sobre la cobertura de ñirantales. De esta manera se obtuvo una capa vectorial compuesta por 36.622 polígonos y filas de tabla de atributos.

Posteriormente se incorporaron los atributos de cada clase determinada en la leyenda, en base a lo obtenido en las parcelas de muestreo. Paralelamente, con las parcelas de muestreo y las de verificación, en formato vectorial (shapefile puntual) se hizo lo propio, volcando en su tabla de atributos toda la información obtenida en las parcelas de campo, incluidos enlaces a las fotografías tomadas en terreno. De esta manera, con estos dos productos elaborados fue posible realizar numerosos análisis sobre la clasificación de los ñirantales de Tierra del Fuego.

2.2 RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN DE ÑIRES DE TIERRA DEL FUEGO

2.2.1 Descripción general

En la Tabla 3 se presenta la leyenda resumida en función del grado de disturbio del bosque de ñire. La categoría con código 1 representa los ñirantales en mejores condiciones, mientras las categorías con código 6 representan las situaciones más degradadas.

Puede observarse que el estrato mas conspicuo es el de los ***"Bosques de cobertura completa maduros y vigorosos, con bajo disturbio (1-2)"***, representando más de la mitad de los ñirantales analizados. Estos bosques son los menos antropizados, con baja utilización de pastoreo, actividades extractivas, conversión de uso y/o instalaciones. Esta observación es concordante con su ubicación espacial (ver Mapa 1), ya que los mismos se ubican en las posiciones más distantes respecto de instalaciones rurales y caminos. Posiblemente su aspecto sea más parecido a los ñirantales antes de la colonización europea y la introducción del ganado.

El estrato que le sigue en superficie es el de ***"Bosques de ñire maduros de media a baja cobertura, poco vigorosos, con disturbio muy alto (2-2)"***, con más

del 14% de la superficie, localizado generalmente en los extremos de distribución del estrato 1-2 y del bosque de ñire en general (ver Mapa 1). Son muy conspicuos en la costa atlántica y en el extremo noroeste de la distribución de la especie. Se corresponde con áreas de uso pasado y actual intenso para pastoreo.

Tabla 3. Leyenda en función del grado de disturbio del bosque de ñire, y las superficies y porcentajes que representa cada estrato

1-1	Bosques de ñire con Cobertura Completa (80-100%) en fase de desarrollo de regeneración (< 50 años)	Regeneración	9266	5,08
1-2	Bosques de ñire con Cobertura Completa (80-100%), Maduros (>100 años) o juveniles en fase avanzada (50-100 años) y Vigorosos (> 50% copas vivas)	Cobertura Completa sin Disturbio	99167	54,31
2-1	Bosques de ñire Maduros (>100 años) con Coberturas Medias (60-80%) Vigorosos (> 50% copas vivas)	Cobertura Media con Disturbio Bajo	8346	4,57
2-2	Bosques de ñire Maduros (>100 años) con Media y Baja Cobertura (40-60%) Poco Vigorosos (25-50% copas vivas)	Cobertura Media con Disturbio Alto	26349	14,43
3-1	Bosques de Baja Cobertura (20-40%) Vigorosos (> 50% copas vivas) Baja Cobertura Regeneración en Mosaico	Disturbio Muy Alto	8267	4,53
4-1	Bosques de ñire Maduros (>100 años) muy Abiertos (< 20% de cobertura) con Predominancia de Pastizal	Baja Cobertura Decrepito Disturbio Muy Alto	24224	13,27
5-1	Bosques de ñire Maduros (>100 años) Degradados con Evidencias Fuertes de Incendios Pasados y Desmontes	Degradado	6756	3,70
6-1	Áreas desmontadas mecánicamente.	Suelo Desnudo	203	0,11
		Todos los estratos	182578	100,00

A continuación, y en porcentaje similar al estrato anterior, con algo más del 13% de los ñirantales, se encuentran los ***“Bosques maduros de ñire muy abiertos con predominancia de pastizal, decrepitos y con disturbio muy alto (4-1)”***. Su distribución geográfica es similar y adyacente a la anterior, en sitios de muy intenso uso, tanto pastoril como extractivo, pasado y presente, y un alto grado de transformación de la estructura del bosque de ñire. En esta clase es dominante el estrato herbáceo, aunque originalmente fueron bosques de mayor cobertura, como lo atestiguan restos de madera dispersos en el pastizal. Estos bosques en muchos casos fueron originados por extensos incendios y/o un uso muy intenso con impedimento de su recuperación. Son más conspicuos en la zona de estancia Viamonte y en la zona de bosques capados de estancia San Pablo y alrededores. Con menor extensión también son comunes hacia el oeste de la distribución, sobre áreas muy antropizadas (ver Mapa 1).

El resto de los estratos presenta porcentajes inferiores al 5% de la superficie total del ñire muestreado. El de mayor extensión entre ellos es el de ***“Bosques de cobertura completa, en fase de regeneración (1-1)”***. Estos, en la mayoría de los casos, son producto de la recuperación del ñirantal después de intensos incendios, ocurridos principalmente de comienzos a mediados del siglo XX, según la información recabada de distinto origen. Son testigo de ello los numerosos trozos de madera y árboles carbonizados que se pueden observar en los sitios. En otros sectores, especialmente en áreas de escasa superficie, el origen puede ser diferente. Se trata de bosques de alta densidad muy cerrados, de cobertura completa, de muy dificultoso tránsito para los animales, y por lo tanto, limitado un uso pastoril actual. Muchas de estas áreas se encontraban aun sin cobertura arbórea en 1960, como lo atestiguan las fotografías aéreas (1960) de ese año que cubren gran parte del área estudiada. Son particularmente abundantes en la zona central (estancias Dos Hermanas, Rodeo y Guazú Cué), en la situación de recuperación post-incendios (ver Mapa 1).

Los ***“Bosques maduros con coberturas medias vigorosos, con bajo disturbio (2-1)”*** ocupan menos del 5% y presentan características intermedias entre el estrato 1-2 y el 2-2, y su distribución geográfica es también intermedia, aunque son más abundantes del centro hacia el oeste y sudoeste (ver Mapa 1).

Los ***“Bosques de baja cobertura vigorosos con regeneración en mosaicos (3-1)”***, que ocupan un 4,5% de la superficie, se presentan como bosques de baja cobertura en general, pero con un incipiente estado de recuperación, con regeneración en mosaicos, generalmente rodeando árboles o grupos de árboles maduros, alternando con pastizales, que dominan prácticamente la mitad de la superficie. Tienen una historia de uso y transformación intensa, en la que frecuentemente estuvo presente el fuego. Su distribución geográfica acompaña a las categorías más antropizadas, ubicándose en cercanías de caminos e instalaciones rurales. Son más abundantes y conspicuos en el extremo noreste de la distribución, en los alrededores de la estancia Cabo Peñas y en el entorno de la ruta complementaria F (ver Mapa 1).

El estrato menos abundante, con menos del 4% de la superficie total del ñirantal, está representado por los "**Bosques maduros degradados con evidencias fuertes de incendios pasados y desmontes (5-1)**". Son bosques de muy baja cobertura y sin regeneración. El origen de la misma fue la transformación pasada por fuego o desmonte mecánico. Son característicos de las áreas "capadas" a comienzos del siglo XX, en las que se eliminó el bosque para el pastoreo ovino. En muchos casos la eliminación fue completa, mientras que en otros, el desmonte se realizó en fajas alternas, cuya situación es más común en el sector atlántico. Este estrato también acompaña el entorno de los cascos de estancias donde la transformación del bosque fue mayor por las instalaciones ganaderas y la extracción de combustible, a lo largo de toda la distribución del ñirantal (ver Mapa 1).

Por último el estrato de "**Suelo desnudo (6-1)**" designa a aquellas áreas denudadas mecánicamente para canteras o caminos que originalmente fueron bosques de ñire y que ya no lo son. Ocupan una muy escasa superficie y son poco perceptibles en la cartografía.

2.2.2 Estructuras de los bosques de ñire

En la Tabla 4 se pueden observar las estructuras, alturas dominantes, coberturas y estado de madurez de los distintos estratos, aportando mayor información a la descripción general realizada en el ítem precedente.

Tabla 4. Tipo de estructura, alturas de árboles dominantes maduros, coberturas, área basal (AB) y estado de madurez de los distintos estratos del bosque de ñire de Tierra del Fuego

Código	Leyenda Resumida-Disturbio	Altura Media Dominante (m)	Estructura	Cobertura media (%)	AB media (m2)	Estado de Madurez
1-1	Regeneración	6,82	Regular/Irregular	89,5	32,4	J
1-2	Cobertura Completa Sin Disturbio	9,67	Irregular	82,9	86,3	M
2-1	Cobertura Media Disturbio Bajo	8,24	Regular/Irregular	67,3	40,6	M
2-2	Cobertura Media Disturbio Alto	6,68	Irregular	45,2	27,0	M
3-1	Baja Cobertura Regeneración en Mosaico Disturbio muy Alto	6,40	Irregular	42,5	10,4	J
4-1	Baja Cobertura Decrepito Disturbio Muy Alto	6,18	Irregular	19,5	11,8	M
5-1	Degradado	6,33	Irregular	11,7	4,9	M

J= fase de desarrollo juvenil, M= fase de desarrollo del bosque maduro.

La altura media de árboles dominantes fue mayor en el estrato menos disturbado, dominado por árboles maduros y vigorosos (1-2), con casi 10 m de altura (ver Mapa 3). En el mismo se registraron alturas de hasta 15 m. En contraste, las alturas dominantes decrecen con el grado de apertura y disturbio. Las estructuras, en general son irregulares o regulares por bosquetes. La cobertura de dosel es claramente decreciente entre el estrato 1-1 y el 5-1 (ver Mapa 2). Hay que destacar que algo más del tercio de la superficie boscosa de ñire posee menos del 50% de cobertura de copas. Las áreas basales, excepto las del estrato 1-2 que es similar a las de un bosque primario de lenga, son bajas e inferiores a 40 m²/ha. En cuanto al estado general de madurez, es notoria la predominancia absoluta de los bosques maduros o decrepitos, que ocupan más del 90% de la superficie del ñirantal.

2.2.3 Vigor y especies epífitas

El mejor estado de vigor del estrato arbóreo fue el estrato 1-1 de bosques juveniles, seguido por el 3-1, que presenta regeneración en mosaicos. El menor vigor se encuentra en el estrato 4-1, aun menor que el del 5-1, en el que no hay cobertura de árboles maduros y puede observarse ocasionalmente algo de regeneración. Los porcentajes de copa viva son altos en la clase 1-1 (>90%), como también en 1-2, 2-1 y 3-1, aunque con porcentajes menores que oscilan entre 85 y 75%. Las categorías 2-2 y 4-1 poseen porcentajes de copa viva entre el 40 y 30% aproximadamente, y son los que poseen un aspecto más decrepito de estos bosques, coincidiendo su abundancia en el entorno de caminos, y representando el 30% de los ñirantales.

Es interesante observar cómo se relaciona la afectación del bosque con el líquen *Usnea sp.*, siendo el porcentaje de ocupación en las copas de los árboles de ñire mayor a medida que aumenta el disturbio, para luego disminuir en los bosques de muy baja cobertura (Figura 3). Los estratos que presentan regeneración, completa y en mosaicos tienen un bajo porcentaje (20,5%) de *Usnea*, a pesar de su alto disturbio, precisamente por la presencia de árboles juveniles (Figura 3).

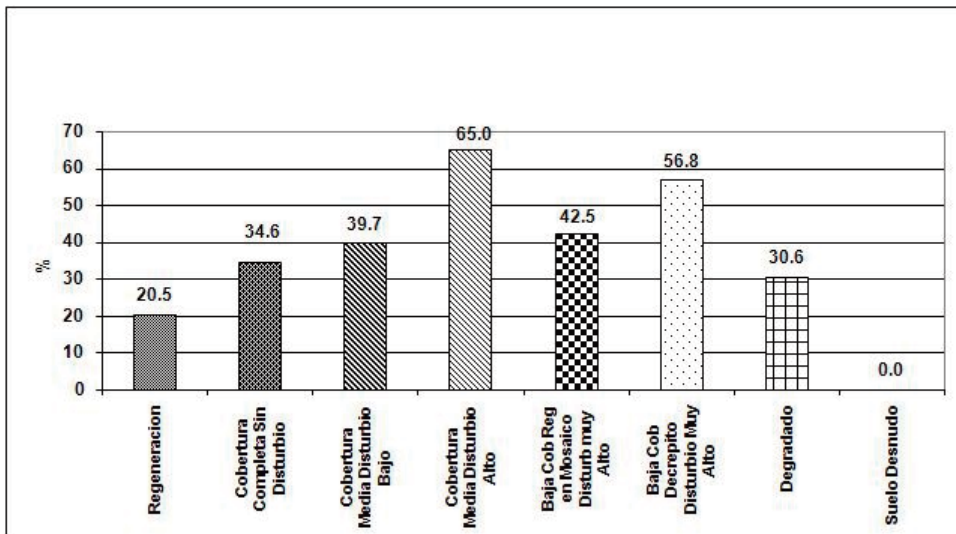


Figura 3. Presencia de *Usnea sp.* en los diferentes estratos de bosque de ñire de Tierra del Fuego

Se puede asociar este líquen directamente al vigor de cada estrato, siendo más abundante el porcentaje de ocupación en los estratos menos vigorosos, hasta en una proporción del doble a la de los vigorosos.

Con respecto a la afectación por *Misodendrum sp.*, tomando porcentaje de individuos afectados, el comportamiento es similar en cuanto a las tendencias generales que a la afectación con *Usnea*, aunque con diferencias menos pronunciadas (Figura 4). Es notorio observar que prácticamente no baja del 40% de los individuos afectados, en bosques con coberturas medias y altas.

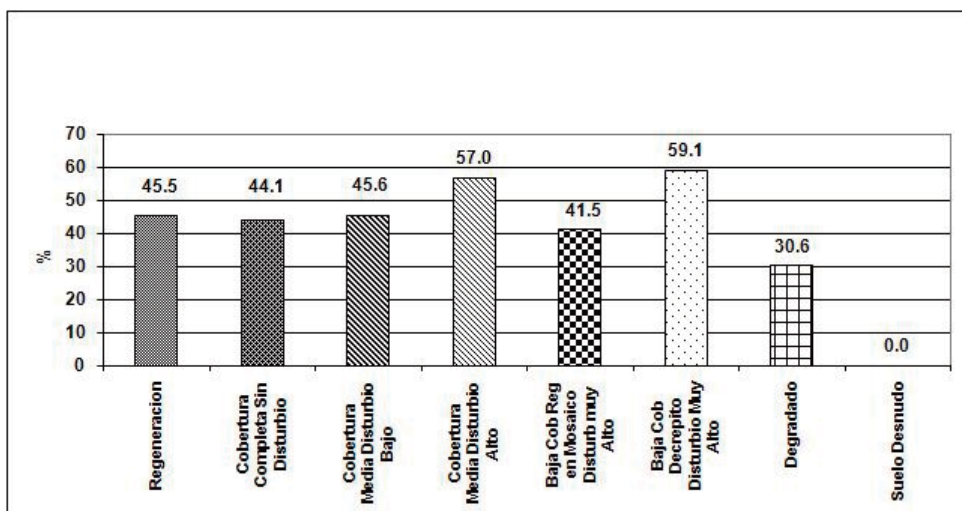


Figura 4. Presencia de *Misodendrum sp.* en los diferentes estratos de bosque de ñire de Tierra del Fuego

2.2.4 Regeneración

La cobertura de renovales (plantas de ñire de menos de 5 cm de DAP) es mayor en el estrato 1-1, compuesto casi exclusivamente por árboles juveniles con coberturas completas, seguido por el estrato 3-1 en el que los renovales ocupan aproximadamente una cuarta parte de la superficie. Son precedidos por los estratos 1-2 y 4-1, con coberturas de renovales entre el 10 y 15%. Los estratos 2-1 y 5-1 son los que poseen coberturas de renovales mas baja, rondando en un 5% de ocupación del suelo.

