



# **LOS RECURSOS FORESTALES EN CHILE**

---

## **INFORME FINAL**

# **INVENTARIO FORESTAL NACIONAL DE BOSQUES NATIVOS Y ACTUALIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES**

Diciembre 2020

---

## **RECONOCIMIENTOS**

El Instituto Forestal (INFOR) tiene dentro de su misión el mandato de llevar a cabo los inventarios de los recursos comprendidos en los bosques del país, misión que ha sido cubierta por parte de sus profesionales y técnicos desde su fundación en 1961. Esta tarea ha sido comprendida en forma visionaria y ejemplar en su relevancia nacional e internacional por parte del Ministerio de Agricultura (MINAGRI), el cual ha apoyado financieramente a INFOR, permitiendo el diseño, desarrollo tecnológico, implementación y ejecución del Inventario Forestal Nacional de Chile, pero orientando también respecto del tipo de datos e información que el país requiere para cumplir con sus objetivos y necesidades internas, así como sus compromisos internacionales.

Así, el Inventario Forestal Nacional es una herramienta ministerial estadística-matemática que posibilita el levantamiento de datos e información respecto del estado y condición de los bosques del país desde una perspectiva ecosistémica en la búsqueda de un desarrollo sustentable.

Se hace extensivo este reconocimiento a las autoridades de INFOR por su constante apoyo y sugerencias para mejorar tecnológicamente y metodológicamente el Inventario Forestal Nacional, asegurando su vigencia y uso por las partes interesadas.

# Equipo de trabajo

## *Coordinación del Proyecto*

Rodrigo Sagardía

## *Levantamiento datos en terreno*

Rodrigo Guiñez  
Luis Barrales  
Marco Barrientos

## *Sensores Remotos y SIG*

Alberto Ávila  
Juan Carlos Muñoz  
Oscar Peña  
Joceline Rose  
Mario Uribe

## *Bases de Datos*

Rodrigo Sagardía  
Felipe Guzmán

## *Metodología y procesamiento*

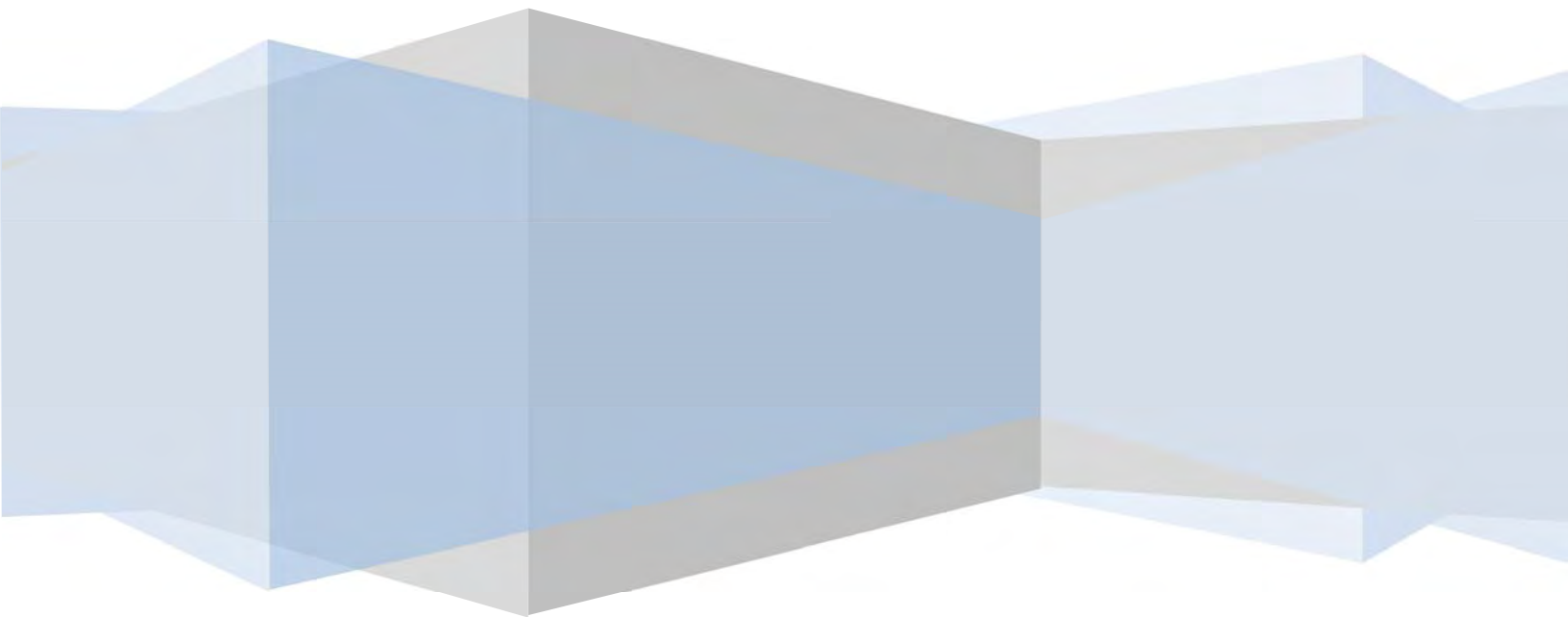
Carlos Bahamondez  
Carlos Büchner  
Marjorie Martin  
René Reyes  
Yasna Rojas  
Rodrigo Sagardía  
Gerardo Vergara

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

# ASPECTOS METODOLÓGICOS

CAPÍTULO I

INSTITUTO FORESTAL



# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL.....	1
Aspectos teóricos relativos a los inventarios.....	1
Aplicación del concepto de inventario continuo .....	4
El Inventario Forestal Nacional .....	5
Muestra de individuos .....	5
Muestra de parcela .....	6
Muestras a nivel del conglomerado.....	8
Variables medidas en el Inventario Forestal Nacional.....	8
Variables del entorno.....	8
Variables de la parcela .....	9
Variables del suelo .....	11
Variables de regeneración .....	12
Variables asociadas a árboles individuales .....	12
Variables de mortalidad .....	13
Variables socioeconómicas y culturales.....	14
Procesamiento de los datos y generación de resultados.....	15
Procesamiento a nivel de árboles .....	15
Procesamiento a Nivel de Parcelas .....	16
Procesamiento a Nivel de Conglomerados .....	23
Procesamiento a Nivel de la Población .....	28
Procesamiento para la Estimación de Existencias en Biomasa y Carbono.....	31
Biomasa de árboles muertos en pie y residuos gruesos .....	34
Método de Actualización del Programa de Inventario de Plantaciones Forestales - Pequeños y Medianos Propietarios (PYMP).....	36
Elaboración de Coberturas Cartográficas Digitales.....	37
Determinación de Error e Intervalos de Confidencia.....	37
Clasificación Orientada a Objetos como Apoyo a Labores de Fotointerpretación .....	39
REFERENCIAS .....	45

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Parcela circular concéntrica de área equivalente.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 2. Muestras de regeneración y vegetación .....	7
Figura 3. Transectos de residuos leñosos y mortalidad .....	7
Figura 4. Método de actualización superficie plantaciones PYMP.....	39
Figura 5. Jerarquía de objetos de imagen y vínculos entre objetos .....	40
Figura 6. Diagrama de flujo para identificación candidatos plantación joven .....	42

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las variables del entorno .....	9
Tabla 2. Descripción de las variables de la parcela .....	9
Tabla 3. Descripción de las variables del suelo.....	11
Tabla 4. Descripción de las variables asociadas a árboles individuales.....	12
Tabla 5. Descripción de las variables de mortalidad .....	13
Tabla 6. Descripción de las variables socioeconómicas y culturales .....	14
Tabla 7: Funciones de biomasa por especie .....	32
Tabla 8. Densidades básicas por especie (Gayoso et al. 2002).....	33
Tabla 9. Clases de descomposición de residuos gruesos .....	35
Tabla 10. Categorías de descomposición y porcentaje de descuento de densidad básica (Proyecto FONDEF D981 1076). .....	35

## **INTRODUCCIÓN**

El presente documento resume los aspectos técnicos del procesamiento de los datos de terreno levantados en el marco del Inventario Forestal Nacional de Chile. Este inventario se enmarca en el Programa de Monitoreo de Ecosistemas Forestales del Instituto Forestal (INFOR) y constituye la herramienta estadística que provee de datos e información respecto del estado y condición del recurso comprendido en los ecosistemas forestales.

Este inventario constituye una iniciativa única en su género del Ministerio de Agricultura a través del diseño, implementación y operación del Instituto Forestal, y comprende un diseño estadístico orientado a cubrir las necesidades de datos e información asociadas a los diversos procesos internacionales que monitorean las acciones de los países hacia un desarrollo sustentable. Además, este inventario se basa en una conceptualización jerárquica del ecosistema y su diseño corresponde a un enfoque multifuente, multinivel y multirecursos cubriendo así un amplio espectro de interrogantes respecto de los ecosistemas.

Se entregan en este documento datos resúmenes que buscan describir el estado y condición de los recursos comprendidos en los ecosistemas forestales. Estos datos constituyen una parte muy básica de la información contenida en base de datos, la cual es por su parte una fuente de información de enorme potencial de análisis.

## **ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL**

### **Aspectos teóricos relativos a los inventarios**

La necesidad de incorporar a los procesos productivos los recursos naturales renovables en diversos países proviene de la búsqueda de fuentes de bienes y servicios en beneficio de la sociedad toda. Normalmente, los recursos forestales en diversas regiones del mundo alcanzan grandes extensiones de terreno, involucrando gran cantidad de superficies, particularidad que las hace difíciles de medir dado los niveles de costo involucrados. En este sentido, muchas disciplinas, entre ellas la forestal, han recurrido a la teoría de muestreo, la cual sustenta un conjunto de esquemas destinados a estimar parámetros de la población completa sobre la base de visitar una porción de la población (Loetsch y Haller 1964).

Uno de los primeros pasos ante cualquier caracterización de algún fenómeno de interés, corresponde a la definición de la población, la cual para ser reconocida como tal debe contener individuos de la misma clase y sus diferencias entre ellos ser manifiestas por la variación de alguna variable en particular (por ejemplo, volumen). Una población puede comprender como individuos a los árboles o puede ser definida como una cierta área de terreno con un valor de atributo asociado (por ejemplo, volumen/ha).

Los esquemas de muestreo que proveen la forma en la cual la muestra va a ser recolectada desde la población se dividen en 4 esquemas básicos:

1. Distribución de la muestra en forma completamente aleatoria sobre los límites definidos de la población
2. Distribución de la muestra en subpoblaciones definidas para la población objetivo (muestra estratificada)
3. Distribución de la muestra en conglomerados
4. Distribución de la muestra en forma sistemática

En general estos esquemas de selección de muestra se asumen dependiendo de las características asociadas a la población y de los objetivos del inventario. Así, para aquellos casos como los inventarios de carácter operativo, los cuales involucran rodales que deben ser cuantificados, recurren generalmente a esquemas de selección de la muestra por métodos de aleatorización o aleatorios restringidos a estratos de la población, esta decisión se hace en forma informada respecto a las características propias del sector que contiene los recursos, como son topografía (pendientes, altitud) y accesos las cuales determinan o eliminan a priori ciertos esquemas muestrales, favoreciendo otros.

Los aspectos anteriores definen un elemento clave dentro del diseño muestral que tiene relación con el uso de información auxiliar en apoyo al proceso de definición de la muestra y del muestreo.

Si bien los esquemas de muestreo 1 y 2 son los más recomendables desde el punto de vista de darle probabilidad de aparecer a todas las unidades por igual, estos esquemas no se prestan adecuadamente a la hora de plantear inventarios que pretenden caracterizar grandes áreas, dado que el aspecto de localización aleatoria puede jugar en contra de los aspectos de costo y eficiencia de los recursos. En este sentido, en grandes áreas de millones de hectáreas, se recurre a esquemas que permiten concretamente aprovechar el diseño geométrico de localización de muestras, en forma tal que se puedan prever los costos asociados en la mejor forma posible, así la distribución de la muestra en la población en forma sistemática suele ser el enfoque más apropiado para asegurar la eficiencia del presupuesto asignado.

El sentido de uso eficiente del presupuesto se relaciona tanto con los aspectos de mejorar la planificación en terreno, como con los aspectos de aporte de nueva información al inventario. En este contexto se suelen desarrollar estudios de autocorrelación o autocovarianza entre unidades muestrales de forma de definir los distanciamientos más apropiados entre unidades muestrales para evitar el medir en una unidad muestral valores redundantes ya informados por otra unidad cercana. Este efecto es más riesgoso en esquemas muestrales completamente aleatorios ya que permiten que una unidad muestral este muy cerca de la otra, lo cual supone aumentar la probabilidad de redundar en información.

Los estudios de autocovarianza o autocorrelación son relativamente nuevos en el contexto de los inventarios forestales. Matern (1960) fue el primer investigador forestal que aplicó análisis de estadística espacial para la definición de esquemas muestrales, tomando en consideración en especial aquellos tópicos relativos a la forma óptima de la unidad muestral en particular, esto es, ¿debe ser la unidad muestral que define la población cuadrada,



rectangular, circular, hexagonal u otra? Interrogantes como estas, asociadas al tema de cuáles son las distancias óptimas de localización de una muestra en terreno bajo un esquema de distribución sistemática, son resueltas por medio de los análisis de autocovarianza para una determinada variable de estado de rodal (generalmente volumen/ha). Bahamóndez y Martin (com.pers.) determinaron para bosques de renovales de *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus alpina*, que la distancia óptima para evitar autocorrelación en las estimaciones de inventario corresponde a 5 km en el sentido Este-Oeste y 7 km en el sentido Norte-Sur. A este objeto, utilizaron apoyo de material satelital y parcelas de terreno inventariadas por INFOR-JICA en 1992 y apoyo de nuevas parcelas levantadas en 1994-95. El extrapolar estas distancias a otros tipos forestales, cuya variabilidad es mucho más alta que los renovales, permite asegurar que una malla sistemática de estas características en otros tipos forestales es segura y eficiente.

Otro de los aspectos críticos en los diseños de los inventarios dice relación con la definición de la unidad muestral, unidades fijas o variables, de cierta forma y tamaño, combinadas o simples, suelen ser algunas de las variadas opciones disponibles. El diseño de la unidad muestral depende principalmente del objetivo del inventario, así cuando la meta es cuantitativa propiamente tal (típico muestreo con objetivos meramente madereros) una muestra de radio variable resulta apropiada ya sea combinada o simple, ya que esta alternativa pondera más los individuos de acuerdo a su tamaño (probabilidad proporcional al tamaño). Sin embargo, las necesidades de inventario de hoy en día difieren del esquema clásico de contestar solo preguntas de existencias madereras y en este sentido las parcelas o unidades muestrales de área fija son más relevantes porque le dan oportunidad de aparecer en el muestreo a todos los individuos independiente de su tamaño (Scheuder & Geissler 1998). Muestras de área fija, son lamentablemente difíciles de levantar en terreno y los rendimientos dependen marcadamente del tipo de bosque que se muestrea y sus características de tránsito y acceso, además la forma de la parcela tiene influencia en el planteamiento en terreno y sus posibilidades de incluir errores en las mediciones. En este respecto se ha demostrado que la mejor forma teórica para una parcela muestral es la forma circular de un cierto radio (Matern, 1960). En bosques nativos como los de Chile, este tipo de parcelas no ha sido ampliamente utilizado debido a los aspectos topográficos, la dificultad de tránsito en su instalación, medición y corrección, en especial en pendientes fuertes, ya que un círculo en pendiente se comporta con radios variables generando una forma elipsoidal más que circular. Sin embargo, este problema ha sido solucionado por la vía de generar círculos cuya área es equivalente a aquella de la elipse que la pendiente produciría.

En Chile ha sido tradicional el uso de parcelas de muestreo en formas cuadradas y rectangulares, acumulando una superficie de 1000 m<sup>2</sup>, en una unidad simple o en conglomerados de unidades rectangulares de 20 x 50 m.

El país ha experimentado intentos de aplicación de inventarios permanentes de sus bosques desde la década del 1980, aunque un importante esfuerzo pionero en este tema lo dio la Corporación de Fomento de la Producción en 1944-45 al financiar, en cooperación con el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el "Forest resources of Chile, as a base for industrial expansion", también conocido como la Misión Haig (Haig, 1946). Este inventario fue el primero en su clase en Chile y Latinoamérica, y fue el primero en utilizar material fotográfico aéreo en este tipo de actividad. Sus resultados arrojaron cifras de 16 millones de hectáreas de superficies de bosques nativos en Chile.

Lamentablemente, esta iniciativa no fue objeto de seguimiento en el sentido de mantener el inventario en el tiempo permitiendo bajo esquema de inventario continuo monitorear el recurso y sus tendencias. Como resultado de esto, el recurso fue degradado y sobrexplotado sin que necesariamente la comunidad nacional, se diera cuenta de ello, produciendo daños en la calidad y estructura de productos que se ven hoy en día en los bosques del país. Cox et al. (1980) proponen un esquema de inventario continuo para los bosques nativos chilenos en un sistema de dos fases sobre malla sistemática, con unidades muestrales rectangulares de 20 x 50 m dispuestas en el sentido de Norte a Sur en su lado más largo y separadas por 20 metros entre sus extremos. Esta iniciativa fue financiada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, en su etapa de propuesta, y nunca fue implementada. En 1991-92 el Instituto Forestal propone un inventario en bosque nativo orientado a proveer información para el manejo forestal a fondos concursables FONDEF de CONYCIT, sin lograr financiamiento. En 1995-96 el Instituto Forestal con apoyo del Instituto de Investigaciones Forestales de Finlandia (Metsätutkimuslaitos, METLA) y el Servicio Forestal de la British Columbia, Canadá, proponen ante CORFO a fondos concursables FONSIP, el proyecto "Inventario Forestal Permanente e Indicadores de Sustentabilidad", sin lograr financiamiento, y el diseño propuesto es la base del actual diseño muestral definido por el proyecto "Caracterización productiva de los recursos forestales nativos de las regiones IX y X".

Por último, en 1996 la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), ejecutan en el marco del proyecto Catastro un inventario extensivo, el cual tuvo como objetivo el estimar las existencias a nivel de país de los recursos forestales nativos, y ser base para el establecimiento del inventario forestal continuo en Chile. Este inventario fue ejecutado por personal de la Universidad Austral de Chile, y sus resultados no han sido editados al público, su diseño es similar al propuesto por Cox et al. (1980), con variaciones en aspectos de forma y número de unidades de parcelas del conglomerado.

Hoy el Inventario Forestal Nacional de Chile comprende el concepto de inventario continuo bajo un diseño estadístico bi-etápico en conglomerados de tres parcelas circulares concéntricas de área equivalentes de 500 m<sup>2</sup> cada una, distribuidos en malla sistemática de 5 x 7 km., se asume una población infinita en las dos etapas y el carácter del inventario es de multifuente, multirecursos y multinivel.

## **Aplicación del concepto de inventario continuo**

El concepto de inventario continuo involucra no solo las variables de estado del bosque como volumen, área basal, densidad y otras, sino que también incluye el factor tiempo, esto supone determinar cambios en los bosques que afectan la calidad y distribución de productos del bosque y determinar el período de tiempo en el que interesa reflejar la nueva información respecto del bosque. Así, cuando se está interesado en las tendencias del cambio de los recursos boscosos en el tiempo, el diseño de muestreo debe ser capaz de adaptarse a estas de forma eficiente y sólida. A objeto de lograr estas mediciones repetidas, lo usual es utilizar parcelas de muestreo permanentes, las que, aseguran que la estimación del cambio sea comparable en forma directa. Esta característica a su vez permite el uso de regresiones entre datos de sucesivas mediciones y se aplica el concepto de muestreo en ocasiones sucesivas.

En concreto, el Inventario Forestal Nacional se basa en:

- Generación de primer ciclo de mediciones (línea base) de puntos geográficamente permanentes de muestreo la que alcanza hoy a cubrir 9,38 millones de hectáreas de bosques nativos comprendidos entre las regiones de Coquimbo a Magallanes completados en periodo 2001- 2010.
- Inicio del segundo ciclo de mediciones de base anual al año 2011 bajo el sistema de reemplazo parcial con apoyo de proyección de crecimiento. El ciclo de mediciones y proyección se hace agrupando áreas de aproximadamente 3,36 millones de hectáreas por año en ciclos de 4 años.

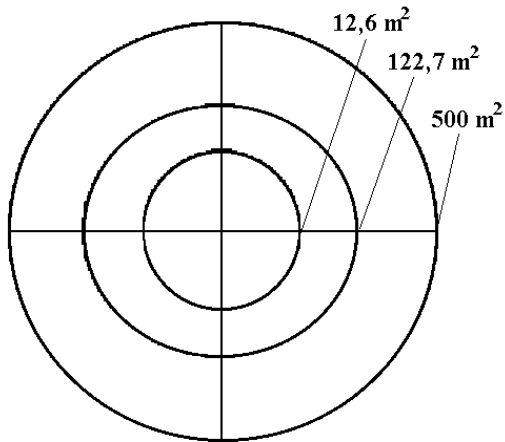
El tratamiento estadístico de estas muestras corresponde a la combinación de muestreo con reemplazo parcial y proyección de crecimiento basado en matrices de transición por tipo forestal en combinación con filtro de Kalman, para detalles metodológicos (ver punto Métodos de Actualización del Inventario Forestal Nacional).