En cuanto a la altura de los renovales, el estrato 1-1 es el que presenta los renovales más altos con 4,5 m de altura promedio, seguidos por los del estratos 1-2 con 3,2 m y los del 3-1 con 2,7 m de altura promedio. El resto de las clases posee renovales entre 1,0 y 2,5 m en promedio.

2.2.5 Sotobosque

Las coberturas de sotobosque son elevadas en todas las categorías, siendo superiores al 90%, excepto en el estrato 1-1 (60%) y en 6-1 (sin cobertura). El porcentaje de gramíneas sobre el total siempre fue mayor al 50%. Es interesante observar que este porcentaje se incrementa desde la clase 1-1 a la 5-1, con más del 70% de gramíneas en la cobertura. Esto tendría una tiene relación directa con la apertura del dosel arbóreo.

Tabla 5. Principales tres géneros del sotobosque en los puntos de muestreo de los distintos estratos del bosque de ñire de Tierra del Fuego.

Código	Leyenda Resumida-Disturbio	Gramíneas más frecuentes	Géneros de herbáceas y arbustos mas frecuentes
1-1	Regeneración	Poa, Phleum, Deschampsia	Cotula, Osmorryza, Taraxacum
1-2	Cobertura Completa Sin Disturbio	Poa, Phleum, Trisetum	Blechnum, Cotula, Osmorryza
2-1	Cobertura Media Disturbio Bajo	Festuca, Bromus, Phleum	Blechnum, Cotula, Berberis
2-2	Cobertura Media Disturbio Alto	Poa, Phleum, Festuca	Blechnum, Cotula, Chilotrichum
3-1	Baja Cobertura Regeneración en Mosaico Disturbio muy Alto	Festuca, Phleum, Poa	Achilea, Taraxacum, Berberis
4-1	Baja Cobertura Decrepito Disturbio Muy Alto	Trisetum, Poa, Festuca	Taraxacum, Achilea, Berberis
5-1	Degradado	Festuca, Luzula, Poa	Azorella, Taraxacum, Achilea
6-1	Suelo Degradado		

En cuanto a la biomasa aérea, es en general abundante con excepción a la clase **1-1**, por falta de luz y a la **6-1** por falta de suelo (ver Mapa 5).

Se realizó además un relevamiento expeditivo donde se determinaron los géneros de las especies de gramíneas, herbáceas y leñosas del sotobosque (Tabla 5).

Se puede observar que hay géneros, como *Osmorryza* y *Cotula*, presentes en bosques con altas coberturas de copas. Los arbustivos, como *Berberis* y *Chilictrichum* predominan en sitios con coberturas medias y bajas del estrato arbóreo. Como producto de disturbios antrópicos, es más frecuente una exótica, como *Achillea*. Por el lado de las gramíneas, *Poa* está prácticamente presente en todos los estratos arbóreos, mientras que *Festuca* es más abundante cuando las coberturas son menores.

2.2.6 Disturbios

En este ítem se agrupan una serie de observaciones del entorno, como presencia de distintos tipos de disturbios y abundancia de madera muerta en el suelo, que hacen a la descripción del ambiente forestal, su historia de uso y características naturales (ver Mapa 6). Prácticamente hay indicios de incendios en todos los estratos muestreados. En algunos de ellos la ocurrencia pasada de incendios es más evidente y además corroborada por el tipo de estructura forestal actual, como en las clases **1-1**, **3-1**, **4-1** y **5-1**.

Si bien hay indicios de la presencia de ganado doméstico en todas las clases, en los bosques más abiertos con coberturas arbóreas inferiores al 20% (**4-1** y **5-1**), su presencia es más evidente con mayor intensidad de pastoreo.

En lo que hace a la extracción de madera, acusada por la presencia de tocónes, la única categoría que no mostró indicios de algún tipo de extracción fue la **1-1**.

Una de las características más notables de los ñirantales es la cantidad de madera muerta en el suelo del bosque. Esta característica se relevó cualitativamente en tres niveles de abundancia. En el estrato **1-1** la cantidad de madera muerta es escasa, lo que resulta concordante con la presencia de fuegos intensos en la mayor parte de los sitios. Los estratos **2-1** y **2-2** son los que presentan mayor abundancia de madera muerta en el suelo. Esta observación es coherente con el hecho de que estos son bosques con coberturas medias, con grados de disturbio variables, que no han sufrido incendios de magnitud, por lo que una gran proporción de la biomasa del bosque original se encuentra en el suelo del mismo. En el resto de las clases la presencia de madera muerta presenta características intermedias.

2.3 CONCLUSIONES

La clasificación realizada permite inferir que las categorías de la estratificación, responden directamente a los disturbios antrópicos directos e indirectos y reflejan la historia de utilización de estos bosques. Los ñirantales bajo estudio podrían incluirse en la clasificación de Pisano (1977) como montes y bosques mesófitos, o también compuesto por individuos de ñire arbóreo y ñire achaparrado (Ramírez et al., 1985).

En las categorías 2-1 a 5-1 (categorías disturbadas) se ha observado una alta proporción de reproducción asexual, por brotes de raíz y acodo básicamente. Esto coincide con la afirmación de Ramírez et al. (1985), quien sostiene que en los ñires arbóreos predomina la reproducción por semillas, mientras que en los achaparrados y caméfitos la forma predominante de reproducción es asexual. Tuhkanen et al. (1990) hace una afirmación similar, aun más concordante con nuestras observaciones, sosteniendo que en los bosques abiertos, con menos del 50% de cobertura predomina la propagación vegetativa. Evidentemente el tipo de reproducción predominante en estos bosques parece ser una estrategia no intrínseca del tipo de bosque original sino producto del estado del mismo.

Tal como afirma Ramírez et al. (1985), el ñire es una especie con muy baja capacidad de competencia, motivo por el cual es relegada a biotopos extremos que no necesariamente constituyen los mejores sitios para la especie, sino que están libres de competencia. La distribución de estos bosques, según Mc Queen (1976) responde a la alta presencia de heladas de verano, en tanto que Weinberger (1973) sostiene que el clima ideal para el desarrollo de estos bosques es aquel con una alta variación diaria de la temperatura, más que a un condicionamiento edáfico.

Estas primeras conclusiones están en concordancia con la hipótesis de Veblen y Lorenz (1988), quienes sostienen que los efectos que Kalela (1941) y Auer (1958), atribuían a la regresión de estos bosques debido a modificaciones climáticas, basados en su estado de decrepitud, eran efecto de la acción antrópica, básicamente de grandes quemados para ganar tierras para el ganado, por el excesivo pastoreo y la utilización para combustible.

La distribución espacial de los bosques demuestra que los bosques más disturbados coinciden con las áreas de mayor actividad antrópica, como el entorno de las instalaciones rurales y los caminos principales. Tal como señala Tuhkanen (1990), la instalación de la ciudad de Río Grande y los establecimientos ganaderos en el ecotono han determinado una profunda transformación de los bosques de ñire, en los que el fuego, los desmontes y el pastoreo han jugado un rol fundamental.

Posteriormente, condiciones de mercado desfavorables para la lana, han promovido una drástica disminución de la carga animal, lo cual favoreció la recolonización del bosque en algunos sitios de los que había sido desplazado. Simultáneamente, a partir de la segunda mitad del siglo XX el abandono de las

prácticas de uso del fuego, que ya eran utilizadas por los aborígenes (Veblen, 1989), contribuyó a esta re-expansión.

Los notorios contrastes de alambrado que se observan entre distintos potreros o establecimientos (Lobo, 2007) demuestran que el manejo ganadero juega un rol fundamental en la estructura del bosque y en su dinámica, presentándose situaciones muy contrastantes en un mismo bosque con distintos tipos de manejo. Esta característica debería tenerse presente a la hora de la planificación de un uso silvopastoril más intensivo.

2.4 Bibliografía

Auer V. (1958) The Pleistocene of Patagonia. Part II. The history of flora and vegetation. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae Serie A-III-50*; 239 pp.

Collado L. (2000) Estratificación de los bosques de Tierra del Fuego mediante el análisis de imágenes satelitales para el inventario forestal de la provincia. Inédito. Dirección de Bosques de Tierra del Fuego. 70 p.

Collado L. (2001) Los Bosques de Tierra del Fuego. Análisis de su Estratificación Mediante Imágenes Satelitales para el Inventario Forestal de la Provincia. *Multequina* 10: 1-15. Mendoza.

ERDAS (1998) Manual de Utilización de ArcView Image Análisis. ERDAS, Inc. Atlanta. USA.

ESRI (1996) Manual de Utilización de ArcView Gis. Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands, CA. USA.

Kalela E.K. (1941) Über die Holzarten und die durch die klimatischen Verhältnisse verursachten Holzartenwechsel in den Wäldern Ostpatagoniens. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Series A, 2*: 5-151.

Lobo M. (2007) Estudio Multitemporal de diagnóstico forestal para los bosques de *Nothofagus antarctica* (Ñire) en los establecimientos ganaderos Via monte y Catalana, región de los bosques de ecotono, isla de Tierra del Fuego, Argentina. Tesis de Licenciatura Universidad Blas Pascal, Córdoba, Argentina, 118 pp.

Mc Queen D. (1976) The ecology of *Nothofagus* and associated vegetation in South America, *Tuatara* 22: 38-68.

Pisano E.V. (1977) Fitogeografía de Fuego Patagonia Chilena, comunidades vegetales entre las latitudes 52 y 56° S". *Anales del Instituto de la Patagonia* 8: 121-250.

Ramírez C., Correa M., Figueroa H., San Martín J. (1985) Variación del hábito y hábitat de *Nothofagus antarctica* en el centro sur de Chile. *Bosque* 6: 55-73.

Tuhkanen S., Kuokka I., Hyvonen J., Stenross S., Niemela J. (1990). Tierra del Fuego as a target for biogeographical research in the past and present. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales* 19-2: 1-107.

Veblen T.T., Lorenz D.C. (1988) Recent vegetation changes along the forest/steppe ecotone in northern Patagonia. *Annals of the Association of American Geographers* 78: 93-111.

Veblen T.T. (1989) Tree regeneration responses to gaps along a transandean gradient. *Ecology* 70: 541-543.

Weinberger P. (1973) The regeneration of the Araucano-Patagonic *Nothofagus* species in relation to microclimatic conditions. *Flora* 162: 157-179.

3.

Implicancias prácticas del uso del ñirantal como sistema silvopastoril y su conservación

Peri P.L.*

* EEA INTA Santa Cruz – Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) - CONICET

3.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL USO DEL ÑIRANTAL

En Tierra del Fuego existen 42 estancias con bosque de ñire de las cuales un 81% tiene más del 10% de su superficie ocupada con bosque de ñire (Ormaechea et al., 2009). La principal actividad en la zona de ñirantales corresponde a la producción mixta (bovino+ovino) (59%), y en menor medida la ganadería bovina (22%) y ovina (19%) (Ormaechea et al., 2009). La dependencia casi exclusiva del pastizal natural como fuente de alimentación convierte al sistema en sumamente vulnerable a las variaciones climáticas y de manejo. Sin embargo, a pesar del gran impacto a nivel regional de estos sistemas no existe en la actualidad planes de manejo adecuados (basados en sustentos científicos, sociales o económicos) para asegurar su sustentabilidad o inventarios forestales en áreas de ñire tendientes a lograr dicho manejo. A pesar que existen leyes forestales provinciales y nacionales que exigen la presentación de Planes de Manejo para el uso sustentable de los bosques nativos, la totalidad de los mismos se centran en especies de valor maderero como el caso de la lenga. Como consecuencia no se registran Planes de Manejo presentados en las Direcciones de Bosques provinciales de Santa Cruz y Tierra del Fuego para el uso de los bosques de ñire.

Según la información presentada en el Capítulo 2, existen **108.433 ha** de bosque de ñire (aproximadamente 59% de la superficie total de ñirantales) con cobertura mayor a 70% (ver Mapa 2) que podrían estar sujetas a un plan de corta de raleos que reduzca la cobertura de copas (aumentando la intensidad lumínica al sotobosque), y de esta forma aumentar la producción de forraje que podría ser aprovechado para el pastoreo de los animales.

Por otra parte, en varias zonas el bosque de ñire se encuentra degradado (**6.959 ha**) (ver Mapa 1, Capítulo 2) debido a incendios o cortas excesivas conjuntamente con un pastoreo excesivo (sobrepastoreo) lo que ha probado una deterioro del sistema con escasa o nula regeneración del componente arbóreo y un desarrollo pobre de la vegetación con invasión de malezas. Son estas áreas las primeras sobre las que se podrían desarrollar acciones de restauración.

Por lo tanto, debido a la presencia de situaciones contrastantes en el estado actual de los ñirantales de Tierra del Fuego se propone lineamientos generales para el manejo silvopastoril y para su conservación que sirvan de guía a las políticas de desarrollo de la región.

3.2 PROPUESTA PARA EL MANEJO SILVOPASTORIL DEL ÑIRANTAL

El desarrollo de sistemas silvopastoriles en la Patagonia podría constituir una alternativa productiva sustentable, contemplando inclusive la posibilidad de recuperar ecosistemas degradados. El manejo sustentable de los sistemas silvopastoriles enfrenta el desafío de compatibilizar su conservación con la necesidad de satisfacer los requerimientos sociales de las comunidades relacionadas al bosque de ñire. Un manejo forestal sustentable debe abordar tres aspectos fundamentales: ser ecológicamente viable, económicamente factible y socialmente deseable. En definitiva, la propuesta basada en la información a escala regional obtenida en el presente trabajo pretende por una parte mejorar la calidad y productividad de los sistemas y por otra mejorar su conservación. En este sentido, las prácticas de raleos en rodales de ñire, podría constituirse en intervenciones de características sinérgicas, si ello implica mejorar el crecimiento de los árboles remanentes y su regeneración, y a la vez mejorar la producción de forraje y el uso, por parte de los animales, de la cubierta forestal para la protección en invierno, integrado con la conservación de la biodiversidad, el paisaje y calidad de vida de las comunidades. A continuación se presentan las principales pautas generales para el manejo silvopastoril y conservación de los bosques nativos de ñire presentados en Peri et al. (2009).

3.2.1 Plan de Manejo – Inventario forestal, evaluación de pastizales y ajuste de carga animal

Un rol importante de los organismos estatales es reglamentar el uso de los bosques de ñire a través de planes de manejo. El manejo forestal en Patagonia Sur tendría que incorporar *Planes de Manejo* de largo plazo que tiendan a mantener en el tiempo los niveles de uso del bosque nativo de ñire ajustándose a las leyes forestales provinciales y nacionales, y que contemple aspectos de sustentabilidad. Se propone que los *Planes de Manejo* incorporen Criterios e Indicadores de Sustentabilidad (C&I) basado en el trabajo previo de Carabelli y Peri (2005) y adaptados en base a los principios empleados por el Proceso de Montreal, por el CIFOR (Centro Internacional para las Investigaciones Forestales) y el FSC (Forest Stewardship Council) los que han permitido definir tres principios: (i) la integridad de los ecosistemas de ñire y sus funciones ecológicas deben ser mantenidos, (ii) la capacidad productiva de los bienes y servicios comercializables de estos bosques debe ser mantenida, y (iii) el bienestar socioeconómico de las comunidades asociadas debe mantenerse o incrementarse.

Para que se incorporen Planes de Manejo para el uso sustentable de los bosques nativos de ñire en Direcciones de Bosques provinciales será necesario, en principio cumplir con los requisitos requeridos para las demás especies forestales nativas. Los productores deberán cumplir las siguientes etapas a lo largo del sistema de producción: (a) realizar un inventario forestal a cargo de un técnico o un ingeniero forestal para determinar las variables ecológicas, biométricas y geográficas de los bosques de ñire que queden comprendidos en el sistema silvopastoril. (b) Con los resultados del inventario forestal, la información productiva de la empresa y los objetivos del manejo del recurso forestal bajo estudio, se elabora un Plan de Manejo a cargo de un profesional. Este Plan de Manejo incluye la información de base (estado legal, forestal y económico) y la planificación de las actividades silvícolas y de aprovechamiento para un período variable, aunque se recomienda no menor a 5 años. Este estudio debe ser evaluado y aprobado por la autoridad de aplicación previa al inicio de las tareas de manejo. (c) En caso de ser necesario deben solicitar los permisos correspondientes (guías de aviso y de proyecto) para la construcción de los caminos de acceso. (d) Una vez definidos las áreas de corta, que son el área anual a intervenir, se debe realizar la marcación, la ubicación de las vías de saca y los canchones de acopio, que también debe ser chequeada y aprobada por la autoridad de aplicación. (e) Una vez efectuada la intervención, se realiza la extracción de los productos forestales a los canchones de acopio, los que deben ser fiscalizados antes de su transporte final, por medio del martillado (marca identificatoria de la autoridad de aplicación) y cuantificación del volumen para el cobro del aforo correspondiente y la emisión de las guías de transporte. (f) Finalmente se realiza el transporte de los productos forestales por medio de vehículos y camiones acondicionados a tal fin. El transporte debe llevar las guías, acompañando al producto forestal desde la cancha de acopio hasta el lugar definitivo de procesamiento o uso de los productos forestales. (g) Para garantizar el uso silvopastoril de los ñirantales en un marco sustentabilidad es imprescindible que el Plan de Manejo se base en un análisis integral de todos los componentes del sistema y sus interacciones ecológicas, en el que la Evaluación de los Pastizales es una parte esencial del mismo.

La *Evaluación de Pastizales* previo y posterior a las intervenciones silvícolas tendrá el objetivo de proveer información que permita tomar decisiones de manejo para optimizar la producción ganadera en los sistemas silvopastoriles. La Evaluación de Pastizales dará lugar a la *Planificación del Pastoreo*, el cual consiste en determinar el número de animales (carga animal) y la época de uso de cada potrero. Se recomienda una dimensión de potrero no mayor a 1000 ha. Las etapas de la *Planificación del Pastoreo* son: (a) Estimación de la receptividad de los potreros basados en el método de la asignación anual y el método de la matriz. (b) Estimación de la demanda animal basado en el cálculo de la carga animal actual expresada en cabezas y Equivalentes Ovinos Patagónicos. (c) Asignación de tipo de animal por potrero priorizando según situación, ob-

jetivos y requerimientos. (d) Definición del sistema de pastoreo analizando las ventajas de pastoreo continuo versus pastoreo rotativo. (e) Definición de número de cabezas según receptividad, categoría animal y época de uso. Cada 2 años será necesario realizar un monitoreo del pastizal para evaluar la respuesta del pastizal a los raleos.

EVALUACION DE PASTIZALES EN ÑIRANTALES - *METODO ÑIRANTAL SUR (SAN JORGE)*

En Patagonia Sur se utiliza el *Método Santa Cruz* para la estepa y el *Método de Botanal* para vegas y mallines para estimar la biomasa (Borrrelli y Oliva, 2001). Sin embargo, no ha sido muy estudiado cual es el mejor método de evaluación de pastizales en ñirantales. El objetivo del presente trabajo fue el diseño de un método de evaluación de pastizales que se adapte mejor al ecosistema de ñirantales en Patagonia Sur (*Método Ñirantal Sur -San Jorge*) como herramienta para estimar la capacidad de carga animal media en sistemas silvopastoriles a nivel predial (Peri, 2009). La receptividad promedio surge de una media de Producción Primaria Neta Anual Potencial (PPNAP) del pastizal de diferentes unidades del ñirantal de los potreros, ponderada por la superficie de cada unidad homogénea de bosque. El cálculo de PPNAP (kg MS/ha/año) de cada unidad se basó en regresiones (lineales y no lineales) y relaciones empíricas generadas en base a investigaciones realizadas previamente en las provincias de Santa Cruz y Tierra del Fuego (Peri, 2004; Peri, 2005; Peri et al., 2005a,b). Las mismas contemplan una base de datos correspondiente a 900 cortes mensuales de materia seca (utilizando cuadros de 0,1 m²) en rodales puros y homogéneos de ñire en un amplio gradiente de variables ambientales y de calidades de sitio distribuidos desde los 46° 03' 24" a los 54° 21' 47" de latitud sur y efectuados durante el período 2003-2007. La PPNAP representa la máxima acumulación de materia seca del pastizal para un momento de uso y situación en particular del ñirantal, y está en función de:

$$\text{PPNAP} = f [\text{Clase de sitio (CS)}, \text{Cobertura de Copas (CC)}, \text{Área basal (AB)}, \text{Residuos (R)}, \text{Momento de Uso (U)}]$$

Donde CS es la Clase de Sitio de los ñires expresado por la altura promedio (expresado en metros, m) de los árboles dominantes de ñire. A través de la altura de los árboles dominantes (árboles adultos en fase de envejecimiento) se puede determinar indirectamente la calidad del

sitio, siendo éste la combinación de factores del ambiente: suelo (profundidad y nutrientes), régimen hídrico (pendiente, exposición, evapotranspiración, precipitaciones) y temperatura, entre otros. Se observó que la calidad de sitio no sólo indica la productividad potencial forestal sino también la PPNAP del pastizal de una zona. Es decir, si se observan árboles dominantes de ñire de 14 metros de altura, esto corresponde a un buen sitio forestal y además para el pastizal, lo cual se corresponde a suelos profundos con acumulación de materia orgánica, bien drenados, y con un régimen hídrico favorable. En una lomada expuesta a los vientos en la transición con la estepa, con suelos poco desarrollados, la altura de los árboles dominantes de ñire, solo alcanza 3 metros de altura, lo cual indica un sitio muy poco productivo. Para el rango de la variable Clase de Sitio (CS) se utilizó la siguiente clasificación: CS I (altura de árboles dominantes en fase de envejecimiento mayor a 12 m), CS II (altura de árboles dominantes en fase de envejecimiento entre 7 y 12 m) y CS III (altura de árboles dominantes en fase de envejecimiento menor a 7 m).

La inclusión de la variable CC (expresada en porcentaje, %) se basa fundamentalmente en que la PPNAP en ñirantales de la región patagónica sur también está en función de los diferentes niveles de sombra o la luz fotosintéticamente activa que recibe el pastizal, los cuales interactúan con el régimen hídrico (incluido indirectamente a través de la CS). Por ejemplo, en el límite entre estepa y bosque, el clima determina un régimen con un fuerte déficit hídrico coincidente con la estación de crecimiento. En estos sitios, se ha observado que en asociaciones de árboles y especies herbáceas, las plantas sometidas a un sombreado y protegidas de los fuertes vientos presentan menores tasas de transpiración y evaporación en comparación con sitios abiertos, lo que determina una mayor productividad en los sistemas silvopastoriles con un 60% de cobertura de copas en comparación con pastizales adyacentes sin árboles (Peri, 2005). En contraste, en zonas de ñirantales con régimen de precipitaciones isohigro, las bajas temperaturas es el principal factor limitante del crecimiento del pastizal, detectándose una disminución de la PPNAP casi lineal con la disminución de luminosidad.

Los rangos utilizados para la variable CC son: (1) 5 a 30% de cobertura de copas, (2) 30 a 60% de cobertura de copas y (3) mayor a 60% de cobertura de copas del estrato arbóreo. La variable AB (expresada

en m^2/ha) determina el grado de ocupación física de troncos de los árboles, el cual está directamente relacionada con CC y le resta superficie neta al pastizal. El rango utilizado para esta variable fue desde $5 \text{ m}^2/\text{ha}$ (baja densidad) a $72 \text{ m}^2/\text{ha}$ (bosques con alto grado de ocupación).

La variable *R* (expresada en porcentaje, %) determina la reducción física en terreno de residuos del bosque (troncos caídos y ramas gruesas) sobre el crecimiento del pastizal y también la reducción de acceso al pastizal por parte de los animales alrededor de los residuos. El rango utilizado para esta variable varía desde 5% (baja presencia de residuos) hasta 50% (alta presencia de troncos y ramas en el piso).

La variable *U* (sin dimensión) es un factor de corrección promedio que ajusta el valor de Producción Primaria Neta Anual Potencial (PPNAP) o pico de biomasa en primavera ($U= 1$) para tres momentos de usos (verano, otoño e invierno). La estimación de los valores de *U* se basaron en la disminución de la producción de materia seca acumulada medida en jaulas de clausuras para los ñirantales evaluados durante todo el período de crecimiento (Peri, 2004; Peri, 2005; Peri et al., 2005a,b). Es importante resaltar que el uso de este factor en la evaluación de pastizales es válido cuando el potrero no tuvo pastoreo previo en el transcurso del mismo período de crecimiento. Es decir que la disminución de la producción es debido sólo por acumulación excesiva de materia seca la cual ocurre cuando el área foliar excede valores óptimos (95% de interceptación de la radiación) y determina muerte de hojas y macollos.

¿Cuál es la intensidad de muestreo?

Primero hay que determinar la superficie de ñirantal que posee un establecimiento o los potreros a evaluar. Posteriormente se deberá indicar si el bosque que se está evaluando es homogéneo o heterogéneo, ya que junto con el error de muestreo, incide en el número de parcelas (estaciones de muestreo) a realizar (Tabla 1). Si bien en la presentación del método el grado de heterogeneidad del bosque fue determinado según el Coeficiente de Variación de la variable Área Basal del bosque expresado en m^2/ha (Peri, 2009), a continuación se presenta la siguiente clasificación de rodales (unidades de bosque homogéneos) que indica, en una forma más práctica, la homogeneidad del bosque:

RODAL 1 (TIPO DE BOSQUE HOMOGENEO 1): Bosque cerrado de ñire donde predominan árboles en fase juvenil de regeneración de ñire (10-40 años de edad con la corteza lisa) con más de 10.000 árboles/ha.

RODAL 2 (TIPO DE BOSQUE HOMOGENEO 2): Bosque donde predominan árboles maduros de ñire (mas de 100 años de edad con la corteza rugosa y agrietada) con densidad de 300 a 500 árboles/ha.

RODAL 3 (TIPO DE BOSQUE HOMOGENEO 3): Bosque donde predominan árboles maduros de ñire (mas de 100 años de edad con la corteza rugosa y agrietada) intervenido anteriormente o abierto con densidad de 80 a 200 árboles/ha.

RODAL 4 (TIPO DE BOSQUE HOMOGENEO 4): Bosque disetáneo de ñire, es decir que en 1 hectárea se encuentran mezclados árboles de más una clase edad (juveniles, jóvenes y maduros), de distintas alturas y diámetros.

En caso de que el bosque sea heterogéneo, es conveniente distinguir los rodales (unidades de bosque homogéneos) que se constituyen la masa boscosa y su correspondiente superficie (en hectáreas) para optimizar el número de parcelas a realizar. Si no se cuenta con información previa que permita distinguir rodales, se deberá considerar a la masa boscosa como heterogénea. Por ejemplo, si un potrero o el predio que tiene una superficie de 1000 ha de ñirantal, de las cuales 400 ha pertenece a un rodal (unidad de bosque homogéneo) Tipo 1 y 600 ha a un rodal Tipo 2, se necesitarían realizar 28 parcelas o estaciones de muestreo ($600/35 + 400/35$) con un error de muestreo del 15%. Si no contaríamos con la información previa de los rodales, se consideraría en su conjunto como bosque heterogéneo y por lo tanto necesitaría realizar 100 parcelas o estaciones de muestreo ($1000/10$) para el mismo error de muestreo.

Si bien el evaluador tiene la opción de escoger el error de muestreo, se sugiere un mínimo del 15% (Tabla 1).

Tabla 1. Intensidad de muestreo (número de parcelas) para bosques de ñire con distintos grados de homogeneidad y diferentes errores de muestreo.

Error de muestreo	Bosque Homogéneo	Bosque Heterogéneo
10 %	1 cada 15 ha.	1 cada 5 ha.
15 %	1 cada 35 ha.	1 cada 10 ha.
20 %	1 cada 60 ha.	1 cada 25 ha.

¿Qué variables hay que medir en el campo y cómo medirlas?

Este método es de fácil uso, ya que las únicas variables que deben tomarse a campo en cada parcela o estaciones de muestreo para estimar la Producción Primaria Neta Anual Potencial (PPNAP), son la cobertura de copas (CC), la clase de sitio expresado por la altura promedio de los árboles dominantes (CS) y la cantidad de residuos leñosos (R) (Peri, 2008). Es decir que el método no requiere de cortes para estimar la producción de materia seca.