## **El Inventario Forestal Nacional**

El diseño asociado al levantamiento de datos en terreno se detalla a continuación.

### **Muestra de individuos**

Los árboles, de acuerdo con su tamaño, tienen una probabilidad de ser seleccionados. De esta forma los árboles que tienen un tamaño mayor o igual a 25 centímetros de diámetro a la altura del pecho (DAP a una altura de 1,3 m) se miden en las parcelas de 500 m<sup>2</sup>, los árboles de DAP mayor o igual a 8 cm se miden dentro de las parcelas de 122 m<sup>2</sup>, y los árboles mayores a 4 cm en DAP se miden dentro de parcelas de 12,6 m<sup>2</sup>. Todas estas parcelas son organizadas en forma concéntrica como se muestra en la Figura 1.



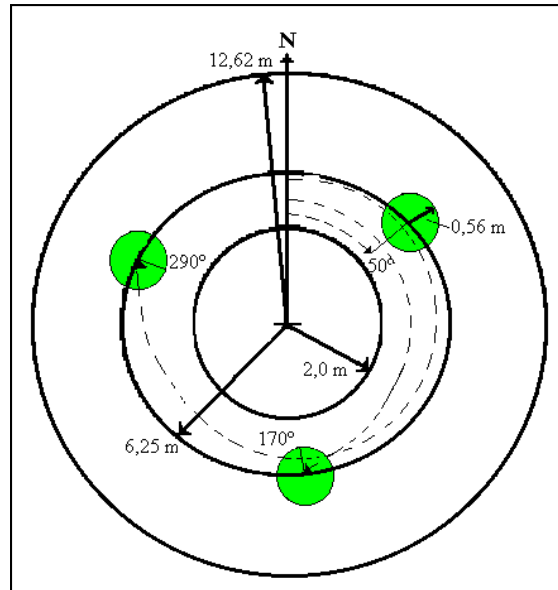
**Figura 1. Parcela circular concéntrica de área equivalente**

A todos los árboles se les identifica la especie, se mide su DAP, espesor de corteza y diámetro de copa. Se estima su estado sanitario y se reconocen los posibles tipos de daños o enfermedades y agentes causantes. Cada árbol es posicionado dentro de un croquis, estimando su ubicación relativa. Cada árbol es observado en busca de la presencia de nidos o madrigueras. Se describe su vigor de acuerdo con la apariencia de su copa.

De todos los árboles contenidos en las respectivas parcelas se selecciona una submuestra de donde se obtienen mediciones más detalladas que incluyen la medición de la altura total del árbol, altura donde se inicia la copa, la altura del tocón y la altura a un tercio de la altura total, diámetro del árbol al inicio de su copa y el diámetro al tercio de la altura total. A algunos árboles se les extrae un tarugo a 1,3 metros del suelo, para la estimación del crecimiento, a través del conteo del número de anillos.

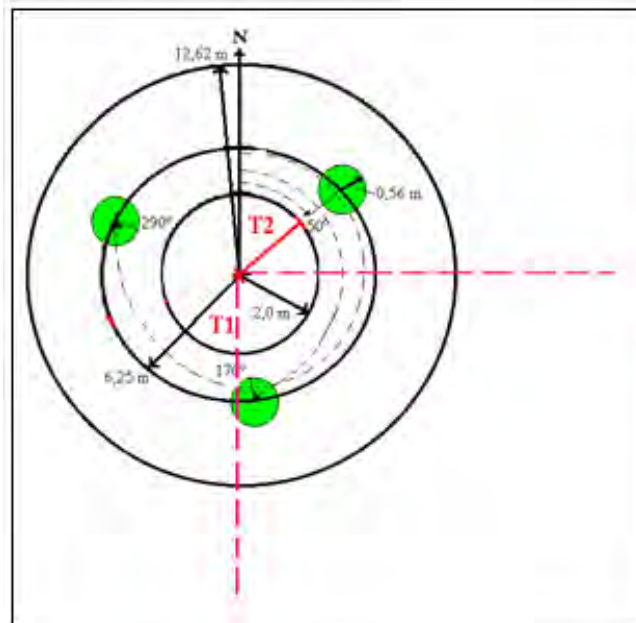
### **Muestra de parcela**

Dentro de cada parcela del conglomerado se sitúan 3 subparcelas de 1 m<sup>2</sup> cada una cuyo objetivo es medir toda la vegetación presente, así como la regeneración de los árboles, según se muestra en verde, en la Figura 2.



**Figura 1. Muestras de regeneración y vegetación**

En cada parcela se establece un muestreo en transectos para cuantificar los residuos leñosos gruesos (T1) y los residuos leñosos finos (T2) como se presentan en la siguiente figura en color rojo. Los residuos gruesos se miden en todo el trayecto entre unidades circulares concéntricas como se destaca en figura 3.



**Figura 2. Transectos de residuos leñosos y mortalidad**

La medición de los residuos, así como también la de los árboles muertos se relaciona con el hábitat que este representa para la fauna y microfauna y también con la cantidad de combustible presente en el bosque y el ciclo de los nutrientes. Los residuos gruesos se

refieren a ramas y troncos de árboles y arbustos que tengan un diámetro de intersección con el transecto mayor o igual a 10 cm.

A nivel de parcela se registra también la descripción del manejo, si es que procede (tipo, intensidad), estado de desarrollo, forma de establecimiento. Se incluyen variables topográficas como pendiente, forma de la pendiente y la exposición. Signos de pastoreo, presencia de agua, presencia de erosión y características del drenaje. Presencia de flora en peligro de extinción y presencia de fauna. Si existen obras civiles también se detalla su descripción.

### **Muestras a nivel del conglomerado**

A nivel de conglomerado se hace la muestra de suelo, que se toma en la parcela N°1 del conglomerado. Las variables de suelo consideradas incluyen color, pH, profundidad de suelo (si es menor que un mínimo), profundidad de humus y hojarasca, textura, estructura, pedregosidad y condición de humedad, presencia de moteados, presencia de lombrices y raíces y también de micorrizas. Todas estas observaciones se detallan a nivel de observaciones de campo.

Para cada conglomerado se realizan descripciones generales reflejando lo observado en cada una de las 3 parcelas establecidas y también lo observado en el trayecto a las parcelas, estas se relacionan con el grado de intervención antrópica, la presencia de obras civiles, la degradación y el estado evolutivo. También se observa la presencia de agua en los alrededores y también fauna o flora en peligro de extinción que esté fuera de las parcelas.

### **Variables medidas en el Inventario Forestal Nacional**

Las siguientes variables son medidas en terreno a partir de las unidades muestrales antes detalladas.

### **Variables del entorno**

Las variables del entorno corresponden a variables que caracterizan el entorno general del conglomerado.

Tabla 1. Descripción de las variables del entorno

Variable	Descripción
<i>Degradación</i>	Se considerará un esquema de descripción de degradación desde el punto de vista productivo.
<i>Estado evolutivo</i>	Se describirá el estado evolutivo dominante del rodal incluido en la muestra.
<i>Grado de intervención antrópica</i>	Se describirán los efectos visibles de la intervención del hombre sobre el recurso, cualquiera que esta sea: Manejo, Pastoreo, Incendios, Producción de carbón o leña, otras.
<i>Obras civiles</i>	Se describirán la presencia y clase de obras civiles incluidas en y en las inmediaciones al punto de muestra.
<i>Visibilidad</i>	Se clasificará la visibilidad desde el punto de vista de la belleza escénica.
<i>Agua</i>	Se describirá la presencia de cuerpos de agua en la parcela su origen y clase si es posible.
<i>Flora</i>	La observación de la flora en el entorno estará enfocada a la presencia de especies clasificadas como vulnerables, raras o en peligro de extinción según CONAF (1989).
<i>Fauna</i>	Se describirá por medio de presencia/ausencia la fauna existente en el punto de muestra y si es posible una identificación. Observación indirecta como presencia de fecas, rastros, o sonidos serán utilizados también como fuente de apoyo al registro.

## Variables de la parcela

Las variables observadas en este nivel se miden al interior del área definida como parcela.

Tabla 2. Descripción de las variables de la parcela

Variable	Descripción
<i>Identificación de la unidad</i>	Identificar el número de la parcela, el número del conglomerado al que pertenece y la brigada a cargo de los datos.
<i>Accesibilidad</i>	Definir la ruta de llegada al punto mediante parámetros de Distancia, Tiempo, Altitud
<i>Pendiente</i>	El cálculo de la pendiente permite establecer con precisión la parcela. Para ello se debe identificar en el terreno y sobre el punto centro de la parcela la dirección en que la pendiente es más fuerte (dirección de la pendiente predominante). La estimación de la pendiente es en porcentaje
<i>Coordenadas</i>	Corresponde a las coordenadas de referencia geográfica en UTM Huso 18, Elipsoide Internacional de 1924.
<i>Manejo</i>	Tipo Raleo a Desecho Raleo Comercial Tala Rasa Árbol Semillero Preparación de Suelo Corta en Faja

Variable	Descripción
	Árbol Futuro Control de Malezas Fertilización Intensidad del Manejo Sin Manejo Ligero Moderado Fuerte Tipo de Monte Monte Alto Monte Bajo Monte Medio.
<i>Establecimiento</i>	Determina el origen del bosque en su mecanismo de establecimiento.
<i>Estado de desarrollo</i>	Brinzal Monte Bravo Bajo Monte Bravo Alto Latizal Fustal
<i>Exposición</i>	Descripción de la ladera de exposición de la parcela
<i>Forma de la pendiente</i>	Cóncava, plana o convexa
<i>Relieve</i>	
<i>Tipos de caminos de acceso</i>	Temporal, ripiado, asfalto, carretera
<i>Erosión</i>	Tipo de Erosión No evidente Laminar De Deslizamiento Cárcavas en "V". De Zanjas Grado de Erosión Ligera Moderada Severa Extrema
<b>Tipo de ganado</b>	Descripción del tipo de ganado que suele pastorear en el área de la parcela
<i>Intensidad del pastoreo</i>	No evidente, Ligera, Moderada, Severa.
<i>Flora</i>	La flora en la parcela se evalúa a nivel del sotobosque, a nivel de la cobertura del suelo y a nivel de la presencia de especies raras, vulnerables o en peligro de extinción.
<i>Tipo de sotobosque</i>	El sotobosque se considera a todos aquellos arbustos o matorrales por debajo del dosel arbóreo. El cual puede ser Leñoso o No Leñoso.
<i>Densidad del sotobosque</i>	Estimar porcentaje del suelo de la parcela cubierto por sotobosque.
<i>Flora del suelo</i>	Observar si el piso de la parcela presenta hierbas, pasto, helechos o enredaderas o si está desnudo.
<i>Densidad de flora del suelo</i>	Porcentaje del piso de la parcela cubierto por la flora del suelo
<i>Agua</i>	Caudal Estero



Variable	Descripción
	Canal de Regadío Riachuelo Río Vertiente Embalse Tranque Laguna y lagos Frecuencia Permanente Temporal
<i>Fauna</i>	Tipo y Frecuencia Registro del tipo de fauna, su especie y cantidad.
<i>Obras civiles</i>	Si existen obras civiles al interior de la parcela deberán ser identificadas y descritas.

## Variabes del suelo

Tabla 3. Descripción de las variables del suelo

Variable	Descripción
<i>Profundidad del Suelo</i>	Solo horizonte A mezcla de material orgánico y mineral
<i>Profundidad de Hojarasca</i>	La parte de la hojarasca (litera o mantillo) del horizonte orgánico del material que ha caído recientemente y donde aún se pueden identificar los órganos (horizonte Aoo).
<i>Profundidad del Humus</i>	Este horizonte, del horizonte orgánico, es aquel de material totalmente descompuesto, donde toman lugar los procesos de humificación. Es de color café a café oscuro, constituido por sustancias amorfas más o menos resistentes, originada por la descomposición de los restos vegetales y animales (horizonte O).
<i>pH o Reacción del Suelo</i>	Mide la acidez o alcalinidad del suelo a través de la medición de la concentración del ion hidrógeno.
<i>Grado de Cobertura de Copas</i>	El grado o porcentaje de cobertura de Copas corresponde a la proporción del suelo cubierta por la copa de los árboles.
<i>Color</i>	Como aproximación a las características del suelo y su origen y madurez el color se clasificará por medio de la Tabla de Colores Munsell y que clasifica el color en base a 3 variables básicas Matiz, Brillo y Cromo.
<i>Textura</i>	Se clasificará la textura en las siguientes clases: Arenosa, Franca, Limosa y combinaciones de las mismas.
<i>Estructura</i>	Sin estructura Laminar Prismática En bloques Granular
<i>Condición de Humedad</i>	Tres condiciones básicas se aplicarán para esta variable, Seco, Húmedo y Saturado dependiendo de las condiciones iniciales de medición.

Variable	Descripción
<i>Fauna del Suelo</i>	Determinar la presencia o ausencia de Lombrices (principalmente) ya que ellos cumplen importantes funciones trasladando los residuos vegetales hacia el interior del suelo o incorporándolos a él. Se aplicará en forma de variables binaria como: Presencia / Ausencia y adicionalmente, conteo por unidad de área.

## Variables de regeneración

La regeneración, o las variables asociadas a la parcela de regeneración, permite estimar cuál será la composición y calidad de los bosques futuros. La regeneración se mide por conteo dentro de la parcela de área 1 m<sup>2</sup>. En ella se distinguen 4 estratos según altura:

- Estrato 1: 0 – 0,5 m
- Estrato 2: 0,51 – 1,0 m
- Estrato 3: >1,01 m y < 1,3m
- Estrato 4: >1,3 y DAP <4.0 cm

En cada estrato se debe identificar por especie, el número de plantas que están contenidas en la parcela.

## Variables asociadas a árboles individuales

Estas variables corresponden a las que se miden u observen sobre cada individuo seleccionado dentro de las parcelas para aquellos individuos con DAP mayor o igual a 8 cm.

Tabla 4. Descripción de las variables asociadas a árboles individuales

Variables	Descripción
<i>Especie</i>	Se deberá registrar la especie a la que pertenece el árbol
<i>DAP</i>	Diámetro a la altura del pecho (a 1.3 m)
<i>Diámetro al tocón.</i>	Diámetro al nivel del tocón (0,3 a 0,5 m)
<i>Diámetro a 1/3 de la altura total</i>	Diámetro del fuste a 1/3 de la altura total orientado a cálculo del volumen si no tiene función de volumen.
<i>Diámetro al inicio de Copa.</i>	Medición del diámetro a la altura del inicio de la copa viva.
<i>Diámetro de Copa.</i>	Se refiere al diámetro de la copa en los ejes Norte – Sur y Este – Oeste.
<i>Espesor corteza 1 y espesor corteza 2</i>	Dos mediciones de espesor de corteza a la altura del DAP.
<i>Altura comercial</i>	Altura a un índice de utilización definido durante el proyecto.
<i>Altura total</i>	Medición de la altura total del árbol hasta el ápice de la copa.
<i>Calidad</i>	Clasificación de calidad del árbol desde el punto de vista de su estado general, sanidad y forma. (3 clases)
<i>Forma</i>	Recta, Bifurcada, Curvada, Torcida, Multifustal. Inclinado,

Variables	Descripción
<i>Árbol Nido</i>	Variable binaria de presencia/ausencia de nidos asociados a fauna.
<i>Posición en el dosel</i>	Descripción en clases respecto a su posición en el estrato de altura.
<i>Crecimiento</i>	Tarugos de incremento para adelantar el crecimiento de los últimos 6 años en una submuestra de árboles.
<i>Variables de copa</i>	Clasificación respecto de la apariencia de la copa (Normal, Angosta, Ancha, Asimétrica, Simétrica, Incompleta) y su estado sanitario (Sana, Atacada, Dañada).
<i>Estado Sanitario</i>	Sano Enfermo Dañado
<i>Agente Causante</i>	Insecto Taladrador, Defoliador, Minador, Agallas, Fuego, Viento, Sequía, Heladas, Cancros, Ganado, Personas, Hongos, Anegamiento, Otros
<i>Zona y Tipo de Daño o Enfermedad</i>	Ninguna, General, Fuste, Raíces, Follaje, Brotes, Quebraduras, Quemadura, Marchitez, Manchas, Muerte apical, Perforaciones, Resinosis, Clorosis, Lanosidad, Otros,
<i>Intensidad</i>	Describe el grado de daño o enfermedad presentado por el árbol o por la zona dañada del árbol. Estos son: No evidente, Ligero, Moderado, Severo, Muerte, Masivo.

## VARIABLES DE MORTALIDAD

La medición de los árboles muertos en la parcela permite la estimación del volumen total producido en el sitio, la calidad y cantidad del mismo por unidad de superficie y el tipo de producto. Permite calcular el crecimiento al momento del monitoreo. Para esos efectos es importante evaluar tanto en términos del volumen, como del área basal y del número de árboles el valor de la mortalidad en la parcela. Con ese objetivo sobre los árboles muertos se identifica, en la medida que sea posible:

Tabla 5. Descripción de las variables de mortalidad

Variables	Descripción
<i>Especie</i>	Identificar la especie
<i>Causa</i>	Identificación de la causa de muerte
<i>DAP</i>	Medición de tamaño para estimación de volumen. Se mide a 1,3 metros de largo si el árbol está caído
<i>Diámetro al Tocón</i>	Tamaño al diámetro del tocón o al diámetro superior visible
<i>Diámetro sección superior y altura</i>	Diámetro a la altura o largo superior para propósitos e cubicación

<i>Diámetro de intersección</i>	Medición del diámetro de intersección de árbol caído con línea de muestreo
<i>Largo</i>	Medición de largo del árbol caído en metros
<i>Forma</i>	Estimación de la forma original del individuo en lo posible

## VARIABLES SOCIOECONÓMICAS Y CULTURALES

Las variables socioeconómicas y culturales se considerarán en segundo ciclo de medición (2011-2020).

Tabla 6. Descripción de las variables socioeconómicas y culturales

Variables	Descripción
<i>Área de relevancia religiosa</i>	Comprende una descripción e identificación de un área bajo muestreo que presenta una importancia religiosa para comunidades locales u otras
<i>Tenencia de la tierra</i>	Tipo de tenencia de la tierra.
<i>Grupo familiar asociado al recurso</i>	Identifica o relaciona el grupo beneficiario de los recursos comprendidos en la muestra
<i>Número de personas dependientes del bosque o recurso asociado al bosque</i>	Cuantificación de las personas directamente relacionadas a algún producto del bosque o usufructo del espacio del mismo (hongos, bayas, ganado, etc.)
<i>Área de importancia cultural y recreacional</i>	Área que por sus características presenta relevancia en la cultura local. (ej. Áreas de reuniones, deportivas etc.)
<i>Rango de ingreso del grupo familiar</i>	Caracterización del ingreso económico del grupo familiar
<i>Actividad económica principal del grupo familiar</i>	Identificación de la actividad principal del grupo familiar, indica grado de dependencia del bosque
<i>Presencia de plantaciones forestales cercanas</i>	Define si existen en las cercanías plantaciones forestales.
<i>Otras</i>	Otras a definir según énfasis del estudio

## Procesamiento de los datos y generación de resultados

### Procesamiento a nivel de árboles

Una vez que los datos básicos del inventario se encuentran en Base de Datos debidamente validados y corregidos, se inicia el siguiente conjunto de cálculos por individuo.

- CÁLCULO DE RELACIÓN DAP-ALTURA

Para aquella sub-muestra definida en la parcela de acuerdo al procedimiento descrito en el Manual de Operaciones en Terreno, se debe estimar la relación DAP-Altura total a objeto de completar con estimaciones de esta a aquellos individuos que no fueron medidos en terreno. La relación se ajusta por Mínimos Cuadrados a algunos de los modelos siguientes o variaciones de los mismos:

$$H = a + bDAP + cDAP^2$$

$$H = a + b \frac{1}{DAP}$$

$$\ln H = a + b \frac{1}{DAP}$$

con,

$H$	Altura total (m)
$DAP$	Diámetro a la altura del Pecho (cm)
$a, b$	Coefficientes

- CÁLCULO DE VOLUMEN CÚBICO INDIVIDUAL BRUTO

Una vez determinadas las alturas estimadas para aquellos individuos no medidos en terreno, se procede a estimar el volumen cúbico por individuo en m<sup>3</sup>ssc a partir de algunas de las funciones de volumen descritas en la literatura, u otra tabla de volumen local disponible. Se utiliza en lo posible una función de volumen por especie.