Luego de definido el número total de parcelas, se deberá realizar un muestreo en transectas con centro de parcelas (estaciones de muestreo) distribuidas en forma sistemática. El área de influencia de cada

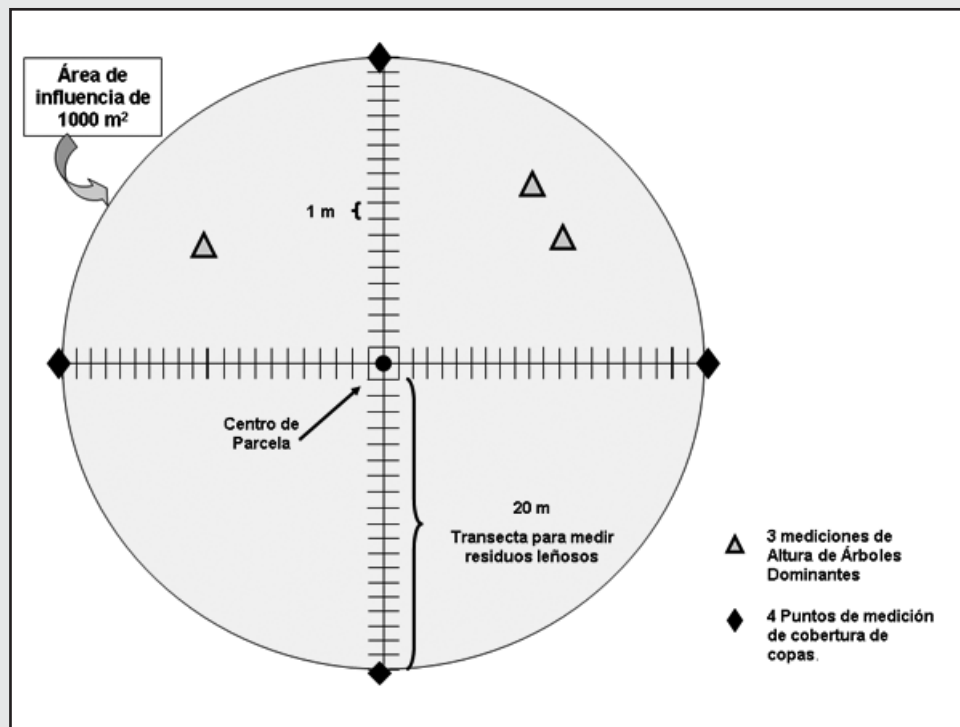


Figura 1. Esquema de las parcelas (estaciones de muestreo) de medición de las tres variables requeridas por el método de evaluación de pastizales naturales Ñirantal Sur –San Jorge (cobertura de copas, la clase de sitio expresado por la altura promedio de los árboles dominantes y la cantidad de residuos leñosos) para bosques nativos de ñire en Patagonia Sur.

parcela donde se efectúan las mediciones de *CS*, *CC* y *R* será de 1000 m² (Figura 1).

Para determinar la variable Clase de Sitio (*CS*) se medirá la altura total de tres árboles dominantes de ñire (árboles adultos más altos expresado en metros, m) dentro del área de influencia de 1000 m² con clinómetro Suintto o vara graduada (Figura 1). La cobertura de copas puede ser medida con Copímetro de espejo cóncavo (presición 1/96) en los extremos de cada transecta utilizada para la estimación de residuos (Figura 1). El mapeo de los diferentes rangos de cobertura de copa del ñirantal se puede realizar con la ayuda de fotografías aéreas o imágenes satelitales de alta resolución (QuickBird o IKONOS con resoluciones mayores a 1 x 1m). La estimación de la cobertura de residuos (*R*) puede ser realizada con cuatro transectas de punto al paso de 20 m cada una ubicadas al norte, sur, este y oeste desde el centro de parcela (Figura 1). En cada transecta, cada 1 m se desciende una varilla que tocará una porción de sotobosque o residuo. De esta manera, el porcentaje de residuos se calculará sobre el número de toques de residuos sobre el total de 80 toques. El rango utilizado para esta variable fue desde 5% (baja presencia de residuos) hasta 50% (alta presencia de troncos y ramas en el piso).

Determinación de la disponibilidad forrajera de los ñirantales

Con la información obtenida de cada parcela o estación de muestreo (cobertura de copas, clase de sitio y la cantidad de residuos leñosos) y la determinación del momento de uso del potrero (primavera o pico de biomasa, verano, otoño o invierno) se obtiene la Producción Primaria Neta Anual Potencial (PPNAP) para cada caso en particular usando una Tabla de triple entrada que se encuentran disponibles en Peri (2008), Peri (2009). A los valores obtenidos en dicha Tabla deberá restarse el residual del pastizal a dejar según sea ganado ovino o bovino para obtener la disponibilidad neta. Para la determinación de la biomasa a pastorear (índice de cosecha o forraje disponible para el pastoreo) en sistemas silvopastoriles en ñirantales se propone 130 ±45 Kg MS/ha (altura promedio de 2 ±0,6 cm) para ovinos y de 260 ±60 Kg MS/ha (altura promedio de 8 ±1,5 cm) para ganado vacuno (Peri, 2008). Para lograr flexibilidad en el ajuste de la carga animal respecto a condiciones climáticas desfavorables (año seco o frío) se debería considerar el límite inferior (restando al valor medio el desvío estándar) de la PPNAP de la Tabla (Peri, 2009).

Esta metodología es recomendada para la evaluación de disponibi-

alidad de forraje en bosques de ñire separado del resto de los ambientes del campo o cuando se pueda afectar por un factor de ajuste relacionado al tiempo que los animales invierten pastoreando dentro del ñirantal. El método de evaluación propuesto solo es válido para pastizales no degradados. El sobrepastoreo por parte de los animales (principalmente ovinos) puede generar cambios en la estructura y funcionalidad de los pastizales de ñirantales con una consecuente disminución de la productividad primaria del sistema. Por lo tanto, será necesario monitorear a largo plazo la respuesta del pastizal en ñirantales bajo pastoreo con el fin de determinar la necesidad de ajustar la metodología propuesta.

3.2.2 Propuesta Silvícola

La propuesta silvícola presenta guías de manejo respecto al tipo e intensidad de los raleos, y aspectos relacionados a la continuidad del estrato arbóreo bajo uso silvopastoril. En los sistemas silvopastoriles la producción de pasto, y consecuentemente la producción ganadera, tiene relación directa con la cobertura del dosel arbóreo. Los resultados de los trabajos de investigación indican que la intensidad de raleo está en función de la interacción entre el régimen hídrico y los diferentes niveles de sombra, los cuales han sido los factores principales que limitan la productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles (Peri, 2005; Peri et al., 2005a,b; Sarasola et al., 2008). Integrando el conocimiento generado hasta la fecha y conceptos de practicidad operativa se proponen dos intensidades de raleo para diferentes sitios de ñirantales, quedando excluidos de intervención silvícola aquellos bosques con alturas finales de árboles dominantes menores a los 4 m debido a la fragilidad ambiental del ecosistema y por poseer una alta riqueza florística (Quinteros et al., 2008).

Raleos de intensidad moderada

En sitios de estrés hídrico severo se recomienda una intensidad máxima de raleo que deje una cobertura de copas remanente entre 50 y 60%, lo cual determinaría un aumento de 300 ± 150 kg MS/ha/año partiendo de un bosque cerrado con un 80-90% de cobertura. Los sitios de estrés hídrico severo son definidos como aquellos ñirantales con alturas de los árboles dominantes inferiores a los 5-8 m. Estos sitios se corresponden por ejemplo con zonas del límite entre estepa y bosque donde el clima determina un régimen con un fuerte déficit hídrico coincidente con la estación de crecimiento. En estos sitios, las plantas sometidas a un sombreado y protegidas del efecto desecante de los fuertes vientos presentan menores tasas de transpiración y evaporación en comparación con sitios abiertos. Esta diferencia en la disponibilidad de agua en suelo en los sistemas silvopastoriles en comparación con pastizales puros determina

una mayor productividad. Por ejemplo, en estos sitios de severo estrés hídrico se alcanzó la máxima tasa de crecimiento de materia seca con una cobertura de copas del 55% (Peri, 2005).

Raleos de intensidad alta

A diferencia de lo anterior, en sitios con un régimen de precipitaciones más favorable o ñirantales con alturas de los árboles dominantes superiores a los 8 m, se recomienda una intensidad máxima de raleo que deje una cobertura de copas remanente entre 30 y 40%, lo cual determinaría un aumento de 1400 ± 250 kg MS/ha/año partiendo de un bosque cerrado con un 80-90% de cobertura. En estos sitios se detectó una disminución de la tasa de crecimiento de materia seca de la pastura aproximadamente lineal con el aumento de la cobertura de copas. Sin embargo, la presencia de árboles en estos sitios disminuye el daño directo ocasionado por las heladas y/o acumulación de nieve sobre las pasturas. Por ello, el período vegetativo de los pastos se alarga en sistemas silvopastoriles comparados al de un pastizal abierto, modificando de esta manera la duración de la oferta forrajera para los animales.

Considerando la existencia de **108.433 ha** de bosque de ñire con cobertura mayor a 70% (Capítulo 2, Mapa 2), la distribución de calidades de sitio expresada por la altura de los dominantes (Capítulo 2, Mapa 3), el grado de ocupación determinado por el área basal (AB, m²/ha) (Capítulo 2, Mapa 4), las intensidades de raleo propuestas según el régimen hídrico (descriptas anteriormente) y las ecuaciones de volumen para ñire (Lencinas et al., 2002), se estima un volumen de madera aprovechable de aproximadamente **8.130.000 m³**. El rendimiento industrial de ñirantales de calidad de sitio media-alta (altura dominante $13,3 \pm 1,3$ m) fue analizado por Martínez Pastur et al. (2008) en rodales cuya área basal original fue de 59 m²/ha con una intensidad de raleo que dejó un remanente de 30 m²/ha. El rendimiento en aserradero varió con la calidad y el tamaño de las trozas desde 34% para trozas >30 cm de diámetro en punta fina de calidad alta (pudrición blanca <10% en la peor cara, pudrición parda <30%, mancha <50%, flecha <3 cm/m, rajaduras <50 cm y sin fustes retorcidos) a 4% para trozas de baja calidad. Las trozas de mejor calidad produjeron 9% de tablones, 21% de tablas, 49% de tirantes, 5% de madera corta y 16% de madera para pallet. Los resultados sugieren la posibilidad de incorporar al aserrado solo trozas de alta calidad de cualquier diámetro, lo que representa rendimientos de cosecha de 50 m³/ha. Sin embargo, el 90% de los ñirantales de Tierra del Fuego (ver Mapa 3, Capítulo 2) poseen calidades de sitio inferiores, lo cual determina la necesidad de contar con una industria que se adapte a los productos de los raleos de ñire. La inclusión de madera para tableros, parquet o muebles podrían ser una alternativa.

Por otro lado, considerando el aumento esperable en la producción del pastizal del sotobosque si se efectuaran los raleos en la totalidad de la superficie de ñirantales con coberturas superiores al 70% (108.433 ha) y considerando un consumo medio anual de 513 Kg MS/año para ovinos o 3590 Kg MS/año para bovino (Escobar et al., 2005), se esperaría aproximadamente un incremento de **170.000 ovinos** o **24.160 bovinos** en la provincia de Tierra del Fuego. Es importante resaltar que estos números son sólo orientativos para enmarcar el potencial impacto a nivel provincial, ya que cualquier decisión de aumento del ganado o de la producción forestal resultante de prácticas silvícolas deberá estar contemplada en planes de manejo sustentables con sus áreas de conservación (ver punto 3.3.2) y la aprobación de la autoridad competente.

Continuidad del estrato arbóreo

La rentabilidad a largo plazo del sistema silvopastoril depende entre otras cosas la de mantener el estrato arbóreo. La permanencia del dosel del bosque tendrá los objetivos de mantener la productividad de pasto, el reparo para los animales, los servicios ambientales (control de erosión, calidad de agua, conservación de la biodiversidad, entre otros) y conservar una producción diversificada. Basado en la cuantificación de la producción y calidad de semillas, la caracterización del banco de plántulas (incorporación, mortalidad y crecimiento) en bosques de ñire en diferentes calidades de sitio (Tejera et al., 2005; Peri et al., 2006; Hansen et al., 2008) se concluye que la continuidad del estrato arbóreo bajo uso silvopastoril no puede asegurarse a través de la regeneración por semillas, por lo cual se debería aplicar otras técnicas silviculturales que mantengan la sustentabilidad del sistema. En este sentido, las clausuras temporales que protegen a la vegetación del pastoreo y el ramoneo permiten la regeneración de los árboles y su crecimiento hasta una altura suficiente para quedar por fuera del alcance de los animales (> 2,5 m). A pesar que no se conoce con precisión la densidad de plantas óptima a cada edad para lograr la cobertura deseada para diferentes calidades de sitio, y que no es seguro la regeneración por semillas ya que existe una alta competencia del pastizal y presión de ramoneo de los animales en los sistemas silvopastoriles, el esquema general sería el de efectuar una protección individual de regeneración pre-establecida (por cepa, de semilla o raíz) o en los casos que no existiera regeneración natural la práctica de una plantación con ñire. Se estima que se deberá proteger de 2 a 5 renovales de ñire por ha/año hasta asegurar el reemplazo total de los individuos en fases de envejecimiento o desmoronamiento (con edades superiores a los 150 años) para la densidad final definida en cada sitio. Deberá probarse para cada zona en particular la efectividad de protectores individuales para diferentes cargas y tipo de ganado, guanaco y/o liebre.

En algunos sitios se podría contemplar como alternativa la rotación de clausuras ya que existe información empírica proveniente de contrastes de alambrados que se vislumbra un buen desarrollo de la regeneración.

3.3 PROPUESTA DE CONSERVACION Y RECUPERACION DEL ÑIRANTAL

3.3.1 Densidad de la red caminera

Se debe considerar y privilegiar el uso y habilitación de caminos existentes, excepto en situaciones en las que su utilización pudiera provocar o agravar procesos erosivos. Según lo evaluado por Rusch et al. (2004), la densidad de caminos debe ser preferentemente menor a 30 m/ha. El área alterada por la red de caminos no debe superar un 5% de la superficie manejada. Aquellos caminos que hayan cumplido su vida útil, o se consideren actualmente en exceso, deben ser desactivados, cuando no sea posible realizar un adecuado mantenimiento de su estado incluyendo sus obras de drenaje. Al trazar caminos en valles o cerca de ellos, se debe evitar localizarlos al pie de laderas inestables o de mucha humedad, o en pendientes mayores a 25 grados. Cuando un camino se localice paralelo a un curso de agua, debe ser ubicado fuera de la zona de manejo del cauce (con el fin de impedir la entrada de sedimentos). La pendiente longitudinal del camino debe ser de un mínimo de 3%. A fin de disminuir la remoción es conveniente incluir tramos cortos (60-90 m) con pendientes longitudinales más inclinadas. Las pendientes máximas no deben superar el 12%, excepcionalmente podrán trazarse tramos no mayores a 50 metros de longitud con 15 % de pendiente. El camino debe tener una pendiente transversal o bombeo del 3 al 5%. Detalles de los elementos de diseño de los caminos y drenajes se presentan en Rusch et al. (2004). La construcción de caminos se debe efectuar en la temporada seca evitando el movimiento de tierras en suelos saturados.

3.3.2 Áreas de protección

Dentro de los predios deben considerarse áreas de conservación. Respecto a los cauces de ríos y arroyos se deberá dejar una zona de protección de 15 a 60 m (Rusch et al., 2004). Se deberá evitar que las vías de saca de madera crucen cauces de ríos o arroyos o humedales. Los márgenes de lagunas y cauces deberían mantener la vegetación arbórea o arbustiva original minimizando el impacto del pastoreo de los animales en estas áreas. Además, la propuesta de manejo podría incluir la formación de bosques coetáneos en etapas sucesivas (cada 20 años, por ejemplo) de manera de establecer, a una escala de predio, bosques disetáneos que permitan mantener en todo momento bosques maduros e individuos en desmoronamiento que favorezcan la biodiversidad del sistema. En este sentido, para el mantenimiento de aves insectívoras de tronco deberán dejarse individuos enfermos y muertos; y mayores a 40 cm de diámetro

para el anidamiento de aves como el carpintero magallánico o la lechuza ñacurutú (Gallo et al., 2004; Rusch et al., 2004). Asimismo, áreas de mantenimiento de arbustos permitirán la conservación de numerosas especies de aves e insectos (Rusch et al., 2004).

3.3.3 Monitoreo de las intervenciones

Debido al largo plazo que caracteriza a los procesos que ocurren en los bosques, resulta imprescindible monitorear los efectos de las intervenciones. A mediano y largo plazo se necesita evaluar el efecto del raleo a través de la instalación de parcelas permanentes de muestreo. Estas mediciones no solo contribuirán con información para mitigar los posibles efectos negativos para el ñirantal, sino que permitirán elaborar protocolos de manejo que faciliten su sustentabilidad. Herramientas de este tipo son demandadas por los organismos provinciales o nacionales de fiscalización y control. Las variables a monitorear se podrían basar en un principio en los indicadores presentados por Rusch et al. (2004) a escala predial y por Carabelli y Peri (2005).

La confirmación de C&I locales para el uso silvopastoril del bosque de ñire, contribuirá a la definición de los estándares Nacionales necesarios para los procesos de Eco certificación a escala predial. Esto adquiere especial relevancia para las empresas y productores que deseen obtener mercados internacionales que requieren la certificación de buen manejo forestal y ganadero.

3.3.4 Restauración de los bosques de ñire degradados

Los bosques nativos son ecosistemas que ofrecen diferentes servicios a las comunidades locales y sociedad en general. Entre los principales servicios se encuentran: (i) bienes productivos (como madera, leña, fibras naturales, especies de sotobosque de valor ornamental, etc); (ii) el mantenimiento de la biodiversidad (sotobosque, aves, insectos, mamíferos); (iii) la preservación del ambiente (oferta de aire puro y agua pura, mitigación de la erosión eólica e hídrica; mantenimiento de la fertilidad del suelo, etc.); (iv) fijación de dióxido de carbono; (v) valor paisajístico relacionado con el turismo.

Las pérdidas de los bienes productivos del bosque degradado relacionados con el aprovechamiento de madera o con fines energéticos (leña) es relativamente simple de cuantificar. Por ejemplo, en el área degradada de bosque de ñire del presente trabajo se estima que las pérdidas por degradación corresponden a aproximadamente 2 millones de m³ de madera. Sin embargo, los servicios ofrecidos por los bosques nativos (excepto los bienes productivos relacionados por la madera) son subestimados por la sociedad debido a que no son servicios

comercializables en mercados formales. Es decir, ¿cuál es el valor real de tener agua pura o que existan especies de aves nativas o la fijación de dióxido de carbono o el valor de paisaje para turismo de la zona del Corazón de la Isla con y sin bosques nativos de ñire?. En la última década se incorporaron metodologías para la valoración ambiental de diferentes ecosistemas. Por ejemplo, en los bosques templados-fríos de British Columbia (Canadá) se estimó un valor de recreación y preservación de 147 millones de dólares por año para 3 millones de hectáreas (van Kooten y Bulte, 1999). En el marco de los beneficios por venta de certificados de captura de carbono (CER's) para plantaciones de pinos en Patagonia Laclau (2001) estimó que la captura de carbono se valoriza en 15 \$/tn C (neto de gastos) asumiéndose su pago en forma anual en pagos sucesivos hasta alcanzar el promedio de C fijado a largo plazo (100 años).

Por lo tanto la restauración de las áreas degradadas de bosque nativo de ñire es una tarea que incluye la recuperación de su valor productivo, paisajístico, de biodiversidad y de calidad ambiental para la actual y las futuras generaciones. En este sentido, el Estado (Nacional, Provincial y/o Municipal) será un actor determinante en la promoción y/o ejecución de estas tareas de recuperación de áreas degradadas.

La *Restauración ecológica* puede ser definida como “los procesos para asistir a la recuperación y manejo de la integridad ecológica de un ecosistema determinado que incluye un rango de variabilidad en la biodiversidad y estructuras, en un contexto regional e histórico (McIver y Starr, 2001). Los procesos de restauración pueden ser del tipo *pasiva* en el cual los agentes degradantes son identificados y removidos, o *activa* en el cual técnicas de manejo como por ejemplo plantaciones, desmalezado, eliminación de plagas, etc., son aplicadas con el objetivo de recuperar una estructura, composición de especies y biodiversidad deseada. La capacidad y velocidad de recuperación de los distintos tipos de ecosistemas degradados están determinadas básicamente por los mecanismos de regeneración de las principales especies que los integran, y por su grado de exposición a las fuerzas erosivas (viento y pendiente) y/o de presión de agentes externos (pastoreo, incendios). La recuperación pasiva de los ñirantales afectados es más improbable aún, ya que al modo de reproducción por semilla propia de la especie se suma que los bosques quemados o bajo pastoreo se encontraban en áreas marginales de su distribución natural, constituyendo ecosistemas de alta fragilidad.

Propuestas de restauración para las áreas degradadas de bosques nativos de ñire

Debido a la acción combinada de incendios forestales, la alta cobertura de gramíneas exóticas, la lejanía de árboles semilleros y la presión del ramoneo será necesario efectuar acciones para reestablecer el bosque nativo a través de medidas de *restauración activas*.

Como el área degradada de bosque nativo del presente proyecto de planeamiento de restauración posee una gran superficie (6.959 ha) es necesario contar con criterios que determinen priorizar áreas. En este sentido, debido a que en la provincia de Tierra del Fuego no existen antecedentes de restauración, se podría comenzar a restaurar con una menor superficie (aproximadamente 50 ha) en forma demostrativa (*Etapas 1*), aunque en una escala lo suficientemente grande como para considerar a la experiencia extrapolable a otras situaciones. Se deberían escoger situaciones contrastantes de exposición, pendiente, grado de praderización, etc. También, sería recomendable que el proceso de restauración priorice áreas relacionadas al turismo o recreación.

Esta priorización se basa en empezar por aquellas zonas que tengan el objetivo de recuperar el paisaje y además un lugar visible para fomentar la concientización y compromiso de la gente de la zona con las tareas de restauración del bosque nativo. Como *Etapas 2* sería conveniente recuperar la masa forestal nativa de ñire en las áreas de cauces de río y arroyos para el control hídrico de la cuenca como así también para mantener la calidad de agua. La *Etapas 3* podría priorizar la recuperación de las áreas degradadas de bosque nativo en la zona circundante donde se desarrollan tareas de aprovechamiento forestal o tienen una fuerte actividad ganadera.

Como la distribución original del bosque degradado mayoritariamente corresponde a ñire en una disposición irregular en isletas, se propone para la restauración utilizar las mismas especies nativas (ñire) en la conformación de "*agregados o bosquetes de recolonización*". Se ha observado que la regeneración natural avanza lentamente desde los remanentes sobrevivientes marcando un frente de recolonización a pocos metros del borde de la isleta de árboles supervivientes. De este modo la recolonización de toda el área demandaría varias generaciones, cada una avanzando pocos metros sobre la anterior. Una estrategia para optimizar el esfuerzo de restauración sería crear agregados o isletas de recolonización dispersas en toda la superficie afectada. Así, en la próxima generación, los frentes de recolonización de cada agregado irían fundiéndose hasta recobrar la continuidad del bosque original.

La intensidad de restauración de las áreas degradadas está determinada por la combinación del diámetro los "*agregados o bosquetes de recolonización*" y la distancia entre ellos. De acuerdo a las condiciones ambientales y de relieve se proponen diferentes intensidades de restauración por *agregados*. Por ejemplo, en exposiciones de laderas expuestas a los fuertes vientos del cuadrante oeste-sudoeste se propone una mayor intensidad de restauración determinada por un diámetro mínimo de cada *agregado* de recolonización de 30 m con distanciamientos medios entre *agregados* de 30 m. Para zonas más favorables (exposiciones este, precipitaciones superiores a los 600 mm anuales o cañadones protegidos) se recomienda para optimizar el ritmo de restauración una intensidad de 30 a 60 m de diámetro de cada *agregado* con distanciamientos de 60

a 100 m entre ellos. La densidad de plantación promedio dentro de cada *agregado* será determinado por un distanciamiento de 2 x 2 m entre árboles (equivalente a una densidad de 2.500 plantas/ha). El número total de árboles dentro de cada *agregado* varía con los diámetros propuestos desde 177 a 707 árboles/agregado. Teniendo en cuenta el número de árboles dentro de cada *agregado* y la distancia entre los mismos se calculó que el número total de árboles a forestar por hectárea en el proceso de restauración el cual varía de 350 a 693 árboles/ha. Para completar todo el proceso de restauración de las áreas degradadas de bosque nativo de ñire en la provincia de Tierra del Fuego, se estima que será necesario forestar aproximadamente **3.630.000 árboles**.

Si el proceso de degradación fuera a partir de un incendio en zonas con pendientes se recomienda no extraer la madera muerta para evitar la erosión por tránsito y arrastre. De esta forma también se lograría que el material quemado actuara en forma mecánica protegiendo el suelo y que se reinstalara una nueva cobertura vegetal a partir de la regeneración de las plantas con capacidad de rebrote de tocón o raíz.

Para aumentar las probabilidades de prendimiento y desarrollo en el proceso de restauración, las plantas deberán tener una mínima altura media de unos 20-30 cm y un diámetro a la altura del cuello de 3-5 mm al momento de llevarlas a plantación. Los plantines de ñire se pueden obtener a partir de la producción en viveros o a partir de un repique de manchones de regeneración del bosque nativo con densidades entre 100.000 a 200.000 plantas/ha. La tasa de extracción no deberá superar a la tasa de mortandad por competencia de la especie. Como dato orientativo, en manchones de fase de regeneración inicial (100.000 a 200.000 plantas/ha) de ñire se deberá extraer con un intensidad de 250 a 400 plantas/ha. El momento óptimo para efectuar el repique es en Agosto cuando aún no hayan brotado.

Luego de repicadas las plantas se deberá evitar la desecación de las raíces para su traslado al lugar de plantación cubriéndolas con bolsas de arpillera humedecidas. En gran medida el éxito de prendimiento de la plantación depende de evitar el desecamiento de raíces.

La producción de plántulas de ñire y lenga en vivero será una tarea necesaria para la restauración ecológica a largo plazo y básicamente se debería proceder para su producción de acuerdo al siguiente protocolo:

(i) Cosecha y conservación de semillas

En abril-mayo se cosecharán semillas de los árboles remanentes o en las márgenes del área afectada. Se mantendrá una distancia mínima entre los árboles cosechados de al menos 30 m, con el fin de reducir la probabilidad de coleccionar semillas de individuos emparentados. Para la cosecha se recomienda colocar lonas (tipo media sombra) debajo de los árboles semilleros seleccionados. Una

vez cosechadas las semillas deberán ser conservadas en bolsas de polietileno negro o frascos de vidrio en un lugar frío (temperaturas no superiores a los 10 °C para disminuir la tasa de respiración) y seco.

(ii) Estratificación de las semillas

Previo a la siembra, las semillas deberán ser estratificadas en frío húmedo (aproximadamente a 5 °C) en arena a la intemperie o en heladera por 40 a 60 días.

(iii) Siembra y repique

La siembra de semillas se deberá efectuar en Septiembre-Octubre. La capacidad germinativa es de 25-30% con una densidad de aproximadamente 250.000 semillas por kilogramo. La siembra se efectúa en almácigos sembrando en hileras a una densidad de siembra 400-500 semillas/m².

Luego de una temporada de crecimiento se repicaran en mayo las plántulas de mayor desarrollo a bolsitas de polietileno de 15 cm de altura y 5 cm de diámetro con un sustrato liviano para favorecer el desarrollo radicular.

3.4 Bibliografía

Borrelli P., Oliva G. (2001) *Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral – Tecnología de Manejo Extensivo*. Ediciones INTA, 270 pp. ISBN 987-521-038-2.

Carabelli E., Peri P.L. (2005) *Criterios e Indicadores de sustentabilidad (C&I) para el Manejo Sustentable de los Bosques Nativos de Tierra del Fuego – Una herramienta metodológica para la determinación de los C&I en Patagonia*, 88 pp. Ediciones INTA, Buenos Aires. ISBN 987-521-178-8.

Escobar J., Rimoldi P., Carosio N.L. (2005) Curso de capacitación a distancia sobre nutrición de la majada en sistemas laneros extensivos de la región Patagónica. Módulo 3: Los pastizales y la nutrición de la majada: la carga animal. Ediciones INTA, Buenos Aires, 78 pp.

Gallo E., Lencinas M.V., Peri P.L. (2004) Biodiversidad en ñirantales. *Alternativas de Manejo Sustentable para el Manejo Forestal Integral de los bosques de Patagonia*. Informe Final del Proyecto de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON), Tomo II: 645-670. Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación (SAyDS). Proyecto BIRF 4085-AR.

Hansen N., Fertig M., Escalona M., Tejera L., Opazo W. (2008) Ramoneo en regeneración de ñire y disponibilidad forrajera. *Actas de la Segunda Reunión sobre Nothofagus en la Patagonia – EcoNothofagus 2008*, pp. 137-142. Esquel, Chubut.

Laclau P. (2001) *La Forestación en la Patagonia y el Cambio Climático*. Publicación de la EEA INTA Bariloche – GTZ, 55 pp.

Lencinas M. V., Martínez Pastur G., Cellini J. M., Vukasovic R., Peri P. L., Fernández M. V. (2002) Incorporación de la altura dominante y clase de sitio a ecuaciones estándar de volumen para *Nothofagus antártica*. (Forster f.) Oersted. *Bosques* 23: 5-17.

Martínez Pastur G., Cellini J.M., Lencinas M.V., Peri P.L. (2008) Potencialidad de la cosecha y rendimiento industrial de bosques de *Nothofagus antarctica* en Tierra del Fuego (Argentina). *Actas IV Congreso Chileno de Ciencias Forestales*, 10 pp. Talca, Chile, 1-3 Octubre 2008.