No obstante lo anterior, se ha implementado un sistema de validación de funciones de forma de asegurar que las estimaciones sean adecuadas, según el procedimiento descrito por Martin (1999). Este procedimiento consiste en utilizar las lecturas de diámetro a 1/3 de la altura total, el diámetro al inicio de copa y altura al inicio de la copa, para por la vía de la estimación de B-Splines calcular un volumen estimado según la integral numérica del B-Spline definido, este método ha permitido utilizar funciones de volumen de otras especies en aquellos individuos de aquellas especies que carecen de funciones o presentan funciones cuya población de origen no corresponde con la población definida por los datos medidos.

- CÁLCULO DEL VOLUMEN CÚBICO INDIVIDUAL NETO

El cálculo del volumen neto individual comprende a la simple asignación de volumen neto para aquel individuo que cumpla con los requisitos de calidad de forma, sanidad y daño especificados como tipo 1 en el Manual de Operaciones de Terreno y descritos como atributos en la Base de Datos.

- CÁLCULO DEL VOLUMEN CÚBICO INDIVIDUAL DE DESECHOS

Para aquellos individuos muertos o porciones de individuos yacentes en el suelo o aún en pie, se evalúa el volumen de desecho de acuerdo con la aproximación de Smalian o estimación directa para muestreo en línea para los individuos sobre el suelo, y según estimación por función de volumen definida para la especie y conglomerado para aquellos individuos aún en pie.

- CÁLCULO DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIÓDICO INDIVIDUAL

El método de estimación para el incremento anual periódico individual (Husch, 1982) utilizado, consiste en la regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios por parcela de los incrementos reales contra el Diámetro a la Altura del Pecho de los individuos con submuestra de acuerdo al modelo general o variaciones de este:

$$\text{incremento}_{ij} = a_i + b_i DAP_{ij} + \text{error}_i$$

donde,

$a_i, b_j$	Coeficientes de regresión para la parcela i.
$DAP_{ij}$	Diámetro a la Altura del Pecho c/c del árbol i de la submuestra en parcela j.
$\text{incremento}_{ij}$	Incremento medio en Diámetro a la altura del Pecho c/c para el árbol i de la parcela j.

Resultados para cada una de las  $j$  regresiones se aplican a cada individuo de la muestra que carece de medición de incremento.

### Procesamiento a Nivel de Parcelas

Al completar las estimaciones de árboles individuales, se utilizan aquellas variables que tienen relevancia para la estimación de las existencias, a partir de las parcelas que componen el conglomerado.

- ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES TOTALES POR HECTÁREA

Para estimar el número de árboles total por hectárea definido por cada parcela se aplica el factor de expansión relativo al tamaño de cada círculo concéntrico dentro de la parcela por la siguiente fórmula:

$$Narb/ha = f_{12.62} * n_{12.62} + f_{6.25} * n_{6.25} + f_{2.0} * n_{2.0} + f_{0.56} * n_{0.56}$$

Donde, el subíndice representa el radio de la parcela concéntrica, f el factor de expansión y n el número de individuos contabilizados en esa parcela concéntrica. Para el caso de árboles cubicables se consideran en esas clases y formulas con los factores  $f_{2.0}$  y  $f_{0.56}$  iguales a cero.

### POR ESPECIE

Para el caso del cálculo del número de árboles totales por hectárea por especie, estimados a partir de las parcelas concéntricas, se aplica la misma fórmula desagregando n de la parcela concéntrica en las diversas especies como:

$$Narb/ha_{especie} = f_{12.62} * (n_{sp,12.62}) + f_{6.25} * (n_{sp,6.25}) + f_{2.0} * (n_{sp,2.0}) + f_{0.56} * (n_{sp,0.56})$$

con,

$$\sum_{especie} Narb/ha_{especie} = Narb/ha$$

### POR CLASE DE CALIDAD

Para el cálculo del número de árboles por hectárea por clase de calidad similarmente la desagregación de n por clases de calidad se aplica:

$$Narb/ha_{calidad} = f_{12.62} (n_{cal,12.62}) + f_{6.25} (n_{cal,6.25})$$

con,

$$\sum_{calidad} Narb/ha_{calidad} = f_{12.62} * (n_{12.62}) + f_{6.25} * (n_{6.25})$$

La suma de árboles por clase de calidad es igual al total de árboles por hectárea mayores a 8.0 cm de DAP.

### POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

El número de árboles por hectárea que presenta daño o ataque de enfermedades según clasificación descrita en el Manual de Operaciones en Terreno, se calcula según:

$$Narb/ha_{daño} = f_{12.62} * (n_{daño,12.62}) + f_{6.25} * (n_{daño,6.25})$$

con,

$$\sum_{\text{daño}} \text{Narb} / \text{ha}_{\text{daño}} = f_{12.62} * (n_{12.62}) + f_{6.25} * (n_{6.25})$$

La suma de árboles por tipo de daño es igual al total de árboles por hectárea mayores a 8.0 cm de DAP.

- ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA

La estimación del área basal por hectárea a nivel de parcela se calcula como:

$$\text{AreaBasal} / \text{ha} = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n_{12.62}} g_i + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n_{6.25}} g_i$$

Donde,

$n_k$           Número de árboles en la parcela concéntrica de radio  $k$ ,  
 $g_i$           Área Basal del árbol individual  
 ( $g = \pi/4 * (\text{DAP}^2)$ )

### POR ESPECIE

La estimación del área basal por especie por hectárea a nivel de parcela es:

$$\text{AreaBasal} / \text{ha}_{\text{especie}} = f_{sp,12.62} \sum_{i=1}^{n_{12.62}} g_{sp,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n_{6.25}} g_{sp,i}$$

Con,

$$\sum_{\text{especie}} \text{Areabasal} / \text{ha}_{\text{especie}} = \text{Areabasal} / \text{ha}$$

### POR CLASE DE CALIDAD

$$\text{AreaBasal} / \text{ha}_{\text{calidad}} = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n_{12.62}} g_{cal,i} + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n_{6.25}} g_{cal,i}$$

Con,

$$\sum_{\text{calidad}} \text{Areabasal} / \text{ha}_{\text{calidad}} = \text{Areabasal} / \text{ha}$$



## POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

$$AreaBasal / ha_{daño} = f_{daño,12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} g_{daño,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} g_{daño,i}$$

Con,

$$\sum_{daño} Areabasal / ha_{daño} = Areabasal / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA POR PARCELA

A objeto de estimar los volúmenes cúbicos brutos por hectárea a nivel de las parcelas se aplican las siguientes expresiones:

$$VolB / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} v_i + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} v_i$$

Donde,

$v_i$  Volumen de árbol individual en m<sup>3</sup>ssc de acuerdo con función de volumen sólido para árboles cubicables y para la especie.

## POR ESPECIE

$$VolB / ha_{especie} = f_{sp,12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} v_{sp,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} v_{sp,i}$$

Con,

$$\sum_{especie} VolB / ha_{especie} = VolB / ha$$

## POR CLASE DE CALIDAD

$$VolB / ha_{calidad} = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} v_{cal,i} + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} v_{cal,i}$$

Con,

$$\sum_{calidad} VolB / ha_{calidad} = VolB / ha$$

### POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

$$VolB / ha_{daño} = f_{daño,12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} v_{daño,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} v_{daño,i}$$

Con,

$$\sum_{daño} VolB / ha_{daño} = VolB / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO NETO POR HECTÁREA

El volumen cúbico neto por hectárea en pie comprende la suma de los volúmenes individuales descontadas las pérdidas por calidad y sanidad de acuerdo a factores de perdidas  $fp$  definidos por especie o grupos de especies o por zona geográfica.

$$VolN / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} fp * v_i + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} fp * v_s$$

### POR ESPECIE

$$VolN / ha_{especie} = f_{sp,12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} fp * v_{sp,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} fp * v_{sp,i}$$

Con,

$$\sum_{especie} VolN / ha_{especie} = VolN / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE VALOR POR HECTÁREA

El volumen de material de valor por hectárea en pie a nivel de la parcela se estima como volumen neto de aquellos individuos mayores a 25 cm en DAP.

$$VolAS / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} vas_{i,1} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} vas_{i,1}$$

Donde,

$vas_{i,1}$  Volumen de valor del individuo  $i$  de calidad 1 y sanidad 1, de acuerdo con Manual de Operaciones de Terreno.

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE VALOR POR ESPECIE POR HECTÁREA

El volumen de valor por hectárea por especie en pie a nivel de la parcela se estima como:

$$VolAS / ha_{especie} = f_{sp,12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} vas_{sp,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} vas_{sp,i}$$

con,

$$\sum_{especies} VolAS / ha_{especie} = VolAS / ha$$

- ESTIMACIÓN DE LA ALTURA MEDIA

La estimación de la altura media de la parcela se realiza por medio de la aplicación de la media ponderada de las alturas estimadas por los factores de expansión correspondientes a los diámetros de las alturas determinadas para cada árbol de la parcela.

$$HTMedia = \frac{1}{\sum_k N_k} \{ f_{12.62} * \sum_i (HT_{12.62,i}) + f_{6.25} * \sum_i (HT_{6.25,i}) \}$$

Donde,

$HT_{k,i}$  Altura del individuo  $i$  en la parcela concéntrica de radio  $k$   
 $N_k$  Número de individuos/ha asociados a parcela concéntrica de radio  $k$

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIÓDICO POR HECTÁREA

Para la estimación del crecimiento se recurre al procedimiento de extracción de tarugos por medio de taladros de incremento según lo descrito en el Manual de Operaciones en Terreno

y el cálculo de las relaciones funcionales lineales descritas en punto anterior (Ver Cálculo del Crecimiento Periódico individual).

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIÓDICO EN CLASES DE DIÁMETRO

$$CAP_{claseDAP} = \frac{\sum_{i=1}^{nclaseDAP} cap_i}{nclaseDAP}$$

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO EN AREA BASAL POR HECTÁREA EN UN PERÍODO “P”

El cálculo del crecimiento anual periódico en Área Basal por hectárea se estima como:

$$CAB/ha_p = \frac{1}{P} \frac{\Pi}{4} f_{12.62} \left\{ - \left[ \sum_{i=1}^{n12.62} (DAP_{i,p} - P * CAP_{i,claseDAP})^2 \right] + \left[ \sum_{i=1}^{n12.62} (DAP_{i,p0})^2 \right] \right\} +$$

$$\frac{1}{P} \frac{\Pi}{4} f_{6.25} \left\{ - \left[ \sum_{i=1}^{n6.25} (DAP_{i,p} - P * CAP_{i,claseDAP})^2 \right] + \left[ \sum_{i=1}^{n6.25} (DAP_{i,p0})^2 \right] \right\}$$

Donde,

*P*                      Período en años  
*P0*                     Inicio del período

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIODICO EN VOLUMEN BRUTO POR HECTÁREA

Para la estimación del crecimiento en volumen se requiere de la concurrencia de tablas de volumen local por especie. En caso de no contar con dichas funciones se calcula el volumen individual al tiempo p0 = t-p, utilizando las funciones de volumen generales a un p<=4 años, a objeto de aplicar de esta forma las relaciones DAP-Altura estimadas a partir del inventario para cada parcela/conglomerado/especie. Una vez estimados estos volúmenes se estima el crecimiento anual periódico por hectárea en volumen bruto como:

$$CAPVOL/ha_p = \frac{1}{P} f_{12.62} \left\{ \left[ \sum_{i=1}^{n12.62} (v_{i,p}) \right] - \left[ \sum_{i=1}^{n12.62} (v_{i,p0}) \right] \right\} + f_{6.25} \left\{ \left[ \sum_{i=1}^{n6.25} (v_{i,p}) \right] - \left[ \sum_{i=1}^{n6.25} (v_{i,p0}) \right] \right\}$$

## Procesamiento a Nivel de Conglomerados

La estimación de las diversas variables por Conglomerado se realiza por medio de la aplicación de promedios para aquellas unidades que caen en terrenos forestales.

- ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA

El número de árboles por hectárea que caracteriza al conglomerado es:

$$NarbCong / ha = \sum_j Narb_j / J$$

con,

$j$  Índice de parcela en terrenos forestales.  
 $J$  Número total de parcelas del conglomerado que pertenece a terreno forestal

### ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA POR ESPECIE

A nivel de conglomerado el valor medio de número de árboles por ha por especie es:

$$NarbCong / ha_{especie} = \sum_j Narb_{especie, j} / J$$

Donde,

$$\sum_j NarbCong / ha_{especie} = NarbCong / ha$$

### ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA POR CLASE DE CALIDAD

A nivel de conglomerado el número de árboles por clase de calidad se estima de acuerdo con:

$$NarbCong / ha_{calidad} = \sum_j Narb_{calidad, j} / J$$

donde,

$$\sum NarbCong / ha_{calidad} = NarbCong / ha$$

ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

El número de árboles por grado de ataque o daño por hectárea se calcula como:

$$NarbCong / ha_{daño} = \sum_j Narb_{daño,j} / J$$

Donde,

$$\sum NarbCong / ha_{daño} = NarbCong / ha$$

- ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA

La estimación del área basal por hectárea a nivel del conglomerado se calcula como:

$$ABCong / ha = \sum_j AB_j / J$$

ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA POR ESPECIE

La estimación del área basal por especie por conglomerado se da por la expresión siguiente:

$$ABCong / ha_{especie} = \sum_j AB_{especie,j} / J$$

donde,

$$\sum ABCong / ha_{especie} = ABCong / ha$$

## ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA POR CLASE DE CALIDAD

La estimación por clase de calidad por conglomerado en área basal se calcula por:

$$ABCong / ha_{calidad} = \sum_j AB_{calidad, j} / J$$

Donde,

$$\sum ABCong / ha_{calidad} = ABCong / ha$$

## ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

El área basal por conglomerado de daño por hectárea se calcula como:

$$ABCong / ha_{daño} = \sum_j AB_{daño, j} / J$$

Donde,

$$\sum ABCong / ha_{daño} = ABCong / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA

La estimación del Volumen bruto sólido sin corteza que caracteriza al conglomerado se calcula como:

$$VCong / ha = \sum_j V_j / J$$

## ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA POR ESPECIE

$$VCong / ha_{especie} = \sum_j V_{especie, j} / J$$

Donde,

$$\sum VCong / ha_{especie} = VCong / ha$$

ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA POR CLASE DE CALIDAD

$$VCong / ha_{calidad} = \sum_j V_{calidad, j} / J$$

Donde,

$$\sum VCong / ha_{calidad} = VCong / ha$$

ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

$$VCong / ha_{daño} = \sum_j V_{daño, j} / J$$

Donde,

$$\sum VCong / ha_{daño} = VCong / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO NETO POR HECTÁREA

El Volumen cúbico neto en cada conglomerado se estima como:

$$VNCong / ha = \sum_j VolN_j / J$$

ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO NETO POR HECTÁREA POR ESPECIE

$$VNCong / ha_{especie} = \sum_j VolN_{especie, j} / J$$

Donde,

$$\sum VNCong / ha_{especie} = VNCong / ha$$



- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIODICO EN CLASES DE DIÁMETRO

El cálculo del crecimiento anual periódico en clases de diámetro a nivel de conglomerado se realiza según la siguiente expresión:

$$CAPCong_{claseDAP} = \frac{\sum_{j=1}^J cap_{j,claseDap}}{J}$$

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIÓDICO EN AREA BASAL POR HECTÁREA

El cálculo del crecimiento anual periódico en área basal por ha en el conglomerado se calcula por medio de:

$$CABCong = \frac{\sum_{j=1}^J CAB_j}{J}$$

#### ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIODICO EN VOLUMEN POR HECTÁREA

$$CVOLCong = \frac{\sum_{j=1}^J CAPVol_j}{J}$$

#### ESTIMACIÓN DE LAS EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS EN RESIDUOS GRUESOS POR HECTÁREA

$$T = \frac{1,2331}{L} \sum_i D_i^2$$

Con,

T	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
L	Largo transecto con pendiente corregida (m)
D	Diámetro de intersección (cm)

## Procesamiento a Nivel de la Población

- ESTIMACIÓN DESDE UNIDADES MUESTRALES A LA POBLACIÓN TOTAL

A partir de las unidades muestrales definidas en el diseño muestral y del número definitivo medido en la toma de datos de terreno, se procede calcular algunos estadígrafos que reflejan la calidad de la estimación por la vía de describir la incertidumbre estadística asociada a los estimados.

Así los estimados de las existencias volumétricas en m<sup>3</sup>ssc de la población definida según los párrafos anteriores son:

### CALCULO DE LA MEDIA TOTAL Y EXISTENCIAS TOTALES

$$\mu = \frac{\sum_{mn} V_{ij}}{MN}$$

Donde,

$\mu$  Media total estimada en m<sup>3</sup>s.s.c por hectárea  
 $V_j$  Volumen cúbico sólido en pie de la parcela  $i$  ( $i=1, N$ ) del conglomerado  $j=\{1, M\}$

### CALCULO DE LA VARIANZA DE LA MEDIA TOTAL

La varianza muestral de la media total se estima como un muestreo clásico en dos etapas para una población infinita de acuerdo con:

$$Var(\mu) = \frac{\sum_j^M n_j (v_i - \mu)^2}{\left(\sum_j^M n_j\right)(m-1)}$$

Donde,

$v_i$  Volumen medio por hectárea del conglomerado  $j$  en m<sup>3</sup>ssc.  
Volumen medio total del área de estudio ambas regiones  
 $n_j$  Número de parcelas secundarias del conglomerado  $j$   
 $m$  Número total de unidades primarias

con,

$$\sum_j^M n_j \quad m n_j$$

### CALCULO DEL ERROR ASOCIADO A LA MEDIA TOTAL

El cálculo del error de la media total y por ende de las existencias estimadas se calcula como:

$$Error(\mu) = t_g \hat{S}$$

con,

$Error(\hat{\mu})$  Error absoluto de la media total en m<sup>3</sup>ssc.  
 $\hat{S}$  Desviación estándar de la media en m<sup>3</sup>ssc.

De forma similar, las expresiones anteriores se aplican para esquemas más desagregados de estimación como cálculo de las existencias a nivel regional, provincial, por tipo forestal, por ejemplo, y sus respectivos errores muestrales.

- **RESULTADOS TABULARES DE VARIABLES CUANTITATIVAS-TABLAS DE EXISTENCIAS**

Una de las expresiones más útiles para describir el estado y condición cuantitativa de los bosques es la tabla de existencia, la cual describe las diversas variables de estado de rodal desglosándolas en valores por clase diamétrica. Estas tablas representan para cada clase de diámetro sus respectivos:

- Número de árboles medio por hectárea por clase de diámetro
- Volumen medio por hectárea por clase de diámetro
- Altura media por clase de diámetro
- Crecimiento anual periódico medio por clase de diámetro

El procedimiento de cálculo para la elaboración de estas tablas se basa en las siguientes expresiones:

### NÚMERO DE ÁRBOLES MEDIO POR HECTÁREA POR CLASE DE DIÁMETRO

$$N/ha_{clasedap} = \sum_{clasedap} N/ha_{clasedap,i,j} / j$$

con,

$N/ha_{clasedap,i,j}$  Número de árboles  $i$  en la clase de diámetro  $clasedap$  en el conglomerado  $j$   
 $J$  Número de conglomerados totales.

VOLUMEN MEDIO POR HECTÁREA (m<sup>3</sup>ssc) POR CLASE DE DIÁMETRO

$$V/ha_{clasedap} = \frac{\sum_{clasedap} V/ha_{clasedap,i,j}}{j}$$

con,

$V/ha_{clasedap,i,j}$  Volumen  $i$  en la clase de diámetro  $clasedap$  en el conglomerado  $j$   
 $J$  Número de conglomerados totales.

ALTURA MEDIA EN (m) POR CLASE DE DIÁMETRO

$$HT_{clasedap} = \frac{\sum_{clasedap} HT_{clasedap,i,j}}{j}$$

con,

$HT_{clasedap,i,j}$  Altura  $i$  en la clase de diámetro  $clasedap$  en el conglomerado  $j$   
 $J$  Número de conglomerados totales.

CRECIMIENTO ANUAL PERIÓDICO MEDIO POR HECTÁREA EN VOLUMEN SÓLIDO (m<sup>3</sup>ssc/ha/año)

$$CAPVol_{clasedap} = \frac{\sum_{clasedap} CAPVol_{clasedap,i,j}}{j}$$

con,

$CAPVol_{clasedap,i,j}$  Crecimiento anual periódico  $i$  en la clase de diámetro  $clasedap$  en el conglomerado  $j$   
 $J$  Número de conglomerados totales.

## Procesamiento para la Estimación de Existencias en Biomasa y Carbono

El carbono se acumula en la biomasa del ecosistema forestal y la biomasa es definida como el peso, o estimación equivalente, de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal. Se reconocen cinco diferentes depósitos donde se acumula el carbono en el ecosistema forestal (IPCC, 1996):

- En la Biomasa sobre el suelo, que considera los árboles, la vegetación arbustiva y la vegetación herbácea.
- En la Biomasa bajo el suelo, que se refiere a las raíces de la vegetación del ecosistema estudiado, tanto de los árboles como del sotobosque.
- En la Hojarasca, que es la capa de material orgánico (hojas, ramillas, semillas, etc.) no descompuesto y cuyas formas se pueden reconocer a simple vista.
- Árboles muertos en pie, y troncos los caídos
- En el suelo, el cual es considerado por IPCC (1996) hasta una profundidad de 30 cm, debido a que el cambio de uso de la tierra tiene un mayor efecto en los estratos superiores.

En el inventario se consideran los componentes:

- Biomasa viva sobre el suelo
- Biomasa de árboles muertos en pie y residuos gruesos sobre el suelo

Los otros componentes no son estimados para determinar la biomasa y el contenido de carbono, en algunos casos por ser de difícil estimación (caso del Suelo) y en otros por ser de baja influencia en el total (caso hojarasca, ramillas). Para el caso de raíces se estima por factores de biomasa publicados en literatura (Gayoso *et al.*, 2002).

- **BIOMASA SOBRE EL SUELO**

La biomasa sobre el suelo se calculó considerando dos métodos, según el nivel de información existente.

### CON FUNCIONES DE BIOMASA

Se utilizaron funciones de biomasa total individuales para especies nativas de acuerdo con el trabajo desarrollado por Gayoso *et al.* (2002) (Tabla 7). Estas funciones de biomasa se aplicaron a nivel de árbol individual.

Tabla 7: Funciones de biomasa por especie

Modelo	Especie	DAP	Parámetros		
			A	b	c
a + EXP (b + c * DAP)	Canelo (DW)	52 > DAP > 6	-5,73651	3,25257	0,07943
	Coigüe (ND)	105 > DAP > 6	-577,329	6,11716	0,02752
	Coigüe Chiloé (NN)	47 > DAP > 12	-146,927	4,76702	0,05591
	Tineo (WT)	91 > DAP > 6	-170,119	5,23563	0,03876
	Raúlí (NA)	66 > DAP > 5	-441,440	5,84538	0,03211
EXP (a + b * LN (DAP))	Ulmo (EC)	95 > DAP > 5	-1,44454	2,23634	
		70 > DAP > 5	-1,45875	2,23536	
	Avellano (GA)	27 > DAP > 6	-1,84774	2,23221	
	Tepa (LP)	74 > DAP > 6	-0,88067	2,00017	
	Mañío macho (PN)	55 > DAP > 5	-0,49120	1,90639	
	Mañío hembra (SC)	54 > DAP > 7	-0,2277	1,77378	
a + b * DAP <sup>2</sup>	Roble (NO)	72 > DAP > 5	-27,8703	0,59063	
EXP (a + b * DAP)	Luma (AL)	22 > DAP > 5	2,15765	0,16039	

(Gayoso *et al.*, 2002).

### BIOMASA A PARTIR DEL VOLUMEN

Al carecer de funciones de biomasa, la biomasa se calculó a partir del volumen bruto fustal y después se expandió este valor para considerar toda la biomasa aérea. De tal forma que:

$$\text{Biomasa aérea (t/ha)} = VC * D * FEB$$

Donde:

- VC* Volumen bruto fustal (m<sup>3</sup>/ha) de árboles con DAP ≥ 4 cm
- D* Densidad básica de la madera (Contenido humedad 12 %) (t/m<sup>3</sup>)
- FEB* Factor de expansión de biomasa (biomasa aérea seca/biomasa aérea comercial)

Para la determinación del volumen bruto se consideraron los árboles con DAP mayores a 4 cm y las densidades básicas de acuerdo con la tabla 8. En aquellos casos donde no fue posible identificar la especie se usó una densidad básica de 0,5 t/m<sup>3</sup>, según lo describe IPCC (1996).

El factor de expansión utilizado para la estimación de la biomasa total aérea fue 1,75 de acuerdo con la metodología propuesta por IPCC (1996).

Tabla 8. Densidades básicas por especie (Gayoso et al. 2002)

Especie	Nombre común	Densidad básica (kg/m <sup>3</sup> )	N	Fuente
<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	483,0		Pérez (1983)
<i>Gevuina avellana</i>	Avellano	506,7	90	FONDEF (2002)
<i>Drimys winteri</i>	Canelo	431,2	48	FONDEF (2002)
<i>Nothofagus dombeyi</i>	Coigüe	504,2	316	FONDEF (2002)
<i>Laurelia sempervirens</i>	Laurel	447,2	12	FONDEF (2002)
<i>Persea lingue</i>	Lingue	464,3	20	FONDEF (2002)
<i>Saxegothea conspicua</i>	Mañío hembra	547,0	11	FONDEF (2002)
<i>Citronella mucronata</i>	Naranjillo	460,1		FONDEF (2002)
<i>Embotrium coccineum</i>	Notro	474,4		FONDEF (2002)
<i>Aextoxicon punctatum</i>	Olivillo	487,9	12	FONDEF (2002)
<i>Sophora microphylla</i>	Pelú	488,0		FONDEF (2002)
<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	460,1		FONDEF (2002)
<i>Lomatia hirsuta</i>	Radal	474,4		FONDEF (2002)
<i>Nothofagus alpina</i>	Raulí	507,6	68	FONDEF (2002)
<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble	461,4	259	FONDEF (2002)
<i>Laureliopsis philippiana</i>	Tepa	438,2	273	FONDEF (2002)
<i>Weinmannia trichosperma</i>	Tineo	540,8	146	FONDEF (2002)
<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	Trevo	652,7	12	FONDEF (2002)
<i>Eucryphia cordifolia</i>	Ulmo	546,9	379	FONDEF (2002)
<i>Lomatia dentata</i>	Avellanillo	474,4		FONDEF (2002)
<i>Nothofagus antarctica</i>	Ñirre	464,0		Pérez (1983)
<i>Luma apiculata</i>	Arrayán	799,1		FONDEF (2002)
<i>Amomyrtus luma</i>	Luma	764,5	12	FONDEF (2002)
<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	Arrayán macho	435,8		FONDEF (2002)
<i>Myrceugenia exsucca</i>	Pitra	799,1		FONDEF (2002)
<i>Caldcluvia paniculata</i>	Tiaca	555,0		Pérez (1983)
<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	331,0		Pérez (1983)
<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	474,4		FONDEF (2002)
<i>Tepualia stipularis</i>	Tepú	799,1		FONDEF (2002)
<i>Amomyrtus meli</i>	Meli	799,1		FONDEF (2002)
<i>Escallonia spp.</i>	Escallonia spp.	710,0		Pérez (1983)
<i>Ovidia pillo-pillo</i>	Pillo pillo	331,0		Pérez (1983)
<i>Lomatia ferruginea</i>	Fuinque	474,4		FONDEF (2002)
<i>Podocarpus nubigena</i>	Mañío macho	513,2	54	FONDEF (2002)
<i>Azara integrifolia</i>	Corcolén	474,4		FONDEF (2002)
<i>Fitzroya cupressoides</i>	Alerce	405,0		Pérez (1983)
<i>Austrocedrus chilensis</i>	Ciprés de la cordillera	424,0		Pérez (1983)
<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i>	Temu	799,1		FONDEF (2002)
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	Ciprés de las guaitecas	405,0		Pérez (1893)
<i>Crinodendron hookerianum</i>	Chaquihue, Polizón	435,8		FONDEF (2002)
<i>Fuchsia magellanica</i>	Chilco	710,0		Pérez (1983)
<i>Maytenus magellanica</i>	Leña dura	799,1		FONDEF (2002)
<i>Myrceugenia planipes</i>	Picha-Picha	799,1		FONDEF (2002)

- BIOMASA DE ÁRBOLES MUERTOS EN PIE Y RESIDUOS GRUESOS

### ÁRBOLES MUERTOS EN PIE

Para la determinación de la biomasa de los árboles muertos en pie se consideró el volumen y densidad de la especie, según la fórmula:

$$\text{Biomasa árbol muerto en pie (t/ha)} = V * D$$

donde:

$V$  Volumen según Smalian ( $m^3/ha$ )

$D$  Densidad aparente ( $t/m^3$ )

Para los valores de densidad se consideraron los de la tabla 8, al no reconocer la especie se utilizó una densidad aparente de 0,5 ton/ha según lo recomendado por IPCC (1996).

### RESIDUOS GRUESOS

Los residuos gruesos se definen como todos los residuos con diámetros  $\geq 10$  cm. Para la determinación de la biomasa de los residuos gruesos se utilizó el volumen y la densidad y se consideró un factor de descuento según el grado de descomposición del residuo.

$$\text{Biomasa de residuos gruesos (t/ha)} = V * D * FD$$

donde:

$V$  Volumen según fórmula de Smalian ( $m^3/ha$ )

$D$  Densidad básica ( $t/m^3$ )

$FD$  Factor de descuento por descomposición

La densidad básica se obtuvo de la tabla 8 cuando fue posible identificar la especie, al carecer de dicha identificación se consideró una densidad promedio de 0,5  $t/m^3$  (IPCC, 1996).

Para el factor de descuento de descomposición, se consideró la información generada por el proyecto FONDEF D9811076, donde en un estudio de residuos de bosque nativo se establecieron 3 categorías de descomposición. Por otra parte, el Inventario utiliza 5 categorías de descomposición (Tabla 9) para rescate en terreno y para poder utilizar la información del proyecto FONDEF se asimilaron en las tres categorías como aparece en el Tabla 10.



Tabla 9. Clases de descomposición de residuos gruesos

Clase	Integridad Estructural	Textura porciones degradadas	Color madera	Raíces invasoras	Ramas y ramillas
1	Troza sana intacta y reciente	Intacta, sin degradación sin cuerpos frutales visibles de hongos	Color original	Ausentes	Existen ramas y ramillas presentes aun en troza, corteza aun firme y pegada
2	Sana	Mayoritariamente intacta, medula parcialmente blanda, inicio de degradación, pero no puede arrancarse a mano desnuda	Color original	Ausente	Existen ramas y muchas de las ramillas ya no existen, corteza pelada en algunas porciones
3	Xilema sano (troza capaz de soportar su propio peso)	La medula se encuentra ausente o se puede arrancar vía manual	Color original a café rojizo	Solo xilema	Las ramas no se sueltan a nivel del cuello
4	Xilema descompuesto troza no soporta su propio peso, pero mantiene su forma	Piezas en forma de bloque, blandas, su puede hundir una pieza metálica	Café claro a rojizo	Presencia total de raíces	Las ramas se sueltan solas
5	Ninguna pieza mantiene su forma	Blanda, polvorienta cuando está seca	Café Rojizo a café oscuro	Presencia total de raíces	Uniones de ramas degradadas

Tabla 10. Categorías de descomposición y porcentaje de descuento de densidad básica (Proyecto FONDEF D98I 1076).

Categoría descomposición (Proyecto FONDEF D98I1076)	Descomposición	Densidad básica (ton/m <sup>3</sup> )	% de densidad básica	Categoría descomposición Inventario
1	Baja degradación	0,49 - 0,52	100 %	1 a 2
2	Degradación Media	0,28 - 0,37	65 %	3
3	Alta degradación	0,14 - 0,26	40 %	4 a 5

- CONTENIDO DE CARBONO Y CO2 EQ

Después de determinar la biomasa de los árboles vivos y la biomasa de árboles muertos y residuos gruesos, se calculó la cantidad de carbono almacenado.

Para esto se utilizó como base el trabajo realizado por el proyecto FONDEF, el cual determinó el contenido de carbono considerando especies del tipo forestal Siempreverde y Roble-Raulí-Coihue, se utilizó el valor promedio de contenido total de carbono que fue

49,64% (Gayoso *et al.*, 2002). Las respectivas biomásas se multiplicaron por este factor obteniéndose el contenido de carbono.

$$\text{Carbono de biomasa (t/ha)} = \text{Biomasa (t/ha)} * 0,4964$$

En el caso de la representación del contenido de Carbono como CO<sub>2</sub> equivalente, se corrige la expresión anterior por 44/12.

## **Método de Actualización del Programa de Inventario de Plantaciones Forestales - Pequeños y Medianos Propietarios (PYMP)**

El Instituto Forestal (INFOR) ha venido realizando desde los años 80 la labor de actualización de plantaciones de especies exóticas de las diversas regiones en el país. Como producto principal de estas actualizaciones se entrega tradicionalmente una cartografía de base 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar con los polígonos de rodales de las diversas especies exóticas forestales, principalmente pino radiata (*Pinus radiata* D.Don), y eucaliptos (*Eucalyptus globulus* Labill.y *Eucalyptus nitens* H. Deane & Maiden) con atributos en base de datos abarcando superficie en hectáreas por rodal, edad de plantación y eventualmente algunos atributos dasométricos como área basal, número de árboles por hectárea y alturas. Se entiende como rodal de plantación aquella formación boscosa que se caracteriza por una cobertura de más del 75% del suelo cuyos individuos obedecen a un sistema de establecimiento por plantación o regeneración vegetativa bajo manejo y que comparten una misma edad o rango de edad de no más de 2 temporadas (cubriendo casos de replante) y un espaciamiento regular. Toda esta información es manejada y administrada en un sistema geográfico de información (SIG) institucional y su resolución espacial alcanza 5 ha.

Desde sus inicios (1980) la metodología de actualización de INFOR se ha basado en el análisis exhaustivo de las carpetas prediales originadas y administradas por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), ente encargado de las regulaciones asociadas a las actividades forestales en el territorio nacional. Adicionalmente, la metodología involucra una componente de fotointerpretación en material diverso de acuerdo a disponibilidad de recursos principalmente financieros, desde fotografías de escala grande (1:20.000, 1:30.000 con costos actualmente de decenas de millones de pesos) a imágenes satelitales de resolución espacial media y fina (tamaño de píxel de 30x30 m a 5x5 m), y también una componente de visitas a terreno de corrección y validación de los puntos dudosos arrojados por la fotointerpretación del material.

El presente informe detalla la metodología actualmente en uso con énfasis en la incorporación de nuevas técnicas tendientes a facilitar las labores de fotointerpretación, específicamente en lo que respecta a la detección de plantaciones jóvenes, con edades de plantación inferiores a los tres años a partir de imágenes satelitales de alta resolución.

El objetivo general del Programa de Inventario de Plantaciones Forestales es el de crear y mantener en forma continua información sobre el estado y condición de los recursos de plantaciones forestales, por la vía del procesamiento y análisis de datos recolectados en forma periódica.

En el caso específico de este informe, el objetivo es documentar el método de actualización utilizado por INFOR, con énfasis en la incorporación de nuevas técnicas orientadas a objetos para la clasificación semiautomatizada de imágenes. El propósito subyacente es el de generar nuevos esquemas piloto que guíen y faciliten la etapa de fotointerpretación de imágenes que tradicionalmente ha realizado INFOR como parte de la actualización de plantaciones de especies exóticas pertenecientes a pequeños y medianos propietarios.

## **Elaboración de Coberturas Cartográficas Digitales**

La metodología utilizada por INFOR para la actualización de superficies de plantaciones forestales pertenecientes a pequeños y medianos propietarios involucra un desarrollo en varias etapas donde se suman fuentes de información de distintos orígenes y escalas para generar cartografía y valores estimados de superficie de plantaciones presentes por cada región, los cuales van asociados a medidas de error en su estimación.

Se realiza una recopilación de información a nivel regional partiendo de las carpetas prediales que mantiene CONAF, cuya cartografía en papel es luego georeferenciada y llevada a un marco común. Esta información se digitaliza para su incorporación en un sistema de información geográfico, donde se incorporan todos los polígonos de superficies reportadas; al momento del orden de las decenas de cientos para todo el país.

Además de la digitalización de información de las carpetas prediales, se realiza como complemento un trabajo de fotointerpretación de imágenes provenientes de capturas de sensores satelitales y/o fotografías aéreas a distintas escalas, requiriendo para ello de personal altamente calificado con años de experiencia en el rubro. Las imágenes utilizadas en esta labor están supeditadas a disponibilidad y limitaciones de tipo presupuestario, haciendo necesario priorizar las adquisiciones. Ello redundará en la necesidad de cuidar la asignación de recurso, dando preferencia a aquellas zonas con mayor probabilidad de cambios o para las que no se hubiese contado con información en períodos anteriores.

## **Determinación de Error e Intervalos de Confidencia**

Debido a la dificultad de contar con imágenes cubriendo la totalidad de las áreas de interés donde se ubican las plantaciones de pequeños y medianos propietarios, se hace relevante el poder contar con una estimación de las superficies de plantaciones, así como del error de la estimación y los intervalos de confianza asociados a este. Con este fin se recurre a la aplicación e implementación de un esquema de muestreo en cuadrantes aleatorizados restringidos; sustentado en los siguientes supuestos:

1. Los errores definidos en superficies se distribuyen como Poisson con media y varianza  $\lambda A$ , donde  $\lambda$  es la intensidad de los errores por unidad de superficie y  $A$  el área de estudio.
2. Se asume que los errores tienen igual probabilidad de aparecer en toda la región y que son generados por el proceso estocástico dominado por  $\lambda$ ; este supuesto, puede variar si se reconoce en los datos una tendencia espacial de los errores.

3. Si la unidad muestral utilizada para la determinación de los errores es definida bajo un mecanismo de aleatorización, los estimadores resultantes pueden ser considerados como representativos de toda la población.

Donde el estimador del error y sus variables componentes corresponden a:

$y_i$  : Superficie de diferencias del cuadrante "i"  
 $z_i$  : Superficie efectiva/estimada del cuadrante "i"  
 $R$  : Tasa promedio de error por unidad de área,

con

$$R = \frac{\sum_{i=1,n} y_i}{\sum_{i=1,n} z_i}$$

Según esta expresión, se considera que la estimación insesgada del error en superficie asociado al método empleado por INFOR es igual a:  $R \cdot A$  donde A corresponde a la superficie total de terceros estimada según método de INFOR.

Es importante considerar el estimador de la varianza del error total de la estimación. Para ello, se asume que los errores tienden a presentarse más bien agregados que completamente aleatorios en su distribución espacial, por ello el estimador aproximado de la varianza de las diferencias totales es:

$$\text{var}(RA) = \frac{N(N-n)}{n(n-1)} \left( \sum_{i=1}^n y_i^2 + R^2 \sum_{i=1}^n z_i^2 - 2R \sum_{i=1}^n z_i y_i \right)$$

con:

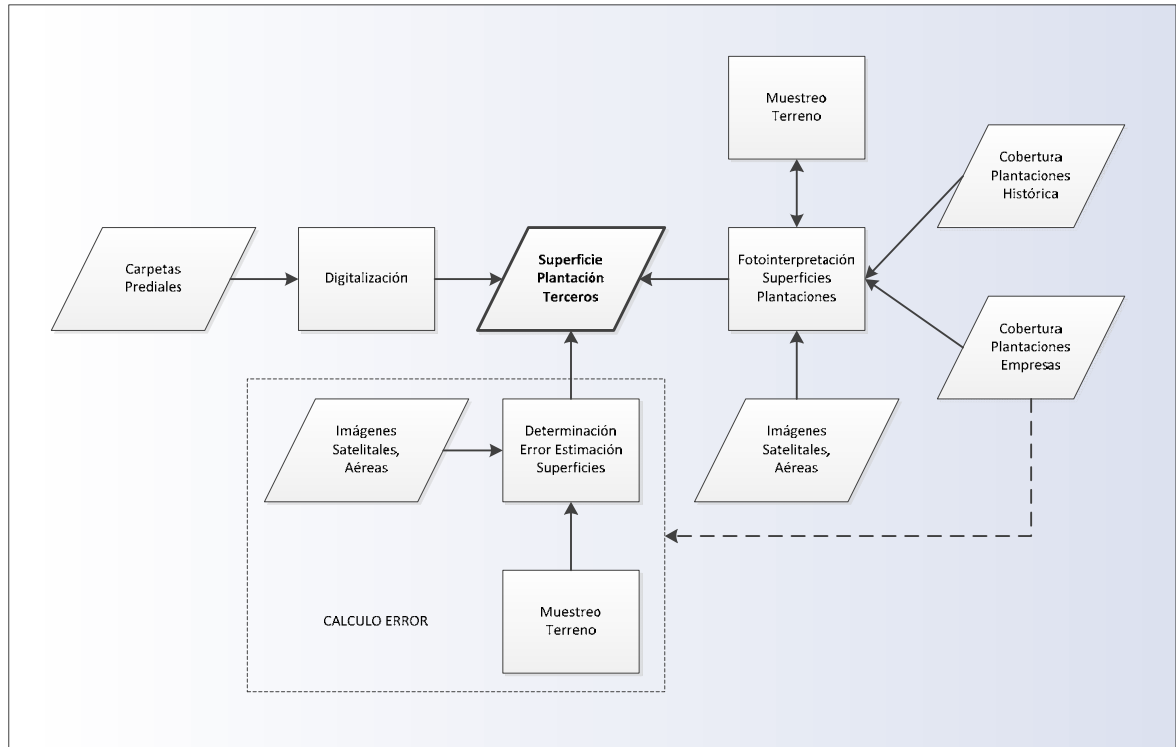
$y_i$  : Superficie diferencia del cuadrante "i"  
 $z_i$  : Superficie efectiva o estimada del cuadrante "i"  
 $R$  : Tasa promedio de error por unidad de área,  
 $A$  : Superficie total de terceros según INFOR

Así el intervalo de confianza del estimado total se puede aproximar como:

$$\text{Intervalo Confianza estimador total: } R \pm t_n \frac{\text{var}(RA)}{\sqrt{n}} \text{ ha.}$$

Deducible de esta expresión, se encuentra el error del muestreo o confiabilidad estadística del estimado poblacional debido a la aplicación del muestreo.