McIver J., Starr L. (2001) Restoration of degraded lands in the interior Columbia River basin: passive vs. active restoration. *Forest Ecology and Management* 153: 15-28.

Quinteros C.P., Hansen N., Kutschker A. (2008) Diferenciación de la vegetación del sotobosque en diferentes tipos de bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) bajo uso silvopastoril. *Actas de la Segunda Reunión sobre Nothofagus en la Patagonia – EcoNothofagus 2008*, pp. 44. Esquel, Chubut.

Ormaechea, S.G., Peri, P.L., Molina, R., Mayo, J.P., 2009. Situación y manejo actual del sector ganadero en establecimientos con bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia sur. Actas Primer Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina.

Peri P.L. (2004) Propuesta de un modelo de producción para la Patagonia. Proyecto. *Alternativas de Manejo Sustentable para el Manejo Forestal Integral de los bosques de Patagonia*. Informe Final del Proyecto de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON), Tomo II: 593-616. Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación (SAyDS). Proyecto BIRF 4085-AR.

Peri P.L. (2005) Sistemas Silvopastoriles en Ñirantales. *IDIA XXI Forestal*. Año V. N ° 8 pp. 255-259.

Peri P.L., Martínez Pastur G., Monelos L.; Allogia M., Livraghi E., Christiansen R., Sturzenbaum M.V. (2005a) Sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire: una estrategia para el desarrollo sustentable en la Patagonia Sur. En: *Dinámicas Mundiales, Integración Regional y Patrimonio en Espacios Periféricos* (Eds. Zárate R. y Artesi L.), pp.251-259. Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA), Río Gallegos. ISBN 987-1242-02-6.

Peri P.L., Sturzenbaum M.V., Monelos L., Livraghi E., Christiansen R., Moretto A., Mayo J.P. (2005b) Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia Austral. *Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Comisión Nuevas Tendencias Forestales*. 10 pp (Presentación 11). Corrientes, 6-9 Septiembre 2005. (CD) ISSN 1669-6786.

Peri P.L., Monelos H.L., Bahamonde H.A. (2006) Evaluación de la continuidad del estrato arbóreo en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril con ganado ovino en Patagonia Sur, Argentina. *Actas IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Pecuaria Sostenible*, 6 pp. 24-28 Octubre 2006, Varadero, Cuba. ISBN Libro de Resúmenes 959-16-0477-7, ISBN CD-ROM 959-16-0478-5.

Peri P.L. (2008) Método Ñirantal Sur -San Jorge: una herramienta para evaluar los pastizales naturales en bosques de ñire. *Carpeta Técnica EEA INTA Santa Cruz*, Sección Producción Animal, pp. 33-37. Edición EEA Sana Cruz.

Peri P.L. (2009) Evaluación de pastizales en bosques de *Nothofagus antarctica* – Método Ñirantal Sur. *Actas Primer Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles*. Posadas, Misiones, Argentina.

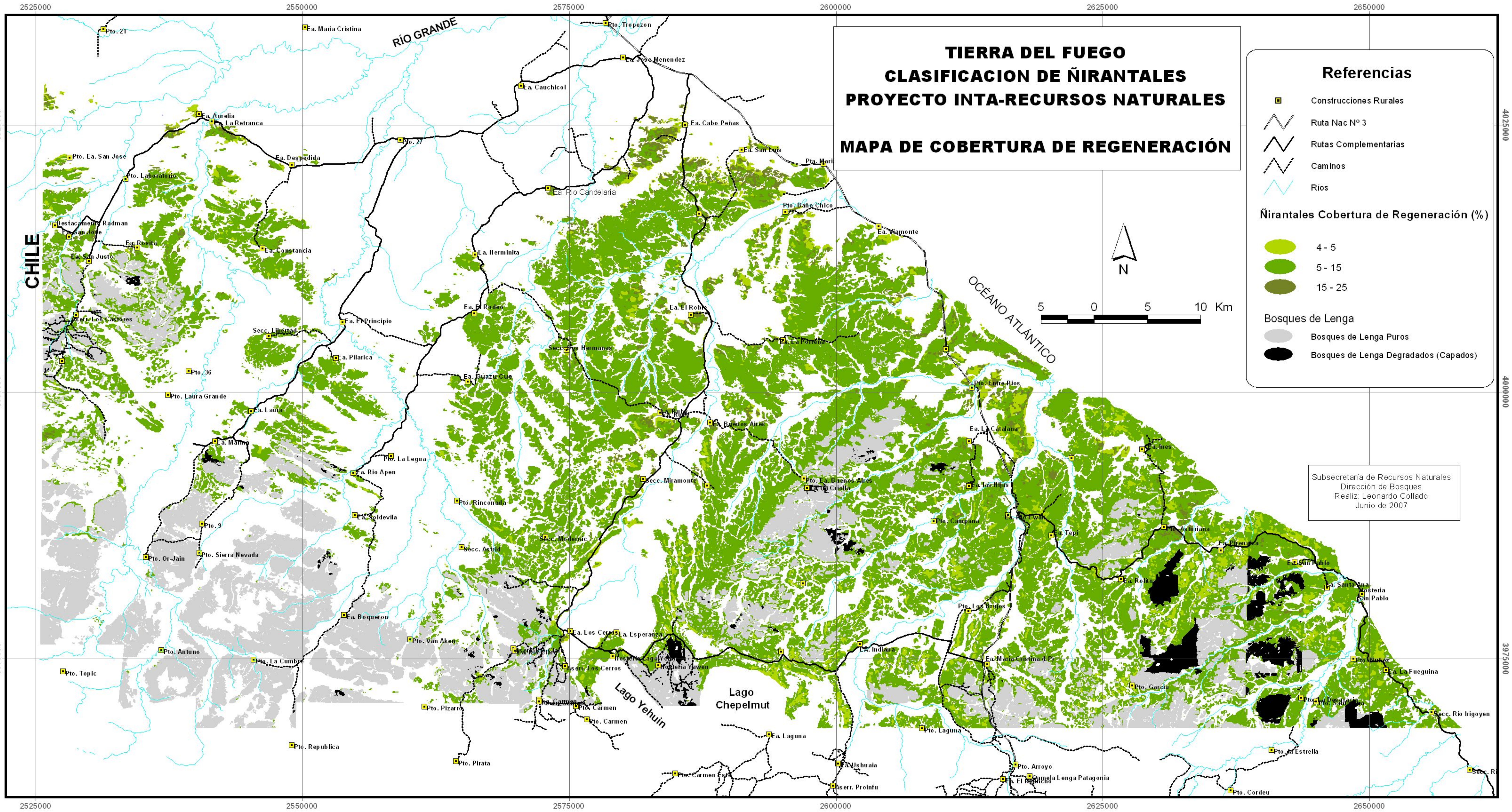
Peri P.L., Hansen N., Rusch V., Tejera L., Monelos L., Fertig M., Bahamonde H., Sarasola M. (2009) Pautas de manejo de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* (ñire) ñire en Patagonia. *Actas Primer Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles*. Posadas, Misiones, Argentina.

Rush V., Roveta R., Peralta C., Márques B., Vila A., Sarasola M., Todazo C., Barrios D. (2004) Indicadores de sustentabilidad en sistemas silvopastoriles. *Alternativas de Manejo Sustentable para el Manejo Forestal Integral de los bosques de Patagonia*. Informe Final del Proyecto de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON), Tomo II: 681-797. Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación (SAyDS). Proyecto BIRF 4085-AR.

Sarasola M., López D., Gaitán J., Siffredi G. (2008) Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques de ñire en la cuenca del río Foyel. *Actas de la Segunda Reunión sobre Nothofagus en la Patagonia – EcoNothofagus 2008*, pp. 156-164. Esquel, Chubut.

Tejera L., Hansen N., Fertig M. (2005) Efecto de la cobertura arbórea y del pastoreo vacuno sobre el establecimiento de la regeneración de *Nothofagus antactica* (G. Forst) Oerst. *Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano*, 7 pp. Corrientes.

van Kooten G.C.; Bulte E.H. (1999) How much primary coastal temperate rain forest should society retain? Carbon uptake, recreation, and other values. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 1879-1890.



TIERRA DEL FUEGO
CLASIFICACION DE ÑIRANTALES
PROYECTO INTA-RECURSOS NATURALES
MAPA DE COBERTURA DE REGENERACIÓN

Referencias

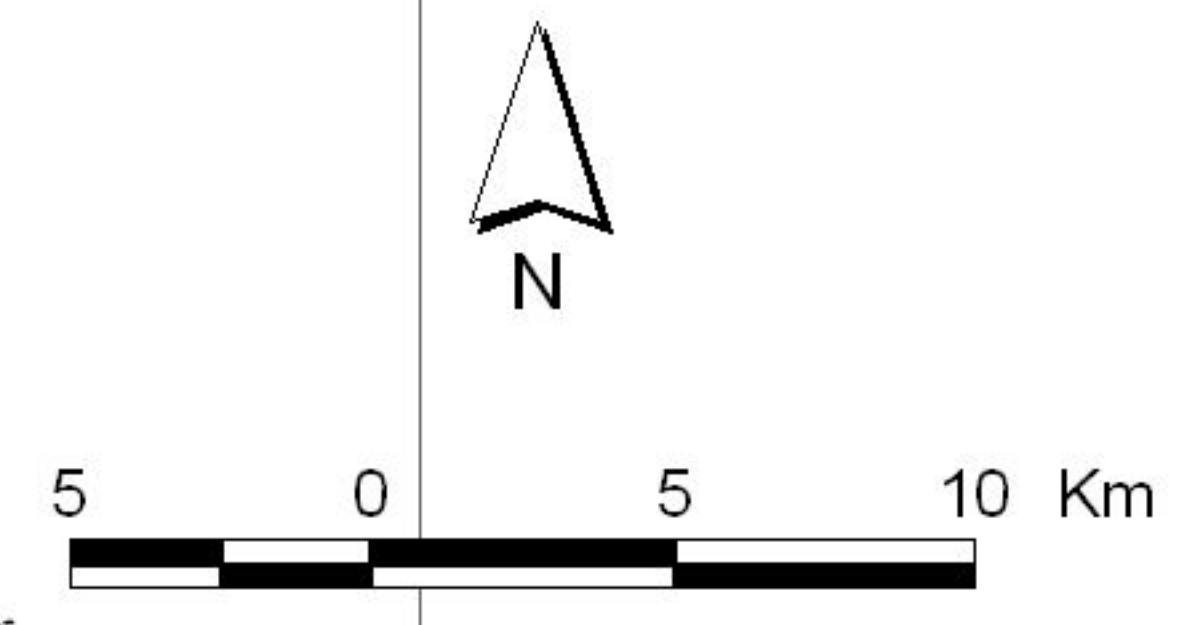
- Construcciones Rurales
- Ruta Nac N° 3
- Rutas Complementarias
- Caminos
- Rios

Ñirantales Cobertura de Regeneración (%)

- 4 - 5
- 5 - 15
- 15 - 25

Bosques de Lenga

- Bosques de Lenga Puros
- Bosques de Lenga Degradados (Capados)



Subsecretaría de Recursos Naturales
 Dirección de Bosques
 Realiz: Leonardo Collado
 Junio de 2007

CHILE

2525000 2550000 2575000 2600000 2625000 2650000

4025000 4000000 3975000

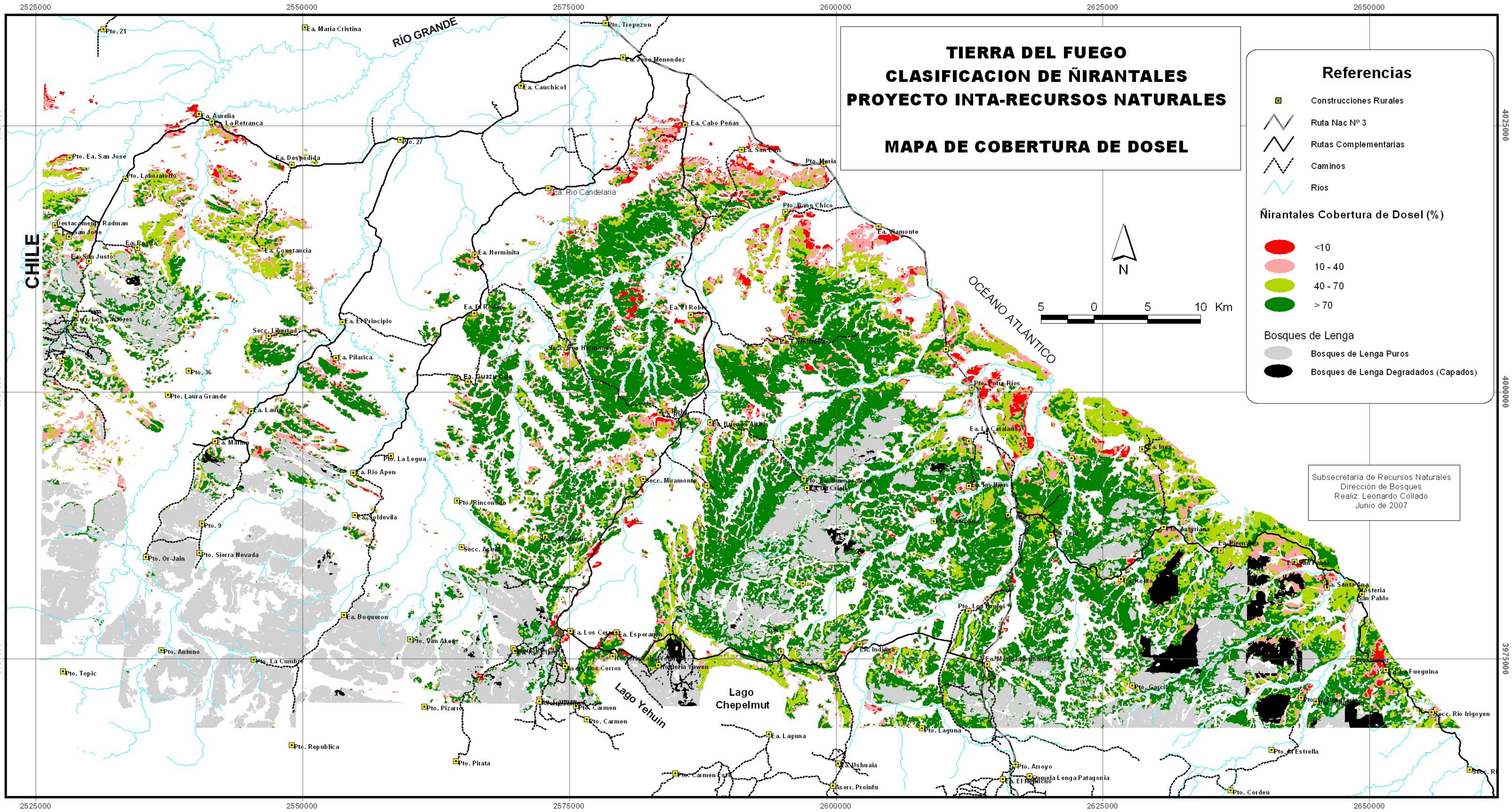
RÍO GRANDE

OCEANO ATLÁNTICO

Lago Yehuin

Lago Chepelmut

3975000 4000000 4025000



**TIERRA DEL FUEGO
CLASIFICACION DE ÑIRANTALES
PROYECTO INTA-RECURSOS NATURALES
MAPA DE COBERTURA DE DOSEL**

Referencias

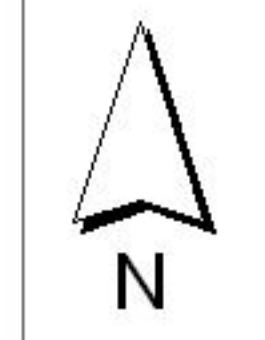
- Construcciones Rurales
- Ruta Nac N° 3
- Rutas Complementarias
- Caminos
- Rios