El esquema general del proceso de actualización de plantaciones para PYMP descrito se puede apreciar en la Figura N°4.



**Figura 3. Método de actualización superficie plantaciones PYMP**

### **Clasificación Orientada a Objetos como Apoyo a Labores de Fotointerpretación**

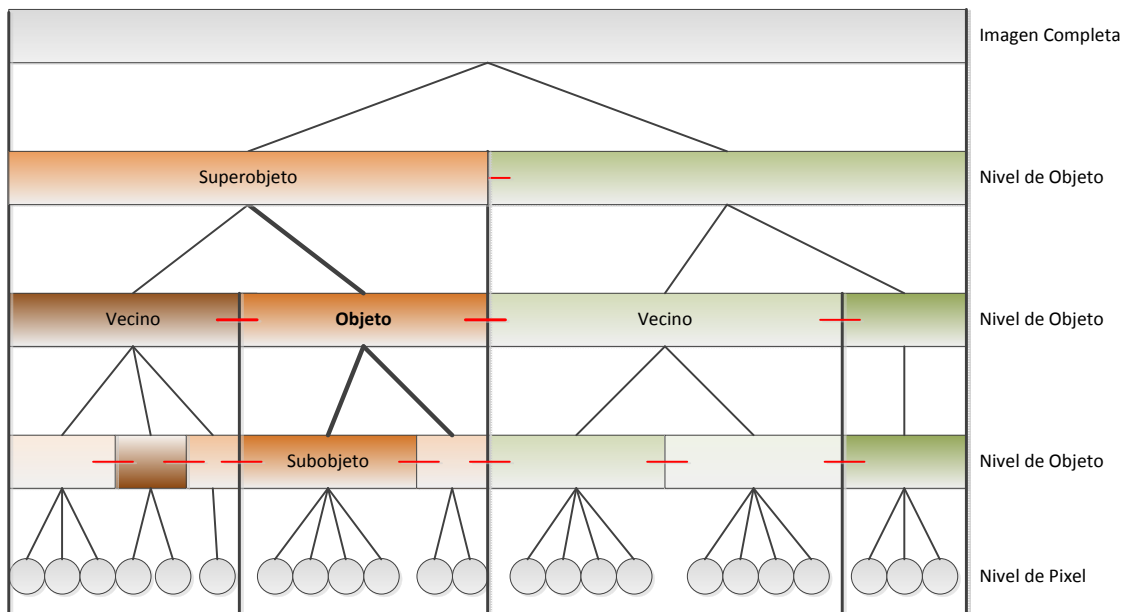
Como se mencionó, INFOR recurre a imágenes de sensores remotos de diversas fuentes para apoyar el trabajo de detección de plantaciones en manos de terceros. Las imágenes utilizadas con mayor frecuencia han sido las provenientes de los instrumentos OLI, ETM+ y TM a bordo de plataformas LANDSAT, los satélites SENTINEL-2, ASTER, a bordo del satélite ALOS (10m) de la agencia espacial japonesa, así como imágenes de alta resolución de proveedores comerciales de información geoespacial (RapidEye, SPOT, WorldView, Geoeeye, FASAT-C, etc.).

El uso de material satelital y el incremento de su resolución tiene ventajas; una de ellas relativa a la potencial detección más temprana de plantaciones jóvenes y una delimitación más precisa de las superficies. Empero, este aumento a su vez ha significado un incremento en la carga de trabajo de fotointerpretación, si se consideran superficies de procesamiento equivalentes. Ello hace necesario el empleo de otras técnicas de apoyo que ayuden a automatizar partes del proceso utilizado a la fecha.

El uso de técnicas tradicionales de clasificación supervisadas, que podrían ayudar a resolver este problema, es normalmente insuficiente. Ello porque el incremento en resolución espacial de los sensores remotos normalmente va asociado a una menor disponibilidad de bandas espectrales, de las cuales dependen estrechamente estos clasificadores para su funcionamiento. A esto se agrega una mayor varianza en los valores de las bandas espectrales disponibles. Ambos factores mencionados hacen que los niveles de error obtenidos con este tipo de aproximación no sean los ideales; por lo que se hace

necesario recurrir a otras fuentes de información y hacer uso de conocimiento sobre aspectos que permitan una mejor diferenciación de las áreas de interés.

En este sentido la clasificación de imágenes orientada a objetos se ve como una alternativa interesante para facilitar el procesamiento de imágenes, al posibilitar la incorporación de información desde fuentes con resoluciones o escalas diversas, así como al permitir el trabajo con capas de tipo no sólo raster sino también vectoriales e información temática. Sin embargo, la característica más importante de este tipo de clasificación consiste en un cambio de paradigma (Kumar, 2007), donde en vez de trabajar con píxeles se trabaja con grupos de ellos en forma de objetos, los que presentan distintos atributos aparte de los espectrales y operan en un contexto jerarquizado (Figura N°5).



**Figura 4. Jerarquía de objetos de imagen y vínculos entre objetos**

- **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA CLASIFICACIÓN ORIENTADA A OBJETOS**

En líneas generales, las ventajas de un enfoque orientado a objeto serían las siguientes (Kumar, 2007):

- Aprovecha todas las dimensiones de la detección remota, incluyendo la:
  - Espectral
  - Espacial (área, longitud, dirección)
  - Morfológica (parámetros de forma, textura)
  - Contextual (relación respecto de los vecinos)
  - Temporal
- Incorpora técnicas y métodos probados en el campo del análisis de imágenes; como clasificadores supervisados, lógica difusa (*fuzzy logic*) y clasificaciones basadas en reglas

- Incorpora parte de la funcionalidad de sistemas de información geográficos respecto de clasificaciones temáticas, como el uso de información auxiliar, mediciones de distancia, etc.
- Es capaz de extraer elementos de la misma imagen a escalas diferentes (Kampouraki, et al., 2008; Kumar, ,2007)

Resumiendo, este tipo de clasificación permite la incorporación de **conocimiento** desde diversas fuentes de datos e información, aplicada a objetos situados en distintos niveles, manteniendo conexiones jerárquicas entre los distintos niveles y relaciones entre objetos.

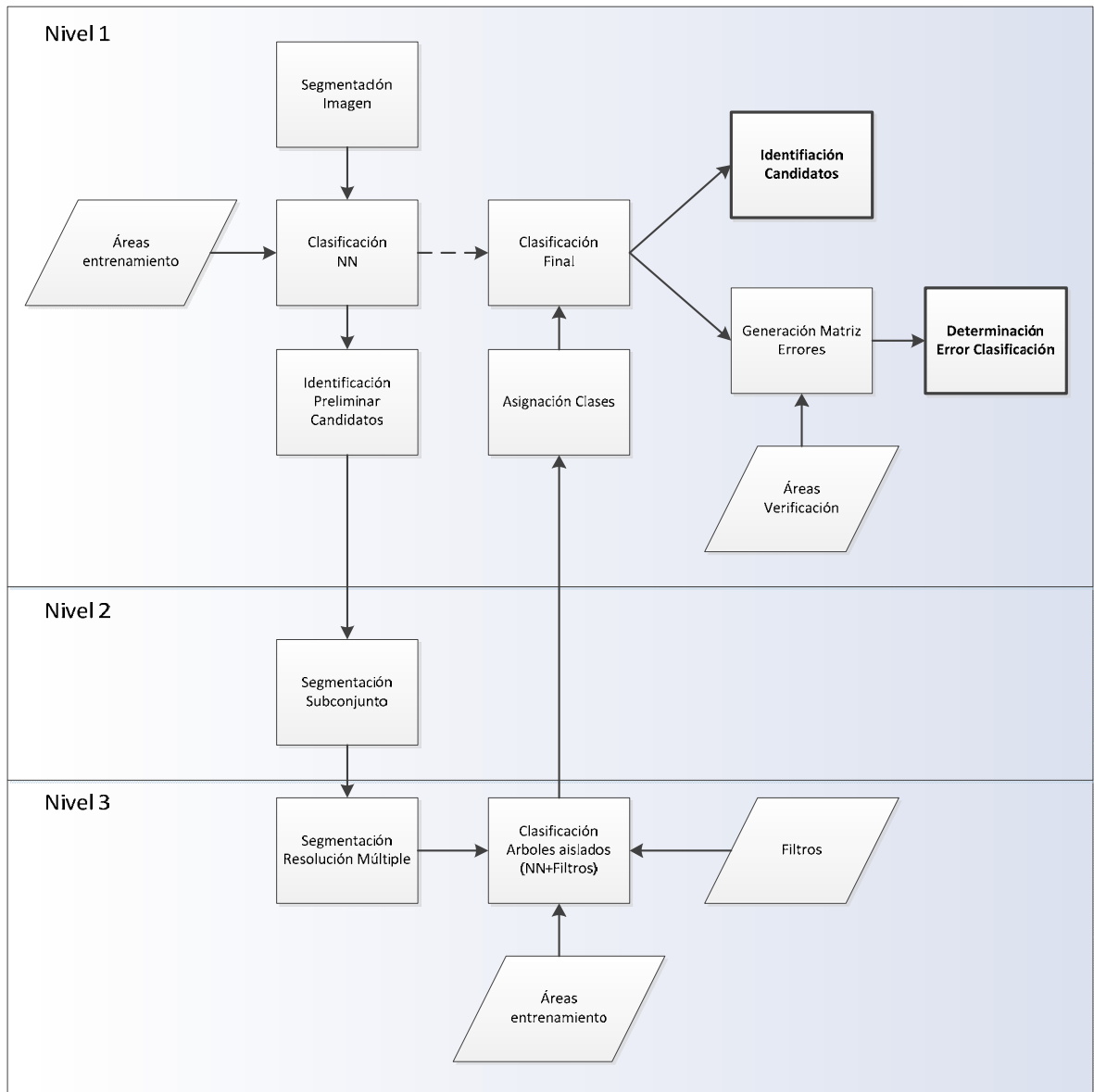
Como cualquier técnica, el enfoque orientado a objetos tiene también desventajas, entre las que se pueden contar las siguientes:

- Identificar objetos de imagen y no objetos reales, así como fusionar objetos reales debido a confusión espectral (Kampouraki, et al., 2008)
  - Requerir idealmente de un conocimiento profundo de los elementos que se desean clasificar y su problemática
  - Ser usualmente más dispendiosa en términos de tiempo requerido para llegar a resultados satisfactorios
  - Requerir de mucha visión y experiencia para la elaboración de reglas fácilmente adaptables a situaciones y escenarios variables
  - Ser potencialmente menos transferible y replicable, por ende, menos transparente
- **PROPUESTA OPERACIONAL DE CLASIFICACIÓN ORIENTADA A OBJETOS PARA DETECCIÓN DE PLANTACIONES JÓVENES**

Durante la fotointerpretación de imágenes para determinación de plantaciones forestales de exóticas pertenecientes a terceros, una de las dificultades es la detección temprana de estas superficies. Plantaciones inferiores a los tres años de edad usualmente son difíciles de discernir ya que por sus características tienden a confundirse con zonas de uso agrícola o de regeneración natural de especies nativas tras cosecha.

La detección, individualización y clasificación de estas zonas ambiguas, ralentizan el trabajo de interpretación. Por ello, es deseable contar con técnicas de clasificación parcial o totalmente automatizadas que permitan preseleccionar estas zonas de duda para su posterior evaluación por operadores expertos y eventual marcación para verificación en terreno.

A continuación, se describe una propuesta preliminar para la detección de estas zonas, incorporando no solo información espectral sino de conocimiento de los elementos que se desea detectar y cuyo diagrama de flujo general se puede apreciar en la Figura N° 6.



**Figura 5. Diagrama de flujo para identificación candidatos plantación joven**

### SEGMENTACIÓN INICIAL DE IMÁGENES

El procedimiento de clasificación orientada a objetos partió por la segmentación de imágenes satelitales utilizando un algoritmo de resolución múltiple, donde en base a información espectral de las imágenes, junto a factores de forma y compacidad se originaron polígonos, dividiendo las escenas en áreas o zonas más o menos homogéneas. Los parámetros aquí utilizados se generaron a partir de pruebas de segmentación sobre múltiples imágenes, empleando un esquema iterativo de prueba y error hasta dar con valores satisfactorios para la escala de clasificación requerida.



Los valores de entrada utilizados en la segmentación son específicos, dependiendo de factores como: tipo de sensor utilizado, número de bandas espectrales disponibles, resolución espectral, resolución espacial y contexto en que se realiza la segmentación.

Así por ejemplo, los parámetros antes mencionados no serán aplicables a imágenes provenientes de sensores con resolución espacial divergente; o incluso en el caso del mismo sensor, para regiones que cuenten con tamaño y forma de los elementos a identificar que ostenten características muy diferentes.

### CLASIFICACIÓN CON TÉCNICA DE VECINO MÁS CERCANO

Una vez realizada la primera segmentación de las escenas, se procedió a clasificar las imágenes en ocho clases generales (agrícola, bosque nativo, candidato a plantación joven, cuerpo de agua, nube, plantación forestal, zona edificada y sin clasificación) utilizando para ello un algoritmo de vecino más cercano (Richards y Jia, 2006; Liu y Mason, 2009). Con este propósito se seleccionaron mediante técnicas de fotointerpretación zonas de entrenamiento para todas las clases, con excepción de las candidatas a plantación joven. Para fines prácticos, estas muestras fueron consideradas como verdad de campo.

Para el caso de las zonas candidatas a plantación joven en cambio, se tomaron polígonos para los que efectivamente se tenía registro de pertenecer a esta categoría y este conjunto fue dividido en dos partes. Una porción se destinó al entrenamiento del algoritmo de clasificación, en tanto que los remanentes fueron reservados para la verificación de los resultados de la clasificación final. Se optó por esta vía al no disponer de tiempo suficiente como para realizar una campaña de terreno con este objetivo.

La clasificación utilizó entonces elementos provenientes de la lógica difusa para definir umbrales de pertenencia. Ellos a la postre definen la asignación de una superficie u objeto a las clases respectivas. Para la presente clasificación, este umbral fue establecido en un 60%. Así, todos los objetos cuyo valor de pertenencia a la clase fuesen menores a este umbral, automáticamente fueron asignados a la clase “sin clasificación”.

### IDENTIFICACIÓN CANDIDATOS Y SEGMENTACIÓN SUBCONJUNTO CLASIFICACIÓN

A partir de la clasificación antes mencionada, se identificaron las superficies preliminares candidatas a tener plantaciones forestales jóvenes, con edades menores a tres años. Sobre este subconjunto se aplicó otra segmentación análoga a la inicial, pero más detallada, orientada a la detección y extracción de características adicionales. Ello se hizo con miras a la posterior eliminación de errores de clasificación e incremento subsecuente en la confiabilidad de la clasificación a servir de guía para los fotointérpretes.

### RECLASIFICACIÓN CANDIDATOS EN BASE A CONOCIMIENTO

Los objetos obtenidos de la segmentación del paso anterior fueron utilizados en el proceso de detección de árboles aislados, uno de los indicadores característicos de zonas con tipo de uso agrícola-ganadero. Con este fin se empleó nuevamente una clasificación de tipo vecino más cercano, esta vez con un umbral de clasificación de 70%. Dicha clasificación

fue complementada mediante la inclusión de otras variables como área de copa de árbol individual, índice de forma y otras variables relativas a la forma típica de los elementos a detectar.

Para el establecimiento de valores umbral de las variables, se optó por realizar una muestra de imágenes de referencia que sirvieron para acotar dichos parámetros; proceso que contempló la revisión y ajuste iterativo de los mismos. Finalmente, con ambos elementos, clasificador por vecino más cercano y parámetros morfológicos y espaciales, se detectó la presencia de árboles aislados.

Una vez obtenido los números de árboles presentes a nivel de superobjeto (polígono base de clasificación), se reasignaron las clases de las áreas potenciales de contener plantaciones jóvenes a tres categorías: agrícola, candidato a plantación joven y áreas sin clasificar. Este resultado fue incorporado en la clasificación ya existente para el nivel 1, donde efectivamente se sobrescribió la clase original de candidatos a plantación joven. Con esto no solo se esperó reducir errores de clasificación, sino también reducir el número total de polígonos necesarios de evaluar durante la fase de fotointerpretación tradicional utilizada por el método INFOR.

#### IDENTIFICACIÓN FINAL DE CANDIDATOS Y FOTOINTERPRETACIÓN ASISTIDA, DETERMINACIÓN DE ERRORES DE CLASIFICACIÓN

Finalmente, el resultado de la clasificación es exportado a formato vectorial para servir de guía en el proceso de fotointerpretación, a la vez que se realizó una determinación de los errores de clasificación utilizando una matriz de confusión, de manera de tener una indicación general del comportamiento de la clasificación. Una vez verificadas en terreno las áreas bien clasificadas se procede a verificar aquellas áreas que resultaron mal clasificadas y se les asigna clase por operador de fotointerpretación.

## REFERENCIAS

Cox Z. F. 1979. Inventario forestal nacional permanente de bosque nativo. Diseño y manual de instrucciones Proyecto CONAF/PNUD/FAO

Definiens, A. G, 2008. Definiens Developer 7 - User Guide. Definiens AG. 536 pp.

Dixon, B. and Howitt, R., 1979. Continuous Forest inventory using a linear filter. Forest Science 25:675-698.

Gayoso, J., Guerra, J. y Alarcón, D., 2002. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. In: Medición de capacidad de captura de carbono en bosques de Chile. Proyecto FONDEF D98I1076. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 157 p.

Haig, I. T., 1946. Forest Resources of Chile, As a Basis for Industrial Expansion.

Husch, B., Miller, C. I., & Beers, T. W. 1982. Forest Mensuration (402 p). New York: Wiley.  
IPCC, 1996. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. Intergovernmental Panel on Climate Change. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 3. Revised Version. London.

Kangas, A., 1991. Updated measurement data as prior information in forest inventory. Silva Fennica 1991, Vol 25 N°3:180-191

Kampouraki, M.; Wood, G. A. and Brewer, T. R., 2008. Opportunities and limitations of object-based image analysis for detecting urban impervious and vegetated surfaces using true-colour aerial photography. En: Object Based Image Analysis. Springer. Pp 555-569.

Kumar, N., 2007. Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm. CRC Press. 206pp.

Liu, J. G. and Mason, P., 2009. Essential Image Processing and GIS for Remote Sensing. Wiley Blackwell. 462pp.

Loetsch and Haller, 1964. Forest Inventory. BLV

Martin, 1999. Citado

Matern, B., 1960. Spatial Variation. Stochastic models and their application to some problems in forest survey and other sampling investigations

Pérez V. 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Santiago, Chile. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI 76/003. Documento de Trabajo N° 47. 451 p.

Universidad Austral de Chile, 2002. Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono. Informe Técnico. 35 p. Proyecto FONDEF D99I1076

Universidad Austral de Chile, 2000. Métodos de Medición y Funciones de Biomasa Forestal. 38p. Proyecto FONDEF D99I1076

Universidad Austral de Chile. 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. 15 p. Proyecto FONDEF D99I1076

Richards, J. and Jia, X., 2006. Remote Sensing Digital Image Analysis – An Introduction. 4<sup>th</sup> Ed. Springer Verlag. 455pp.

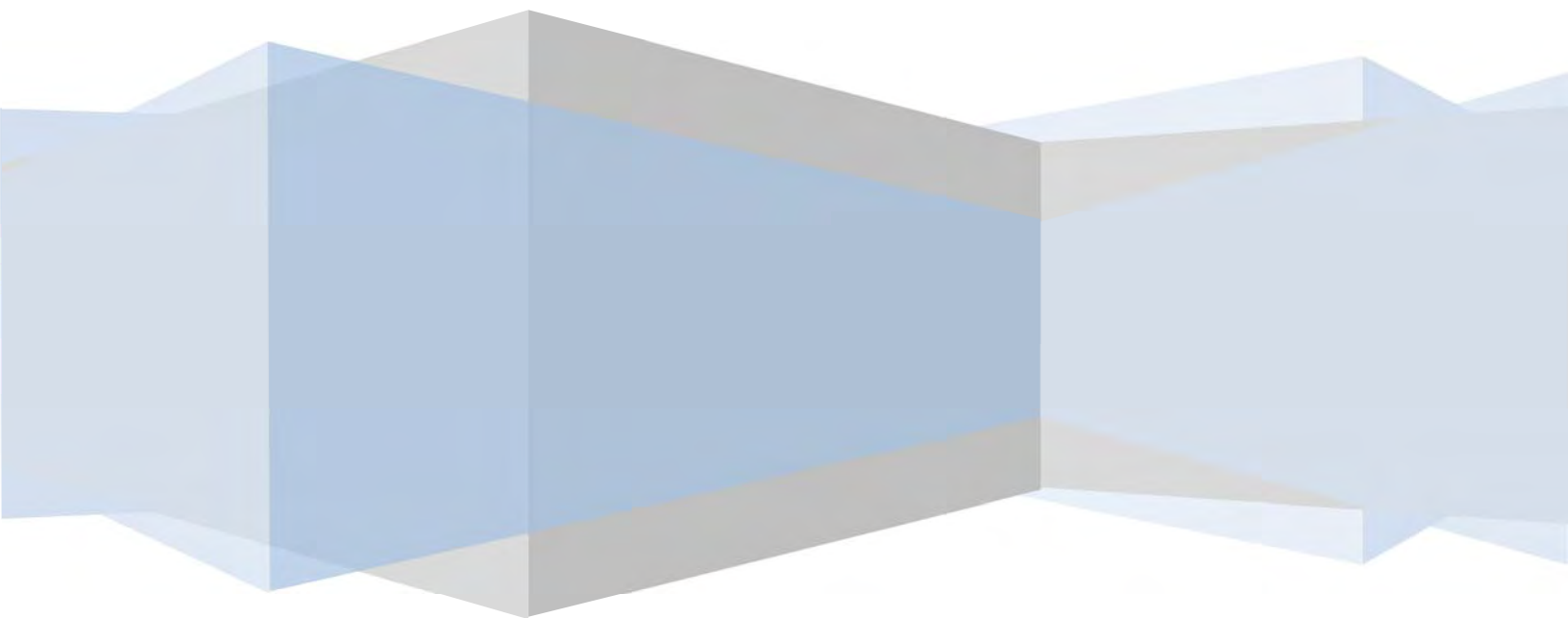
Scheuder, H.T., P.H Gessler et al 1998. Plot Designs for Ecological Monitoring of Forest and Range. North American Science Symposium, Mexico.

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

# ACTUALIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES

CAPÍTULO II

INSTITUTO FORESTAL



## TABLA DE CONTENIDO

LOS RECURSOS FORESTALES DE PLANTACIONES EN CHILE _____	1
Programa de Actualización de Plantaciones Forestales _____	1
Inventario Dasométrico-Ambiental de las Plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad Forestal (PYMP) _____	3
RESULTADOS _____	6
El Recurso Plantaciones Forestales en el País _____	6
El Recurso Plantaciones Forestales por Regiones _____	8
Región de Coquimbo _____	8
Región de Valparaíso _____	10
Región Metropolitana _____	12
Región de O'Higgins _____	14
Región del Maule _____	16
Región de Ñuble _____	18
Región del Bío Bío _____	20
Región de La Araucanía _____	22
Región de Los Ríos _____	24
Región de Los Lagos _____	26
Región de Aysén _____	28
Inventario Dasométrico en Plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad (PYMP) ____	30

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de trabajo. Actualización de plantaciones forestales.....	2
Figura 2. Forma del conglomerado (diámetro de círculos es solamente referencial).....	4
Figura 3. Subparcelas de vegetación.....	4

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clases de edad para <i>Pinus radiata</i> PYMP .....	3
Cuadro 2. Clases de Edad para <i>Eucalyptus</i> PYMP .....	3
Cuadro 3. Superficie (ha) de Plantaciones Forestales según Especie y Región. Diciembre 2019 ...	6
Cuadro 4. Superficie (ha) de Plantaciones de <i>Pinus radiata</i> y <i>Eucalyptus</i> por Región y Tipo de Propietario. Diciembre 2019.....	7
Cuadro 5. Superficie (ha) por Especie y Tipo de Propietario. Últimos seis Años.....	7
Cuadro 6. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Coquimbo.....	8
Cuadro 7. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Coquimbo	9
Cuadro 8. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Valparaíso.....	10
Cuadro 9. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Valparaíso .....	11
Cuadro 10. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región Metropolitana .....	12
Cuadro 11. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región Metropolitana .....	13
Cuadro 12. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de O'Higgins .....	14
Cuadro 13. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de O'Higgins .....	15
Cuadro 14. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región del Maule.....	16
Cuadro 15. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región del Maule.	17
Cuadro 16. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Ñuble.....	18
Cuadro 17. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Ñuble..	19
Cuadro 18. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región del Bío Bío.....	20
Cuadro 19. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región del Bío Bío	21
Cuadro 20. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de La Araucanía.....	22
Cuadro 21. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de La Araucanía .....	23
Cuadro 22. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Los Ríos.....	24
Cuadro 23. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Los Ríos .....	25
Cuadro 24. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Los Lagos .....	26
Cuadro 25. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Los Lagos .....	27
Cuadro 26. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Aysén .....	28
Cuadro 27. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Aysén .	29
Cuadro 28. Volumen por especie región del Maule .....	30
Cuadro 29. Volumen por especie región del Bío Bío .....	30
Cuadro 30. Volumen por especie región de la Araucanía .....	30
Cuadro 31. Volumen <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule .....	31
Cuadro 32. Densidad <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule .....	31
Cuadro 33. Área basal <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule .....	31
Cuadro 34. Altura dominante <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule .....	31
Cuadro 35. Volumen <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule .....	32
Cuadro 36. Densidad <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule .....	32
Cuadro 37. Área basal <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule .....	32
Cuadro 38. Altura dominante <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule .....	32
Cuadro 39. Volumen <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Bío Bío .....	33
Cuadro 40. Densidad <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Bío Bío .....	33
Cuadro 41. Área basal <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Bío Bío .....	33
Cuadro 42. Altura dominante <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Bío Bío .....	33
Cuadro 43. Volumen <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío .....	34
Cuadro 44. Densidad <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío .....	34
Cuadro 45. Área basal <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío .....	34
Cuadro 46. Altura dominante <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío .....	34

Cuadro 47. Volumen <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía.....	35
Cuadro 48. Densidad <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía.....	35
Cuadro 49. Área basal <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía.....	35
Cuadro 50. Altura dominante <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía .....	35
Cuadro 51. Volumen <i>E. globulus</i> , PYMP región de la Araucanía.....	36
Cuadro 52. Densidad <i>E. globulus</i> , PYMP región de la Araucanía.....	36
Cuadro 53. Área basal <i>E. globulus</i> , PYMP región de la Araucanía.....	36
Cuadro 54. Altura dominante <i>E. globulus</i> , PYMP región de la Araucanía.....	36
Cuadro 55. Volumen <i>E. nitens</i> , PYMP región de la Araucanía.....	37
Cuadro 56. Densidad <i>E. nitens</i> , PYMP región de la Araucanía.....	37
Cuadro 57. Área basal <i>E. nitens</i> , PYMP región de la Araucanía.....	37
Cuadro 58. Altura dominante <i>E. nitens</i> , PYMP región de la Araucanía.....	37



# LOS RECURSOS FORESTALES DE PLANTACIONES EN CHILE

Dentro del marco de trabajo del Programa de Monitoreo de Ecosistemas Forestales del Instituto Forestal (INFOR) se encuentra el Inventario Forestal Nacional. Bajo este concepto y herramienta estadística, se ubica el Programa de Actualización Permanente de Plantaciones Forestales de INFOR, el cual es uno de los proyectos más antiguos del Instituto Forestal y cuyos orígenes se remontan al año 1979-80.

Este programa, se sustenta en dos pilares fundamentales: El seguimiento de la cobertura de plantaciones forestales (actualización) del país y el inventario dasométrico-ambiental de las plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad forestal (PYMP).

## Programa de Actualización de Plantaciones Forestales

La actualización de superficies de plantaciones en pie a diciembre de 2019, se desarrolló durante el año 2020. Debido a ajustes presupuestarios institucionales, producto de la pandemia COVID19, se excluyó la actualización de plantaciones PYMP de las regiones de Coquimbo y Aysén. Por lo tanto, se actualizaron las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Bío Bío, Araucanía, Los Ríos, y Los Lagos.

Una de las entradas de información del programa se produce a través del convenio de colaboración firmado por INFOR con empresas forestales asociadas a la Corporación Chilena de la Madera (CORMA). Estas empresas aportan información patrimonial de plantaciones en formato acordado en conjunto con INFOR; constituyendo una fuente de alta importancia, al proveer información directa sobre el patrimonio y terrenos bajo administración de las empresas forestales más relevantes del país, las que concentran y explican la mayor participación de la superficie de plantaciones a nivel nacional. Las siguientes empresas forestales participaron en el proceso de actualización 2019:

Forestal Arauco S.A.  
Forestal Mininco S.A.  
MASISA S.A.  
Agrícola y Forestal Agua Buena I Ltda.  
Agrícola y Forestal Agua Buena III Ltda.  
Agrícola y Forestal Lincoyán I Ltda.  
Agrícola y Forestal Lincoyán III Ltda.  
Forestal El Astillero Ltda.  
Forestal Aurora SpA.

La información de MASISA S.A. incluye las plantaciones de la empresa Hancock SpA, y Lago Lanalhue SpA.

Las empresas Agrícola y Forestal Agua Buena I Ltda., Agrícola y Forestal Agua Buena III Ltda., Agrícola y Forestal Lincoyán I Ltda., Agrícola y Forestal Lincoyán III Ltda., Forestal El Astillero Ltda., Forestal Aurora SpA.; son administradas por Cambium S.A.

Otra entrada importante de información al programa es aquella correspondiente a los Pequeños y Medianos Propietarios forestales (PYMP), grupo conformado tanto por personas naturales, como por aquellas empresas que no están en convenio; y cuya información es compilada y procesada por INFOR.

En la actualización de plantaciones de PYMP, INFOR utiliza múltiples fuentes de datos e información, como son: bases de datos de plantaciones de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), imágenes satelitales, muestreo de verificación de terreno e información histórica.

En el caso particular de las plantaciones del año 2019 de PYMP, se realizaron muestreos regionales para comprobar el nivel de cumplimiento de las intenciones de plantación expresadas en información provista por CONAF (forestaciones y reforestaciones). Cabe destacar que la superficie plantada durante el 2019, proviene mayoritariamente de reforestaciones.

Las imágenes multispectrales que se utilizaron como base en el período para este propósito corresponden al sensor OLI del satélite Landsat 8, cuyas bandas espectrales fueron realizadas a una resolución espacial de 15 x 15 metros haciendo uso de su banda pancromática. Estas imágenes fueron procesadas para detectar los cambios temporales ocurridos en las plantaciones forestales de PYMP; así se analizan las ganancias, es decir desarrollo de cobertura forestal en sectores originalmente desprovistos de cobertura arbórea y las pérdidas, que corresponden a la pérdida de cobertura arbórea producida por cosechas, incendios u otros factores. De forma complementaria a las imágenes Landsat, se recurrió a material satelital de alta resolución para asistir en la comprobación de superficies cubiertas por plantaciones jóvenes; más difíciles de detectar con material de resolución media.

La información es estructurada en una base de datos común, tanto para empresas como para pequeños y medianos propietarios forestales, tal como se muestra en la figura 1 a continuación.

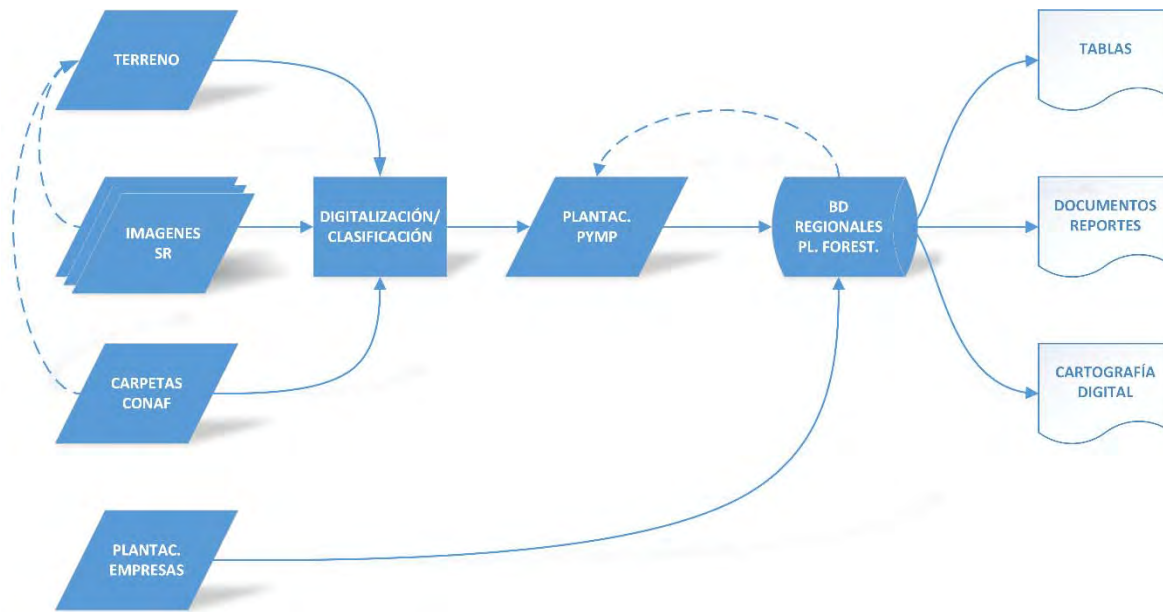


Figura 1. Esquema de trabajo. Actualización de plantaciones forestales

Finalmente, los resultados obtenidos se traducen en documentos, reportes y cartografía de plantaciones actualizada, con esta información publicada en la red institucional.

## Inventario Dasométrico-Ambiental de las Plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad Forestal (PYMP)

Además de la información de superficie de plantaciones, durante los años 2010 y 2011, se realizó un inventario a las plantaciones de *Pinus radiata* de PYMP, en la región del Bío Bío; y se repasaron algunos puntos de muestreo de las regiones del Bío Bío y Araucanía, correspondientes principalmente al género *Eucalyptus*; esto para conocer las existencias volumétricas de las principales especies plantadas en el país de parte de este segmento de propietarios (PYMP). Las plantaciones de pino fueron estratificadas por edad en clases cada cinco años, en tanto para *Eucalyptus* las clases utilizadas fueron cada tres años (Cuadros 1 y 2, respectivamente). En ambos casos, la primera clase de edad no fue considerada en el inventario.

Cuadro 1. Clases de edad para *Pinus radiata* PYMP

ESPECIE	CÓDIGO CLASE	CLASE EDAD
<i>Pinus radiata</i>	2	6-10
	3	11-15
	4	16-20
	5	>= 21

Cuadro 2. Clases de Edad para *Eucalyptus* PYMP

ESPECIE	CÓDIGO CLASE	CLASE EDAD
<i>Eucalyptus</i>	7	4-6
	8	7-9
	9	>= 10

Se levantaron datos de 70 unidades muestrales durante el año 2017, asociadas a la región del Maule y Bío Bío. Estas unidades muestrales se distribuyeron en forma proporcional al tamaño del estrato, y fueron seleccionadas al azar. Cada punto muestral corresponde según diseño a un conglomerado de tres parcelas de radio variable donde este arreglo de tres parcelas se considera una unidad de registro y no una unidad estadística. El método de radio variable se utiliza aquí, en combinación con el método punto planta, geoméricamente distribuidas en forma de V, con una distancia de 30 m entre centros de parcelas, tal como se aprecia en la figura 2.

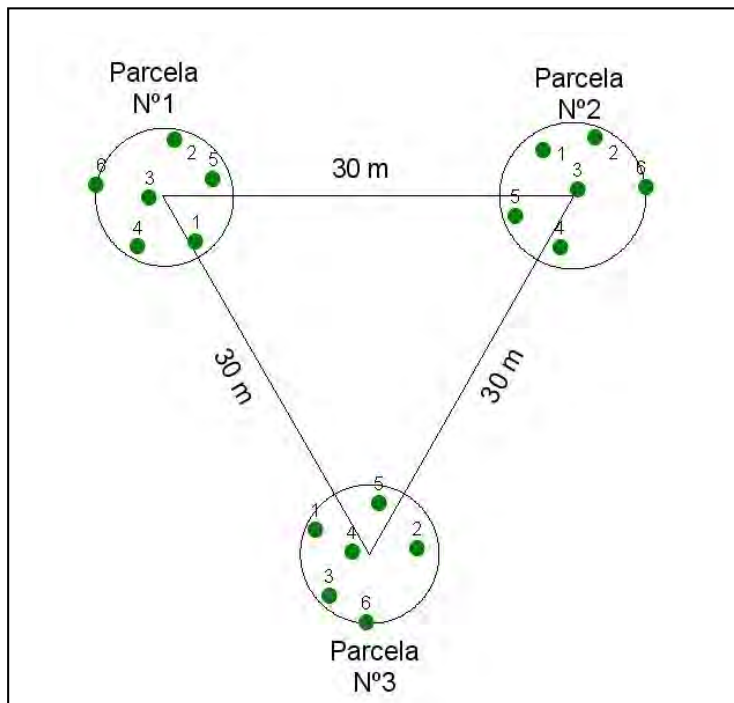


Figura 2. Forma del conglomerado (diámetro de círculos es solamente referencial)

Las parcelas son de radio variable (Bitterlich), donde la submuestra de altura se selecciona por el esquema muestral punto-planta de sexto orden, es decir, se midió la distancia al sexto árbol más cercano del centro de la parcela y posteriormente se midieron las variables DAP-Altura en los seis árboles más cercanos.

En la parcela N° 1 se establecieron 3 subparcelas de vegetación de 1 m<sup>2</sup>, 2 m<sup>2</sup> y 3 m<sup>2</sup>, su distribución se muestra en la siguiente figura 3.

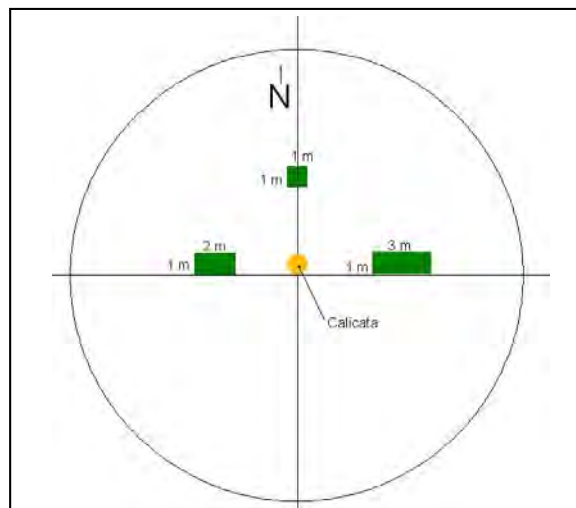


Figura 3. Subparcelas de vegetación

En la primera parcela del conglomerado, se realiza también una calicata de 50 cm. de profundidad, para la descripción del suelo, considerando aspectos de estructura, textura, color, pH, erosión, entre otras variables.

La planificación del inventario consideró un sorteo aleatorio restringido con al menos tres puntos de reemplazo, para cada unidad muestral seleccionada; los criterios utilizados para la ubicación de estos puntos de reemplazo fueron los siguientes: que correspondan a la misma especie, también que sea de igual clase de edad, y en lo posible esté ubicado a menos de 8 km. del punto originalmente seleccionado.

Dentro de los materiales relevantes utilizados en el inventario destaca el uso de capturadores de datos, hipsómetros Vertex (medición de alturas), GPS, huinchas diamétricas, dendrómetros digitales, calibrador de corteza, entre otros.

# RESULTADOS

## El Recurso Plantaciones Forestales en el País

Los cuadros detallados a continuación describen las existencias en superficie de la cobertura de las plantaciones forestales del país a diciembre del 2019. Las plantaciones forestales del país alcanzaron 2,321 millones de hectáreas, lo que implica un incremento en la superficie de plantaciones en pie de 17.371 ha, respecto del año anterior.

En cuanto a las tres especies más plantadas en Chile, *Pinus radiata* presenta un aumento de superficie de 13.811 ha, en comparación con el año 2018. *Eucalyptus globulus* disminuyó 2.788 ha; en cambio *Eucalyptus nitens* incrementó su superficie en 825 ha respecto del año anterior.

El detalle de estas plantaciones por región y las principales especies se desglosa en el cuadro 3 presentado a continuación.