Ñirantales Cobertura de DoSEL (%)

- <10
- 10 - 40
- 40 - 70
- > 70

Bosques de Lengua

- Bosques de Lengua Puros
- Bosques de Lengua Degradados (Capados)



Subsecretaría de Recursos Naturales
Dirección de Bosques
Realiz: Leonardo Collado
Junio de 2007

4025000
4000000
3975000
2525000 2550000 2575000 2600000 2625000 2650000

4025000
4000000
3975000
2525000 2550000 2575000 2600000 2625000 2650000

CHILE

RÍO GRANDE

OCEANO ATLÁNTICO

Lago Yehuin

Lago Chepelmut

Fueguina

Pto. Estrella

Pto. Cordero

Pto. Arroyo

Pto. Laguna

Pto. Laguna

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

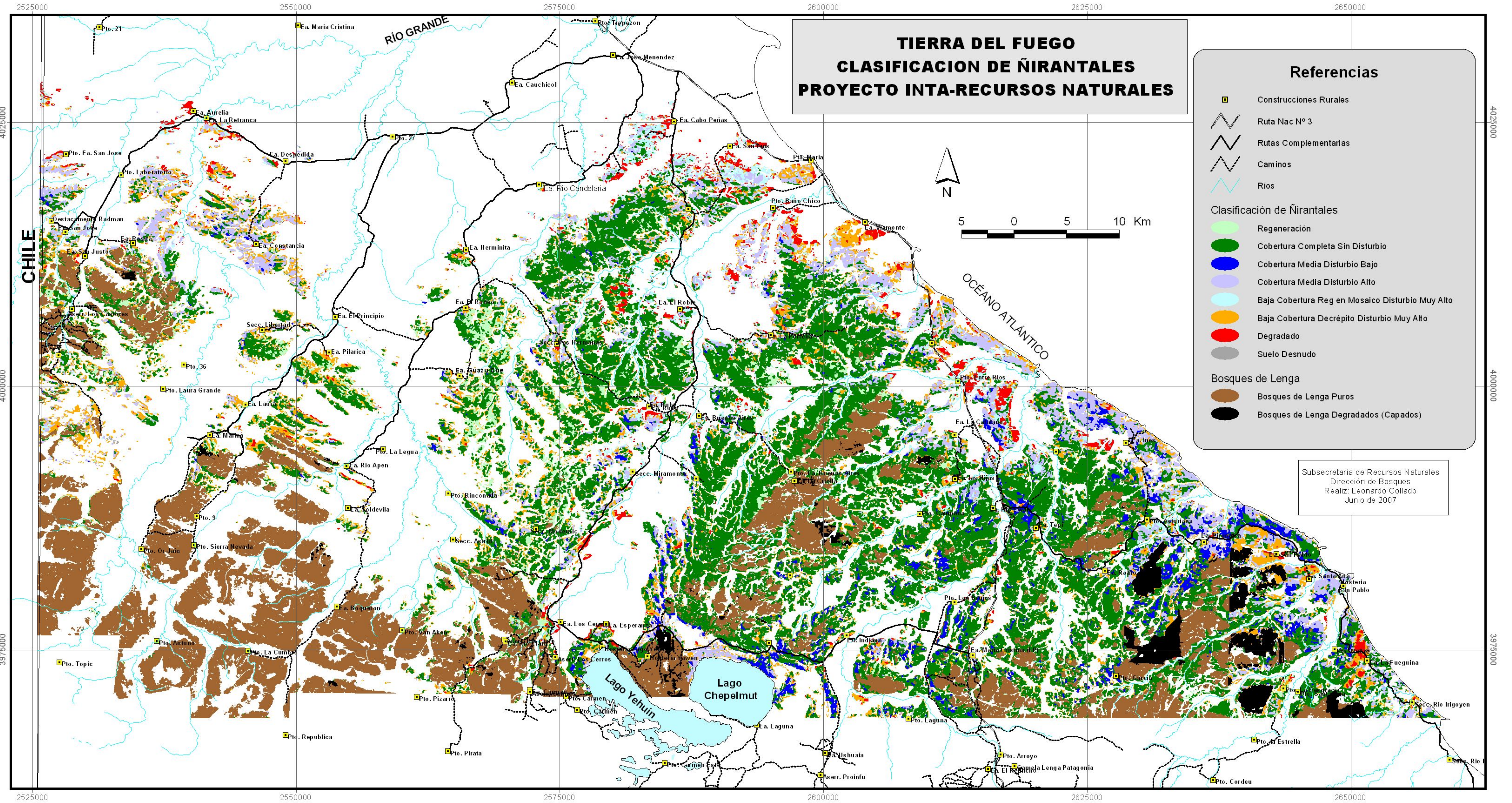
Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana

Pto. Indijana



**TIERRA DEL FUEGO
CLASIFICACION DE ÑIRANTALES
PROYECTO INTA-RECURSOS NATURALES**

Referencias

- Construcciones Rurales
- Ruta Nac N° 3
- Rutas Complementarias
- Caminos
- Ríos

Clasificación de Ñirantales

- Regeneración
- Cobertura Completa Sin Disturbio
- Cobertura Media Disturbio Bajo
- Cobertura Media Disturbio Alto
- Baja Cobertura Reg en Mosaico Disturbio Muy Alto
- Baja Cobertura Decrépito Disturbio Muy Alto
- Degradado
- Suelo Desnudo

Bosques de Lengua

- Bosques de Lengua Puros
- Bosques de Lengua Degradados (Capados)

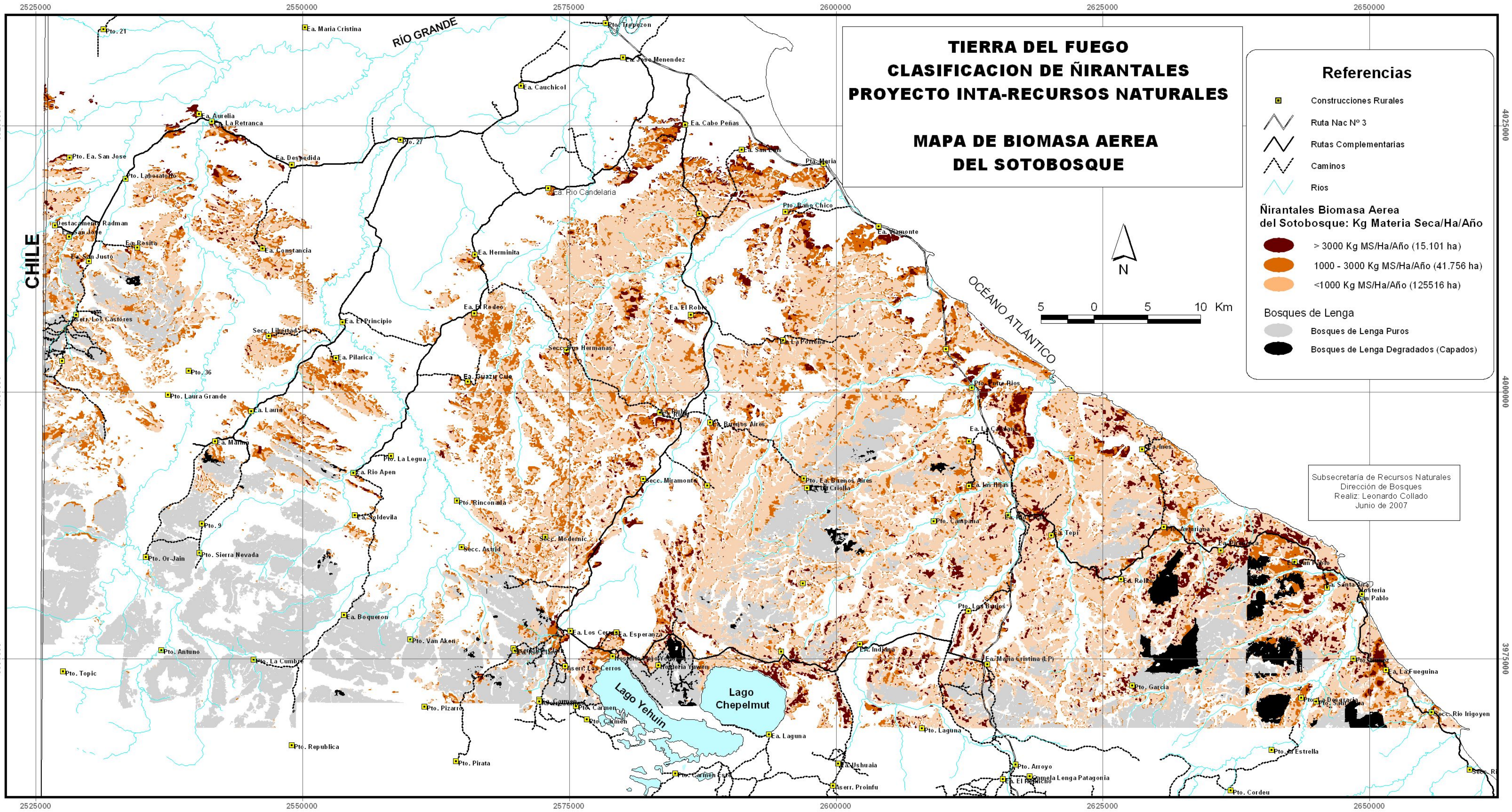
Subsecretaría de Recursos Naturales
Dirección de Bosques
Realiz: Leonardo Collado
Junio de 2007

CHILE

4025000
4000000
3975000

2525000 2550000 2575000 2600000 2625000 2650000

4025000 4000000 3975000



TIERRA DEL FUEGO
CLASIFICACION DE ÑIRANTALES
PROYECTO INTA-RECURSOS NATURALES
MAPA DE BIOMASA AEREA
DEL SOTOBOSQUE

Referencias

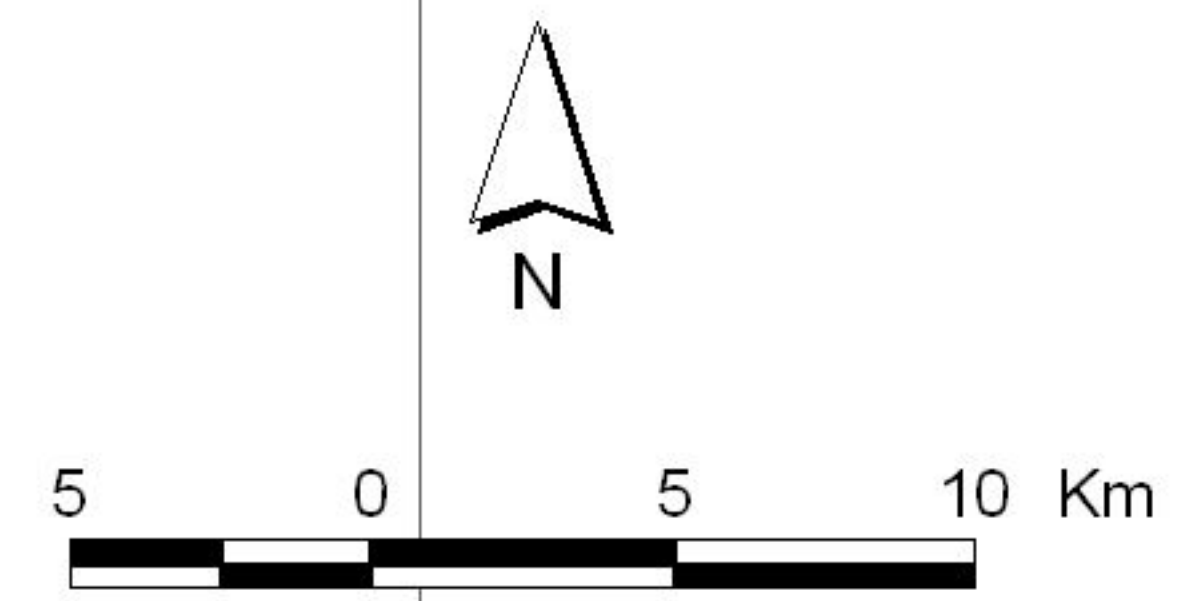
- Construcciones Rurales
- Ruta Nac N° 3
- Rutas Complementarias
- - - Caminos
- ~ Rios

Ñirantales Biomasa Aerea del Sotobosque: Kg Materia Seca/Ha/Año

- > 3000 Kg MS/Ha/Año (15.101 ha)
- 1000 - 3000 Kg MS/Ha/Año (41.756 ha)
- <1000 Kg MS/Ha/Año (125516 ha)

Bosques de Lengua

- Bosques de Lengua Puros
- Bosques de Lengua Degradados (Capados)



Subsecretaría de Recursos Naturales
 Dirección de Bosques
 Realiz: Leonardo Collado
 Junio de 2007