Cuadro 3. Superficie (ha) de Plantaciones Forestales según Especie y Región. Diciembre 2019

Región	ESPECIE							TOTAL
	<i>Atriplex spp</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Otras	
Coquimbo	54.659	2.732	0	0	0	0	17.582	74.973
Valparaíso	0	36.142	0	0	6.156	0	1.198	43.496
Metropolitana	0	5.164	0	0	17	0	428	5.609
O'Higgins	0	45.320	20	0	60.049	0	1.696	107.086
Maule	0	53.137	2.764	0	356.544	55	3.630	416.130
Ñuble	0	67.229	16.639	0	187.632	38	6.116	277.654
Bío Bío	0	183.273	92.819	351	339.254	201	18.757	634.654
Araucanía	0	145.894	69.683	2.514	245.783	8.037	7.580	479.491
Los Ríos	0	20.104	60.269	3	90.215	3.639	8.180	182.410
Los Lagos	0	21.731	31.666	237	13.801	747	1.606	69.787
Aysén	0	0	7	18.677	0	3.482	7.800	29.967
<b>Total (ha)</b>	<b>54.659</b>	<b>580.726</b>	<b>273.867</b>	<b>21.783</b>	<b>1.299.451</b>	<b>16.198</b>	<b>74.572</b>	<b>2.321.257</b>

En el caso de las plantaciones de la especie *Pinus radiata*, y del género *Eucalyptus* (incluyendo todas las especies pertenecientes a este género), las superficies por tipo de propietario definidos en este estudio (Empresas en convenio y PYMP), y por regiones se describen en cuadro 4, presentado a continuación. En este se aprecia que las plantaciones de *Pinus radiata* están concentradas en las Empresas en convenio (71,2%). En tanto para el género *Eucalyptus* la situación es inversa, perteneciendo la mayoría a pequeños y medianos propietarios forestales (60,9%).

En este proceso de actualización, se identifican por primera vez las plantaciones del híbrido entre *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus globulus*, las que totalizan 29.982 hectáreas, distribuidas entre las regiones de Maule y Los Lagos y pertenecientes a Empresas en convenio.

Cuadro 4. Superficie (ha) de Plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus* por Región y Tipo de Propietario. Diciembre 2019

Región	<i>Pinus radiata</i>		<i>Eucalyptus</i>	
	E. convenio	PYMP	E. convenio	PYMP
Coquimbo	0,0	0,4	0,0	2.820,5
Valparaíso	0,0	6.156,1	0,0	36.592,0
Metropolitana	0,0	17,2	0,0	5.248,4
O'Higgins	4.886,4	55.162,4	32,7	45.323,4
Maule	219.015,4	137.528,7	11.342,6	44.919,6
Ñuble	141.334,1	46.298,0	29.388,7	59.748,2
Bío Bío	282.755,4	56.498,3	183.120,8	109.049,1
Araucanía	186.172,9	59.610,3	70.610,5	150.174,3
Los Ríos	82.769,9	7.445,5	39.900,6	46.344,2
Los Lagos	8.715,9	5.084,6	13.412,6	41.350,0
Aysén	0,0	0,0	2,9	5,0
<b>Total (ha)</b>	<b>925.650,0</b>	<b>373.801,5</b>	<b>347.811,5</b>	<b>541.574,7</b>

Respecto de las superficies plantadas en los últimos seis años por tipo de propietario y especie, que se encontraban en pie a diciembre de 2019, se aprecia un fuerte incremento de pino en los últimos tres años, en las empresas en convenio; lo mismo que para los PYMP. Para el caso de *Eucalyptus globulus* hay una sostenida baja de la superficie en pie por parte de las empresas en convenio, en tanto los PYMP presentan un leve incremento el año 2018; siendo la superficie plantada por PYMP más del doble que la plantada por Empresas en convenio. Por otro lado, la superficie plantada con *Eucalyptus nitens* para el caso de Empresas en convenio, presenta aumento importante en el último año, con más del doble de superficie que la plantada por PYMP en los últimos seis años; tal como se detalla en cuadro 5.

Cuadro 5. Superficie (ha) por Especie y Tipo de Propietario. Últimos seis Años

Año	<i>Pinus radiata</i>		<i>Eucalyptus globulus</i>		<i>Eucalyptus nitens</i>		Total
	E. conv.	PYMP	E. conv.	PYMP	E. conv.	PYMP	
2014	33.408,5	10.369,8	13.312,2	19.544,9	10.936,3	3.679,7	91.251,6
2015	35.233,5	10.183,0	11.436,3	24.474,2	10.666,0	5.343,2	97.336,2
2016	37.989,3	10.333,5	10.228,4	21.389,2	9.724,6	4.184,5	93.849,5
2017	47.717,6	13.615,3	9.286,9	22.400,0	9.663,5	5.537,7	108.221,0
2018	57.870,7	27.310,7	9.304,9	27.486,2	10.388,5	4.615,0	136.976,0
2019	54.189,2	12.397,5	6.264,5	21.146,5	16.527,6	2.371,7	112.897,1
<b>Total (ha)</b>	<b>266.408,9</b>	<b>84.210,0</b>	<b>59.833,3</b>	<b>136.440,9</b>	<b>67.906,5</b>	<b>25.731,8</b>	<b>640.531,3</b>

## El Recurso Plantaciones Forestales por Regiones

Tal como se explicó anteriormente, los cuadros presentados a continuación comprenden el resumen de resultados generado a partir de la actualización de superficies a diciembre de 2019, excepto para la región de Coquimbo.

### Región de Coquimbo

La región de Coquimbo contabiliza un total de 74.973 ha de plantaciones, con predominancia de los géneros *Atriplex* y *Acacia*.

Cuadro 6. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Coquimbo

Comuna	<i>Atriplex spp.</i>	<i>Acacia saligna</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
La Serena	7,0	379,3	431,6	704,4	1.522,3
La Higuera	38,9	337,1	19,5	13,1	408,5
Coquimbo	13.760,1	3.897,1	281,8	452,2	18.391,2
Andacollo	442,1	6,8	8,4	36,0	493,3
Vicuña	4,2	4,2	46,3	39,9	94,6
Paiguano	0,0	0,8	0,0	2,6	3,4
<b>Prov. Elqui</b>	<b>14.252,3</b>	<b>4.625,4</b>	<b>787,6</b>	<b>1.248,1</b>	<b>20.913,4</b>
Ovalle	13.324,4	4.665,1	850,1	551,8	19.391,4
Monte Patria	1.040,5	0,0	141,8	624,3	1.806,6
Punitaqui	924,0	430,0	110,3	154,3	1.618,6
Combarbalá	229,4	113,2	8,7	185,4	536,7
Río Hurtado	60,5	54,4	31,4	54,2	200,5
<b>Prov. Limarí</b>	<b>15.578,8</b>	<b>5.262,7</b>	<b>1.142,3</b>	<b>1.570,1</b>	<b>23.553,9</b>
Illapel	1.970,3	627,4	172,0	294,6	3.064,4
Salamanca	1,4	58,9	33,3	123,5	217,0
Los Vilos	9.155,9	615,0	498,1	135,1	10.404,1
Canela	13.700,5	2.271,7	98,5	749,7	16.820,5
<b>Prov. Choapa</b>	<b>24.828,1</b>	<b>3.573,0</b>	<b>801,9</b>	<b>1.303,0</b>	<b>30.506,0</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>54.659,1</b>	<b>13.461,1</b>	<b>2.731,9</b>	<b>4.121,2</b>	<b>74.973,3</b>

Las plantaciones de *Atriplex* corresponden al 73% de la superficie de plantaciones, en la región de Coquimbo. *Acacia saligna* (18%) y *Eucalyptus globulus* (3%) son las otras especies que destacan en esta región.



La distribución de años de plantación por especies se detalla en el cuadro 7 a continuación.

Cuadro 7. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Coquimbo

Año	<i>Atriplex spp.</i>	<i>Acacia saligna</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
S/I*	223,2	0,0	9,8	0,0	233,1
<1998	40.337,0	1.107,9	1.349,5	1.574,1	44.368,6
1998	2,8	26,8	94,3	30,6	154,5
1999	1.478,1	85,4	61,5	87,2	1.712,3
2000	2.795,0	79,9	46,2	84,3	3.005,3
2001	1.844,7	398,5	84,9	152,3	2.480,5
2002	2.221,0	2.146,6	86,0	196,5	4.650,2
2003	1.528,4	1.983,3	21,3	147,3	3.680,2
2004	1.229,5	2.343,5	54,5	620,8	4.248,3
2005	393,0	2.336,3	35,5	615,4	3.380,2
2006	529,0	2.097,1	64,3	110,1	2.800,5
2007	28,8	684,8	59,5	295,4	1.068,5
2008	529,3	150,9	62,3	137,9	880,4
2009	378,2	20,1	217,2	55,6	671,1
2010	937,6	0,0	160,6	0,0	1.098,2
2011	203,4	0,0	29,6	3,5	236,5
2012	0,0	0,0	75,7	0,0	75,7
2013	0,0	0,0	52,4	0,0	52,4
2014	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6
2015	0,0	0,0	58,8	10,1	68,9
2016	0,0	0,0	53,5	0,0	53,5
2017	0,0	0,0	50,0	0,0	50,0
2018	0,0	0,0	1,7	0,0	1,7
<b>Total (ha)</b>	<b>54.659,1</b>	<b>13.461,1</b>	<b>2.731,9</b>	<b>4.121,2</b>	<b>74.973,3</b>

(\*)S/I: Sin Información de año de plantación

El inventario de la región se muestra muy irregular, solo aparecen superficies de la especie *Eucalyptus globulus* con edades jóvenes, correspondientes a cosechas y retoñación de estas plantaciones.

## Región de Valparaíso

La región de Valparaíso contabiliza 43.496 hectáreas de plantaciones forestales a diciembre de 2019, 1.110 ha menos que el año anterior.

Cuadro 8. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Valparaíso

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
La Ligua	266,9	839,1	426,2	1.532,3
Cabildo	0,0	8,8	0,0	8,8
Zapallar	24,1	630,7	19,0	673,8
Papudo	84,4	177,2	617,4	879,0
<b>Prov. Petorca</b>	<b>375,5</b>	<b>1.655,7</b>	<b>1.062,6</b>	<b>3.093,8</b>
Valparaíso	1.760,4	4.747,6	43,5	6.551,6
Viña del Mar	115,5	87,9	0,0	203,4
Casablanca	2.153,9	7.189,3	0,0	9.343,1
Quintero	28,2	805,3	2,1	835,6
Puchuncaví	91,7	1.884,6	0,0	1.976,3
Concón	72,8	347,9	2,2	422,9
<b>Prov. Valparaíso</b>	<b>4.222,4</b>	<b>15.062,6</b>	<b>47,8</b>	<b>19.332,8</b>
Villa Alemana	0,0	33,3	0,0	33,3
Quilpué	15,7	1.078,6	0,0	1.094,3
Limache	0,0	1.348,2	0,0	1.348,2
Olmué	0,0	79,4	8,6	88,0
<b>Prov. Marga Marga</b>	<b>15,7</b>	<b>2.539,5</b>	<b>8,6</b>	<b>2.563,8</b>
San Antonio	248,0	3.508,5	0,0	3.756,5
Santo Domingo	466,8	4.695,4	22,9	5.185,1
Cartagena	43,0	3.075,7	0,0	3.118,7
El Tabo	129,5	3.276,9	0,0	3.406,4
El Quisco	334,8	855,4	0,0	1.190,2
Algarrobo	313,8	1.195,0	47,8	1.556,6
<b>Prov. San Antonio</b>	<b>1.536,0</b>	<b>16.606,8</b>	<b>70,7</b>	<b>18.213,5</b>
Quillota	2,8	59,4	0,0	62,2
Nogales	0,0	27,0	0,0	27,0
Hijuelas	3,7	58,0	0,0	61,7
La Calera	0,0	2,7	0,0	2,7
<b>Prov. Quillota</b>	<b>6,5</b>	<b>147,2</b>	<b>0,0</b>	<b>153,6</b>
Panquehue	0,0	37,3	0,0	37,3
Catemu	0,0	58,1	0,0	58,1
Llaillay	0,0	20,4	0,0	20,4
<b>Prov. San Felipe</b>	<b>0,0</b>	<b>115,9</b>	<b>0,0</b>	<b>115,9</b>
Calle Larga	0,0	14,5	0,0	14,5
San Esteban	0,0	0,0	8,3	8,3
<b>Prov. Los Andes</b>	<b>0,0</b>	<b>14,5</b>	<b>8,3</b>	<b>22,8</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>6.156,1</b>	<b>36.142,1</b>	<b>1.198,0</b>	<b>43.496,2</b>

En la región predominan las plantaciones con la especie *Eucalyptus globulus*, representan el 83% de la superficie regional en pie.

Cuadro 9. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Valparaíso

<b>Año</b>	<b><i>Pinus radiata</i></b>	<b><i>E. globulus</i></b>	<b>Otras</b>	<b>Total</b>
<1999	3.538,8	2.026,6	309,3	5.874,6
1999	139,6	392,4	323,4	855,3
2000	422,8	1.429,5	37,8	1.890,1
2001	290,9	1.157,8	9,7	1.458,5
2002	222,3	1.034,0	28,3	1.284,6
2003	198,7	1.230,9	77,8	1.507,5
2004	113,5	2.552,7	113,6	2.779,8
2005	138,6	2.042,0	135,4	2.316,0
2006	78,6	2.088,6	0,0	2.167,2
2007	268,3	1.735,1	0,0	2.003,4
2008	61,1	1.002,5	18,0	1.081,6
2009	100,1	1.735,0	0,0	1.835,1
2010	126,6	3.415,6	43,0	3.585,3
2011	85,9	2.945,1	63,3	3.094,3
2012	54,9	2.924,6	25,1	3.004,7
2013	97,2	1.121,3	0,0	1.218,5
2014	11,5	1.513,4	0,0	1.524,9
2015	111,0	1.295,8	0,0	1.406,8
2016	70,5	1.599,2	0,0	1.669,7
2017	22,4	1.256,2	13,2	1.291,8
2018	2,8	658,9	0,0	661,7
2019	0,0	985,1	0,0	985,1
<b>Total (ha)</b>	<b>6.156,1</b>	<b>36.142,1</b>	<b>1.198,0</b>	<b>43.496,2</b>

La superficie de edades jóvenes corresponde principalmente a reforestaciones con la especie *Eucalyptus globulus* (monte bajo).

Se detectaron 504 ha que corresponden a cambio de uso del suelo, de plantaciones forestales PYMP a uso urbano (parcelas) y agrícola principalmente.

## Región Metropolitana

Esta región acumula 5.609 hectáreas de plantaciones forestales, 377 ha menos que el año anterior. La provincia de Melipilla concentra el 76% de la superficie de la región.

Cuadro 10. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región Metropolitana

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
Recoleta	0,0	287,3	0,0	287,3
Pudahuel	0,0	29,9	109,0	138,9
<b>Prov. Santiago</b>	<b>0,0</b>	<b>317,2</b>	<b>109,0</b>	<b>426,2</b>
Colina	0,0	152,1	0,0	152,1
Lampa	0,0	9,3	0,0	9,3
Tiltil	0,0	418,1	115,5	533,6
<b>Prov. Chacabuco</b>	<b>0,0</b>	<b>579,6</b>	<b>115,5</b>	<b>695,0</b>
Puente Alto	0,0	4,4	0,0	4,4
San José de Maipo	12,6	17,6	0,0	30,3
Pirque	0,0	57,9	0,0	57,9
<b>Prov. Cordillera</b>	<b>12,6</b>	<b>79,9</b>	<b>0,0</b>	<b>92,5</b>
Buín	0,0	7,2	0,0	7,2
Paine	0,0	49,0	5,5	54,5
<b>Prov. Maipo</b>	<b>0,0</b>	<b>56,2</b>	<b>5,5</b>	<b>61,7</b>
Melipilla	0,6	342,3	15,2	358,1
María Pinto	0,0	16,9	0,0	16,9
Curacaví	0,0	113,5	0,0	113,5
Alhué	0,0	23,3	109,5	132,7
San Pedro	4,0	3.471,8	68,2	3.544,0
<b>Prov. Melipilla</b>	<b>4,6</b>	<b>3.967,7</b>	<b>192,9</b>	<b>4.165,2</b>
Talagante	0,0	54,0	0,0	54,0
Isla de Maipo	0,0	82,8	4,9	87,8
El Monte	0,0	26,4	0,0	26,4
<b>Prov. Talagante</b>	<b>0,0</b>	<b>163,2</b>	<b>4,9</b>	<b>168,1</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>17,2</b>	<b>5.163,8</b>	<b>427,8</b>	<b>5.608,8</b>

*Eucalyptus globulus*, es la principal especie plantada en la región Metropolitana (92%).

Cuadro 11. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región Metropolitana

<b>Año</b>	<b><i>Pinus radiata</i></b>	<b><i>E. globulus</i></b>	<b>Otras</b>	<b>Total</b>
<1999	16,6	424,1	14,0	454,7
1999	0,0	10,0	0,0	10,0
2000	0,0	69,4	0,0	69,4
2001	0,0	77,4	0,0	77,4
2002	0,0	82,4	25,9	108,4
2003	0,0	84,9	0,0	84,9
2004	0,0	104,1	14,1	118,2
2005	0,0	109,9	23,4	133,3
2006	0,0	124,1	0,0	124,1
2007	0,0	214,9	101,1	316,0
2008	0,6	634,2	149,2	784,0
2009	0,0	222,9	55,5	278,5
2010	0,0	242,6	39,6	282,2
2011	0,0	396,4	0,0	396,4
2012	0,0	343,4	0,0	343,4
2013	0,0	314,8	0,0	314,8
2014	0,0	233,9	0,0	233,9
2015	0,0	469,2	0,0	469,2
2016	0,0	447,0	0,0	447,0
2017	0,0	233,7	0,0	233,7
2018	0,0	98,7	0,0	98,7
2019	0,0	225,5	4,9	230,5
<b>Total (ha)</b>	<b>17,2</b>	<b>5.163,8</b>	<b>427,8</b>	<b>5.608,8</b>

En la región Metropolitana, se registraron 251 hectáreas de PYMP, que cambiaron a otros usos del suelo.

## Región de O'Higgins

La región de O'Higgins presentó un total regional de 107.086 hectáreas de plantaciones forestales; 8.255 menos que el año anterior.

Cuadro 12. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de O'Higgins

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Machalí	0,0	61,4	0,0	0,0	61,4
Graneros	29,3	44,6	0,0	0,0	73,8
Mostazal	0,0	255,4	0,0	3,9	259,4
Doñihue	0,0	29,3	0,0	36,4	65,6
Coltauco	0,0	53,1	0,0	696,0	749,2
Codegua	3,7	133,8	0,0	0,0	137,5
Peumo	0,0	23,4	0,0	3,4	26,8
Las Cabras	74,5	305,3	0,0	17,7	397,5
San Vicente	0,0	54,0	0,0	11,1	65,1
Pichidegua	0,0	29,1	0,0	0,0	29,1
Rengo	0,0	207,1	0,0	5,7	212,8
Requinoa	0,0	354,3	0,0	35,9	390,3
Olivar	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5
Malloa	0,0	34,1	0,0	30,4	64,5
Coinco	0,0	20,8	0,0	535,5	556,3
Quinta Tilcoco	0,0	12,5	0,0	16,4	28,8
<b>Prov. Cachapoal</b>	<b>107,5</b>	<b>1.618,2</b>	<b>0,0</b>	<b>1.393,0</b>	<b>3.118,8</b>
San Fernando	1.338,9	191,0	13,7	1,5	1.545,1
Chimbarongo	0,0	161,7	0,0	0,0	161,7
Nancagua	1,3	18,4	0,0	0,0	19,7
Placilla	2,5	41,2	0,0	0,0	43,7
Santa Cruz	1.122,3	445,1	0,0	0,0	1.567,4
Lolol	4.604,0	3.443,1	0,0	26,4	8.073,5
Palmilla	0,0	57,8	0,0	0,0	57,8
Peralillo	310,1	565,0	0,0	0,0	875,0
Chépica	3.220,9	283,5	0,0	36,9	3.541,3
Pumanque	2.575,3	3.829,8	0,0	1,0	6.406,1
<b>Prov. Colchagua</b>	<b>13.175,2</b>	<b>9.036,6</b>	<b>13,7</b>	<b>65,8</b>	<b>22.291,3</b>
Pichilemu	21.029,0	11.414,6	6,7	141,6	32.592,0
Navidad	746,0	3.144,3	0,0	0,0	3.890,3
Litueche	5.026,3	5.513,2	0,0	56,3	10.595,8
La Estrella	1.038,0	1.144,3	0,0	9,0	2.191,3
Marchigüe	7.066,0	5.434,2	0,0	0,0	12.500,2
Paredones	11.860,7	8.015,0	0,0	30,2	19.905,9
<b>Prov. Cardenal Caro</b>	<b>46.766,1</b>	<b>34.665,6</b>	<b>6,7</b>	<b>237,2</b>	<b>81.675,5</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>60.048,8</b>	<b>45.320,4</b>	<b>20,4</b>	<b>1.696,0</b>	<b>107.085,7</b>

El cuadro a continuación describe el inventario de plantaciones por año de plantación y especie.