2525000 2550000 2575000 2600000 2625000 2650000

4025000 4000000 3975000

CHILE

RÍO GRANDE

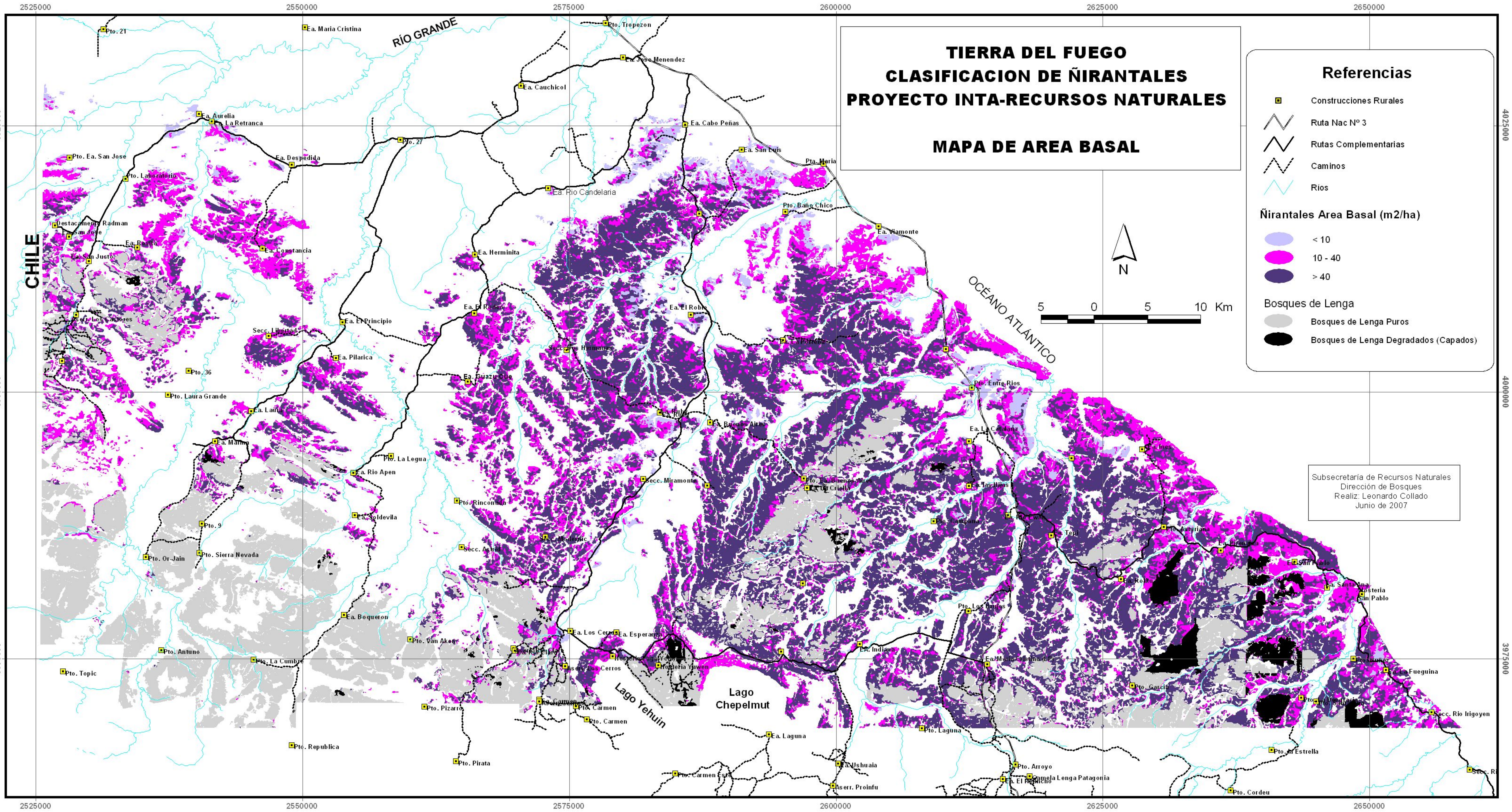
OCEANO ATLANTICO

Lago Yehuin

Lago Chepelmut

2525000 2550000 2575000 2600000 2625000 2650000

3975000 4000000 4025000



**TIERRA DEL FUEGO
CLASIFICACION DE ÑIRANTALES
PROYECTO INTA-RECURSOS NATURALES
MAPA DE AREA BASAL**

Referencias

- Construcciones Rurales
- Ruta Nac N° 3
- Rutas Complementarias
- Caminos
- Rios

Ñirantales Area Basal (m²/ha)

- <math>< 10</math>
- $10 - 40$
- > 40

Bosques de Lenga

- Bosques de Lenga Puros
- Bosques de Lenga Degradados (Capados)

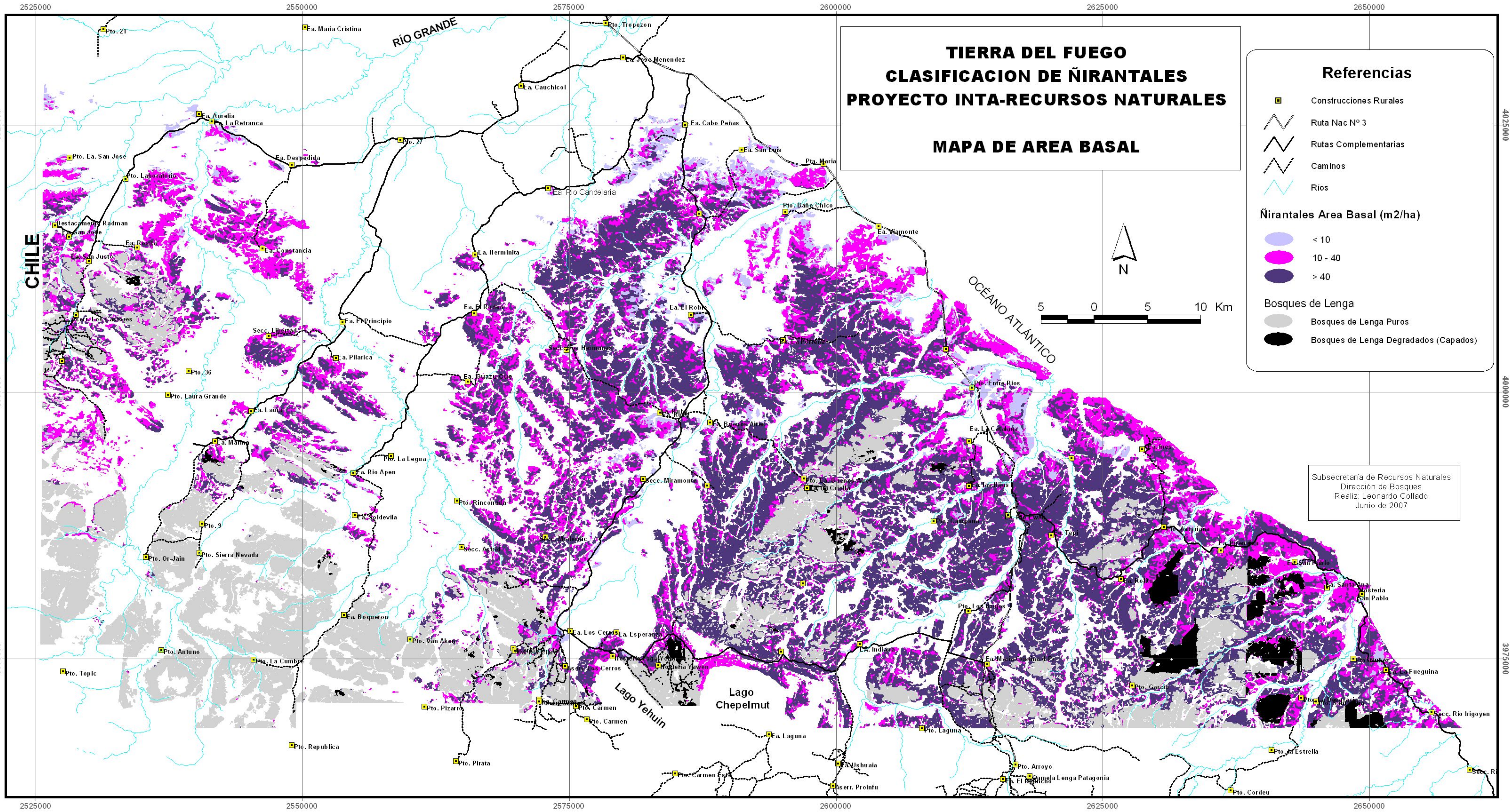
Subsecretaría de Recursos Naturales
Dirección de Bosques
Realiz: Leonardo Collado
Junio de 2007

CHILE

4025000

4000000

3975000



**TIERRA DEL FUEGO
CLASIFICACION DE ÑIRANTALES
PROYECTO INTA-RECURSOS NATURALES
MAPA DE AREA BASAL**

Referencias

- Construcciones Rurales
- Ruta Nac N° 3
- Rutas Complementarias
- Caminos
- Rios

Ñirantales Area Basal (m²/ha)

- <math>< 10</math>
- $10 - 40$
- > 40

Bosques de Lenga

- Bosques de Lenga Puros
- Bosques de Lenga Degradados (Capados)

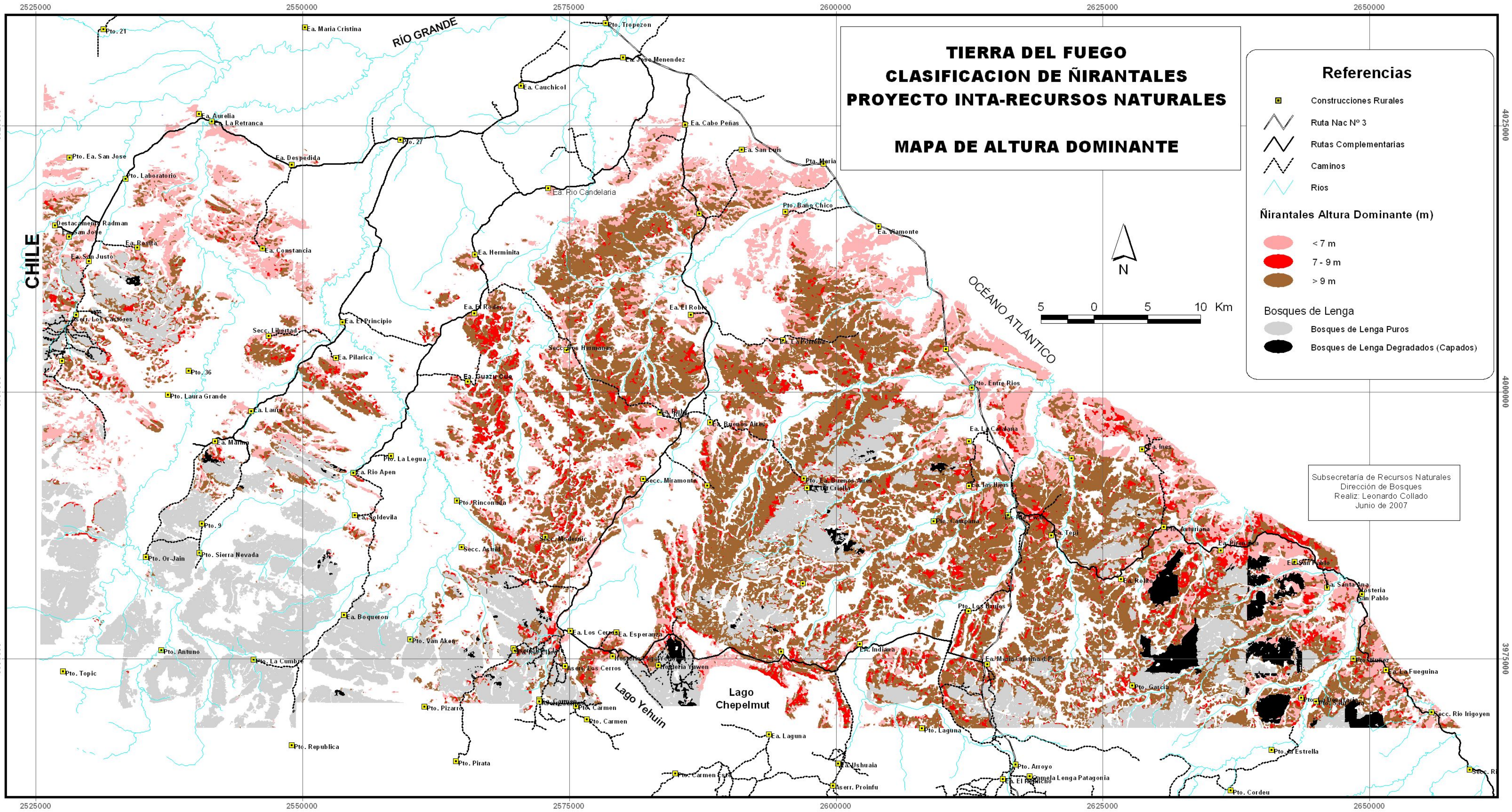
Subsecretaría de Recursos Naturales
Dirección de Bosques
Realiz: Leonardo Collado
Junio de 2007

CHILE

4025000

4000000

3975000



**TIERRA DEL FUEGO
 CLASIFICACION DE ÑIRANTALES
 PROYECTO INTA-RECURSOS NATURALES
 MAPA DE ALTURA DOMINANTE**

Referencias

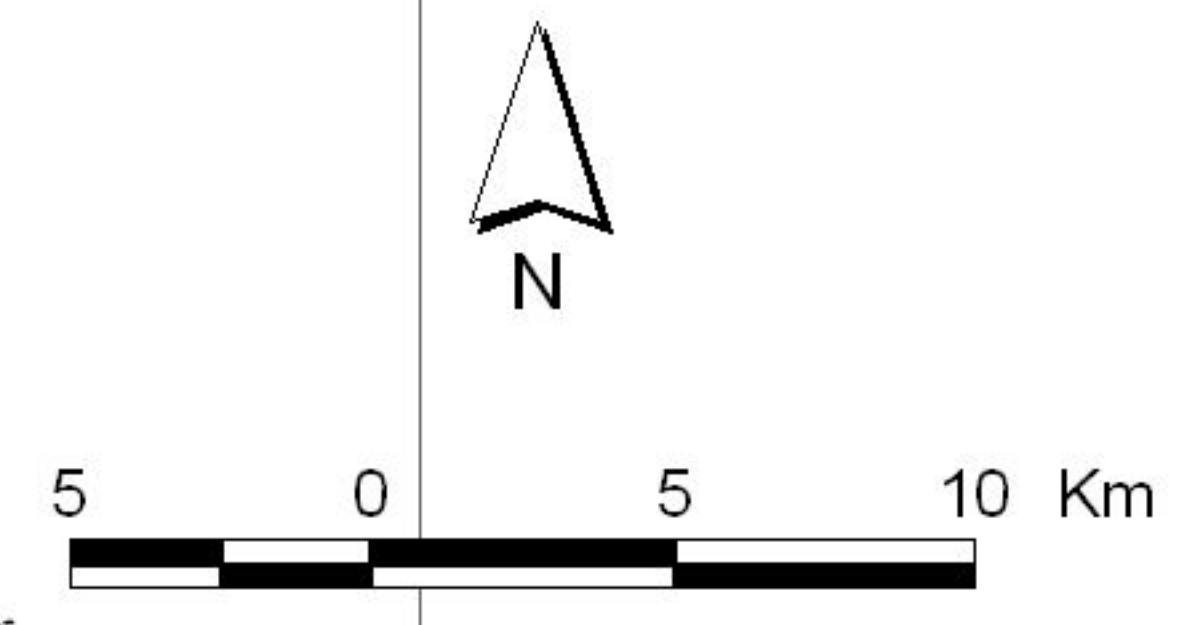
- Construcciones Rurales
- Ruta Nac N° 3
- Rutas Complementarias
- Caminos
- Rios

Ñirantales Altura Dominante (m)

- < 7 m
- 7 - 9 m
- > 9 m

Bosques de Lengua

- Bosques de Lengua Puros
- Bosques de Lengua Degradados (Capados)



Subsecretaría de Recursos Naturales
 Dirección de Bosques
 Realiz: Leonardo Collado
 Junio de 2007