Cuadro 13. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de O'Higgins

<b>Año</b>	<b><i>Pinus radiata</i></b>	<b>E. globulus</b>	<b>E. nitens</b>	<b>Otras</b>	<b>Total</b>
<1999	9.827,7	1.494,1	0,0	232,1	11.553,9
1999	1.544,7	49,0	13,7	2,5	1.610,0
2000	4.210,4	2.060,9	0,0	64,5	6.335,9
2001	2.123,9	542,9	0,0	19,5	2.686,4
2002	1.934,2	902,4	0,0	48,7	2.885,3
2003	2.184,1	1.413,8	0,0	0,0	3.597,9
2004	2.003,6	1.556,7	0,0	53,5	3.613,8
2005	2.135,9	2.132,4	0,0	61,7	4.329,9
2006	1.039,4	1.360,8	0,0	46,3	2.446,6
2007	1.581,5	2.446,7	0,0	89,9	4.118,2
2008	1.803,2	3.646,4	0,0	269,3	5.718,8
2009	2.223,4	4.211,5	0,0	216,2	6.651,1
2010	4.251,5	2.985,6	0,0	311,4	7.548,6
2011	1.590,8	2.294,8	0,0	72,0	3.957,6
2012	2.440,3	3.876,5	6,7	38,4	6.362,0
2013	2.225,9	2.067,5	0,0	42,2	4.335,6
2014	2.018,4	1.870,9	0,0	27,3	3.916,5
2015	893,8	1.312,8	0,0	5,1	2.211,7
2016	955,4	1.188,3	0,0	0,0	2.143,7
2017	3.080,5	2.414,7	0,0	0,8	5.496,1
2018	5.536,6	4.323,8	0,0	94,7	9.955,1
2019	4.443,5	1.167,8	0,0		5.611,3
<b>Total (ha)</b>	<b>60.048,8</b>	<b>45.320,4</b>	<b>20,4</b>	<b>1.696,0</b>	<b>107.085,7</b>

Se detectaron 876 hectáreas que cambiaron del uso plantaciones forestales, principalmente al uso agrícola, pertenecientes a Pequeños y Medianos Propietarios.

## Región del Maule

La región del Maule presentó 416.130 hectáreas de plantaciones a diciembre del 2019, 31.440 hectáreas más que el período anterior. Se destaca el aumento de plantaciones de *Pinus radiata*, principalmente en la provincia de Talca; que a nivel nacional presenta la mayor superficie con esta especie.

Cuadro 14. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región del Maule

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Curicó	1.630,9	282,1	0,0	0,0	1.913,0
Teno	108,3	85,4	0,0	0,0	193,7
Romeral	1.980,1	151,6	19,3	0,0	2.151,0
Rauco	320,5	39,9	0,0	0,0	360,4
Licantén	8.922,2	1.225,2	0,0	0,0	10.147,4
Vichuquén	12.286,9	4.402,0	0,0	76,6	16.765,6
Hualañé	13.150,1	1.078,7	0,0	7,9	14.236,6
Molina	4.706,2	555,4	256,8	0,0	5.518,5
Sag. Familia	5.091,7	107,6	0,0	0,0	5.199,2
<b>Prov. Curicó</b>	<b>48.197,0</b>	<b>7.927,9</b>	<b>276,1</b>	<b>84,5</b>	<b>56.485,6</b>
Talca	80,4	89,4	0,0	16,2	185,9
San Clemente	12.810,4	1.117,1	1.122,8	29,4	15.079,7
Pelarco	2.900,6	745,1	216,5	1,8	3.864,0
Río Claro	3.382,4	652,0	164,1	10,6	4.209,1
Pencahue	23.586,8	1.083,3	5,6	12,7	24.688,3
Maule	781,6	87,1	0,0	0,0	868,7
Curepto	36.073,9	1.834,6	49,1	28,5	37.986,1
Constitución	50.441,7	7.065,1	0,0	426,6	57.933,3
Empedrado	23.976,3	645,2	0,0	452,0	25.073,5
San Rafael	367,1	277,2	230,9	1,0	876,2
<b>Prov. Talca</b>	<b>154.401,0</b>	<b>13.596,1</b>	<b>1.789,1</b>	<b>978,6</b>	<b>170.764,8</b>
Linares	7.908,0	1.023,6	0,0	6,19679	8.937,8
Yerbas Buenas	139,0	324,8	217,5	0,69	682,0
Colbún	3.538,5	1.026,8	129,1	306,478	5.000,9
Longaví	13.869,4	605,9	181,3	24,922487	14.681,6
Parral	20.420,1	1.063,9	99,7	127,816	21.711,6
Retiro	3.211,5	3.164,2	32,8	1810,38425	8.218,9
Villa Alegre	6,9	155,6	0,0	1,38244	163,8
San Javier	25.655,8	1.800,0	0,0	123,088	27.578,9
<b>Prov. Linares</b>	<b>74.749,3</b>	<b>9.164,7</b>	<b>660,5</b>	<b>2.401,0</b>	<b>86.975,5</b>
Cauquenes	50.455,6	15.279,6	36,8	105,718299	65.877,7
Pelluhue	10.074,8	3.838,5	0,0	92,9965351	14.006,4
Chanco	18.666,3	3.330,3	1,2	22,269211	22.020,1
<b>Prov. Cauquenes</b>	<b>79.196,7</b>	<b>22.448,5</b>	<b>38,1</b>	<b>221,0</b>	<b>101.904,2</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>356.544,1</b>	<b>53.137,2</b>	<b>2.763,8</b>	<b>3.685,0</b>	<b>416.130,1</b>



Cuadro 15. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región del Maule

<b>Año</b>	<b><i>Pinus radiata</i></b>	<b><i>E. globulus</i></b>	<b><i>E. nitens</i></b>	<b>Otras</b>	<b>Total</b>
<1999	46.526,2	1.231,0	160,5	775,4	48.693,1
1999	10.303,1	46,3	0,0	70,4	10.419,9
2000	9.413,5	404,1	0,0	68,5	9.886,1
2001	9.618,3	604,4	0,0	147,7	10.370,4
2002	10.523,6	704,9	22,0	43,9	11.294,4
2003	10.193,9	1.524,5	0,0	65,9	11.784,3
2004	14.149,8	1.728,4	63,0	176,7	16.117,8
2005	14.697,7	3.747,1	2,0	99,7	18.546,6
2006	15.152,6	2.858,5	101,1	345,6	18.457,8
2007	14.587,0	4.484,6	196,6	24,8	19.293,1
2008	12.760,9	2.600,2	32,8	76,7	15.470,6
2009	13.089,4	3.350,2	35,8	13,2	16.488,7
2010	11.492,6	2.283,9	238,9	103,0	14.118,4
2011	10.309,2	2.521,6	364,5	126,8	13.322,0
2012	11.188,8	4.064,5	345,9	37,9	15.637,1
2013	10.603,8	1.868,6	271,1	66,6	12.810,1
2014	12.640,3	3.240,9	597,7	294,2	16.773,0
2015	11.762,1	2.117,6	0,0	170,4	14.050,1
2016	13.858,2	1.977,9	0,0	347,6	16.183,7
2017	25.955,8	4.428,6	114,3	321,4	30.820,2
2018	39.943,5	4.047,3	0,0	237,9	44.228,8
2019	27.773,8	3.302,1	217,5	70,6	31.364,0
<b>Total (ha)</b>	<b>356.544,1</b>	<b>53.137,2</b>	<b>2.763,8</b>	<b>3.685,0</b>	<b>416.130,1</b>

Las plantaciones de *Pinus radiata* se incrementaron en 28.687 hectáreas respecto del año 2018; impulsado por las reforestaciones de sectores quemados en 2017.

Por otra parte, se registraron 2.581 hectáreas de PYMP, que cambiaron a otros usos del suelo (agrícola y urbano) en esta región.

## Región de Ñuble

La región de Ñuble totalizó 277.654 ha de plantaciones forestales, 5.963 más que al año anterior.

Cuadro 16. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Ñuble

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Chillán	4.300,5	2.132,2	6,8	216,9	6.656,4
Pinto	2.592,6	757,4	932,0	108,4	4.390,4
Bulnes	1.812,6	2.987,6	161,3	16,2	4.977,8
San Ignacio	2.653,8	784,1	250,7	57,8	3.746,5
Quillón	4.292,2	4.998,3	0,4	45,2	9.336,2
Yungay	22.436,8	172,9	3.620,0	612,2	26.841,8
Pemuco	23.404,4	955,9	932,3	672,4	25.965,0
El Carmen	6.058,6	557,2	1.632,9	75,2	8.323,8
Chillán Viejo	4.088,7	3.950,3	6,3	14,3	8.059,6
<b>Prov. Diguillín</b>	<b>71.640,3</b>	<b>17.295,8</b>	<b>7.542,7</b>	<b>1.818,6</b>	<b>98.297,5</b>
Quirihue	17.113,0	7.131,9	75,4	150,5	24.470,8
Ninhue	10.935,4	5.342,3	0,0	2,2	16.280,0
Portezuelo	7.260,3	2.301,6	3,0	59,4	9.624,3
Cobquecura	16.667,0	9.351,5	295,3	771,9	27.085,6
Trehuaco	6.575,6	3.573,0	68,9	297,7	10.515,2
Ranquil	5.645,6	2.717,9	52,5	62,1	8.478,0
Coelemu	8.270,9	5.061,0	343,1	1.068,0	14.743,1
<b>Prov. Itata</b>	<b>72.467,9</b>	<b>35.479,1</b>	<b>838,1</b>	<b>2.411,9</b>	<b>111.197,0</b>
Coihueco	23.537,9	1.604,7	5.150,7	1.003,3	31.296,6
San Carlos	5.820,9	3.633,6	274,4	49,4	9.778,2
Ñiquén	3.853,4	1.895,4	570,8	361,9	6.681,6
San Fabián	3.221,6	260,1	2.120,6	502,5	6.104,7
San Nicolás	7.090,2	7.060,1	141,9	6,1	14.298,2
<b>Prov. Punilla</b>	<b>43.523,9</b>	<b>14.453,9</b>	<b>8.258,4</b>	<b>1.923,1</b>	<b>68.159,3</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>187.632,1</b>	<b>67.228,8</b>	<b>16.639,2</b>	<b>6.153,7</b>	<b>277.653,8</b>

Las provincias del Itata y Diguillín concentran mayor superficie de *Pinus radiata*. Mientras que *Eucalyptus globulus* tiene el 52% de su superficie regional en la provincia de Itata. En las provincias de Punilla y Diguillín, se concentran las plantaciones con *Eucalyptus nitens*.

El cuadro a continuación describe la distribución de superficies por año de plantación.

Cuadro 17. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Ñuble

<b>Año</b>	<b><i>Pinus radiata</i></b>	<b><i>E. globulus</i></b>	<b><i>E. nitens</i></b>	<b>Otras</b>	<b>Total</b>
<1999	22.317,0	1.107,4	46,4	321,5	23.792,2
1999	4.201,3	229,9	18,2	30,6	4.480,1
2000	6.716,4	344,2	26,9	31,9	7.119,4
2001	4.695,8	1.195,6	116,5	10,3	6.018,1
2002	6.983,2	854,4	36,8	46,8	7.921,2
2003	7.060,0	1.595,0	91,3	38,2	8.784,5
2004	7.104,5	3.537,8	248,7	25,1	10.916,1
2005	7.565,8	5.336,7	220,9	5,1	13.128,5
2006	8.678,9	5.230,1	675,6	34,8	14.619,4
2007	8.455,9	5.037,4	447,5	2,9	13.943,8
2008	9.615,9	1.672,5	854,4	12,2	12.155,0
2009	8.986,9	4.118,3	840,8	27,4	13.973,4
2010	9.490,6	2.822,1	1.213,0	178,9	13.704,6
2011	6.137,0	3.543,2	1.538,5	33,9	11.252,6
2012	10.094,7	3.953,8	1.934,6	27,9	16.011,0
2013	9.135,4	4.750,7	1.835,6	149,4	15.871,1
2014	6.171,5	2.905,1	1.477,4	55,3	10.609,2
2015	7.600,3	4.985,1	1.190,0	570,2	14.345,6
2016	6.366,6	4.956,3	595,1	1.015,5	12.933,5
2017	7.133,2	2.379,3	500,1	1.205,3	11.217,9
2018	11.379,7	3.026,8	705,0	1.713,5	16.824,9
2019	11.741,4	3.647,2	2.026,0	616,9	18.031,5
<b>Total (ha)</b>	<b>187.632,1</b>	<b>67.228,8</b>	<b>16.639,2</b>	<b>6.153,7</b>	<b>277.653,8</b>

Respecto del año anterior, la superficie en pie de *Pinus radiata* se incrementó en 6.271 ha; mientras que la de *Eucalyptus globulus* disminuyó en 1.943 ha, y la de *Eucalyptus nitens* aumentó en 1.230 ha.

En cuanto a cambio de uso del suelo, 1.084 ha dejaron de tener plantaciones forestales PYMP, para cambiar mayoritariamente a usos agrícolas y urbano (parcelaciones).

## Región del Bío Bío

La región del Bío Bío concentra mayor superficie de plantaciones a nivel nacional, con 634.654 hectáreas; esto implica un incremento en 4.085 ha respecto del año anterior.

Cuadro 18. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región del Bío Bío

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Concepción	2.992,3	3.610,9	30,6	372,7	7.006,6
Penco	1.530,5	2.868,1	45,2	285,5	4.729,3
Hualqui	11.672,6	7.047,9	776,9	391,8	19.889,1
Florida	9.020,8	8.767,6	175,9	1.166,6	19.130,9
Tomé	7.750,7	12.969,8	242,7	1.646,4	22.609,5
Talcahuano	239,4	1.059,1	0,0	0,0	1.298,4
Coronel	5.027,6	4.664,5	302,7	371,8	10.366,5
Lota	2.281,3	4.132,7	796,7	143,4	7.354,2
Santa Juana	14.676,3	10.223,8	3.948,8	352,2	29.201,1
Chiguayante	235,4	859,4	19,0	2,5	1.116,3
San Pedro de la Paz	2.462,0	1.114,7	88,0	55,0	3.719,7
Hualpén	76,4	365,5	0,0	0,0	441,9
<b>Prov. Concepción</b>	<b>57.965,3</b>	<b>57.684,0</b>	<b>6.426,5</b>	<b>4.787,9</b>	<b>126.863,6</b>
Arauco	12.494,5	21.488,9	2.501,2	715,3	37.199,9
Curanilahue	31.264,9	14.198,1	12.577,4	2.321,3	60.361,6
Lebu	8.204,3	15.109,9	2.440,2	303,6	26.058,0
Los Alamos	12.303,1	8.123,2	179,2	737,5	21.343,0
Cañete	16.694,7	9.495,1	2.321,8	120,7	28.632,3
Contulmo	10.616,2	13.178,0	386,1	48,0	24.228,3
Tirúa	10.234,8	6.867,7	222,6	8,0	17.333,1
<b>Prov. Arauco</b>	<b>101.812,6</b>	<b>88.461,0</b>	<b>20.628,4</b>	<b>4.254,3</b>	<b>215.156,3</b>
Los Ángeles	30.282,5	2.585,5	1.840,7	472,8	35.181,6
Santa Bárbara	13.214,9	761,0	13.914,3	439,0	28.329,1
Laja	10.143,1	2.904,4	523,2	578,8	14.149,4
Quilleco	31.426,3	993,9	7.812,5	268,8	40.501,6
Nacimiento	10.955,4	12.477,6	8.501,5	2.360,1	34.294,6
Negrete	374,7	1.207,7	527,2	160,2	2.269,8
Mulchén	27.180,2	10.612,7	18.882,4	4.603,5	61.278,8
Quilaco	9.200,5	623,1	4.717,3	537,9	15.078,8
Yumbel	16.407,9	3.262,0	171,4	145,6	19.986,8
Cabrero	16.843,2	1.030,7	444,5	148,5	18.466,8
San Rosendo	3.265,8	401,9	30,6	16,9	3.715,2
Tucapel	8.967,9	170,5	7.856,8	321,4	17.316,6
Antuco	800,6	92,1	490,9	196,6	1.580,2
Alto Bío Bío	412,8	5,0	50,7	16,2	484,7
<b>Prov. Biobío</b>	<b>179.475,8</b>	<b>37.128,0</b>	<b>65.764,1</b>	<b>10.266,3</b>	<b>292.634,1</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>339.253,7</b>	<b>183.273,0</b>	<b>92.818,9</b>	<b>19.308,5</b>	<b>634.654,0</b>

La provincia del Bío Bío destaca como la de mayor superficie plantada en la región (46%), y también donde se concentran plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus nitens*. Las plantaciones de *Eucalyptus globulus*, se concentran en la provincia de Arauco.

El cuadro a continuación describe la distribución de superficies por año de plantación.

Cuadro 19. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región del Bío Bío

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1999	52.693,2	8.634,2	3.240,9	2.515,2	67.083,5
1999	14.355,9	2.417,8	236,6	55,2	17.065,5
2000	14.122,6	3.739,4	673,0	107,9	18.642,9
2001	10.361,6	4.538,0	289,5	2,7	15.191,8
2002	11.301,1	4.714,0	351,7	33,0	16.399,7
2003	16.541,5	5.044,5	701,3	81,0	22.368,4
2004	16.917,8	4.546,0	611,2	98,3	22.173,3
2005	17.204,7	5.913,3	1.028,5	160,1	24.306,6
2006	16.667,9	6.465,0	2.149,2	99,5	25.381,6
2007	17.474,2	8.419,2	3.541,4	113,2	29.547,9
2008	16.380,4	6.453,9	9.258,5	146,3	32.239,1
2009	14.271,3	7.091,9	8.716,3	196,6	30.276,1
2010	12.719,4	7.310,8	6.671,5	105,1	26.806,7
2011	11.762,7	9.296,0	7.960,3	199,4	29.218,3
2012	9.456,5	11.783,8	7.464,8	273,8	28.978,8
2013	10.085,7	12.087,7	6.928,8	154,1	29.256,3
2014	10.135,0	14.668,1	5.218,9	212,0	30.234,0
2015	11.335,4	12.492,1	5.440,1	576,0	29.843,6
2016	13.807,0	10.724,9	5.253,0	1.076,7	30.861,6
2017	11.531,5	11.866,6	6.204,5	3.519,9	33.122,4
2018	17.082,5	14.194,1	4.209,0	5.693,6	41.179,2
2019	13.045,8	10.871,6	6.670,1	3.889,1	34.476,6
<b>Total (ha)</b>	<b>339.253,7</b>	<b>183.273,0</b>	<b>92.818,9</b>	<b>19.308,5</b>	<b>634.654,0</b>

La superficie plantada en 2019 de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, es inferior al año anterior; en cambio, *Eucalyptus nitens* aumentó en 2.461 ha.

Se detectaron 1.133 ha, pertenecientes a Pequeños y Medianos Propietarios, que cambiaron a otros usos del suelo, en la región del Bío Bío.

## Región de La Araucanía

Esta región contabiliza 479.491 hectáreas de plantaciones forestales al año 2019, 8.661 ha menos que el año anterior.

Cuadro 20. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de La Araucanía

Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Angol	16.875,7	18.505,8	7.438,0	1.293,0	44.112,5
Purén	3.544,0	7.943,2	79,8	14,3	11.581,3
Los Sauces	12.570,3	23.956,8	1.126,8	306,8	37.960,7
Renaico	989,9	4.163,3	2.529,6	531,1	8.214,0
Collipulli	25.007,1	5.396,8	14.614,6	1.935,1	46.953,6
Ercilla	4.976,9	3.407,8	4.789,6	22,3	13.196,6
Traiguén	8.840,7	12.216,9	1.095,7	797,3	22.950,5
Lumaco	30.505,7	14.573,6	151,7	117,1	45.348,1
Victoria	10.938,1	272,4	7.757,5	40,5	19.008,5
Curacautín	1.282,3	143,9	6.390,3	306,5	8.123,1
Lonquimay	2,8	15,8	0,0	2.418,4	2.437,0
<b>Prov. Malleco</b>	<b>115.533,7</b>	<b>90.596,3</b>	<b>45.973,6</b>	<b>7.782,3</b>	<b>259.886,0</b>
Temuco	5.412,2	2.191,3	375,7	149,1	8.128,3
Vilcún	5.751,7	547,5	3.045,7	1.050,6	10.395,5
Freire	1.715,2	686,3	660,4	354,8	3.416,7
Cunco	10.978,3	730,4	4.732,1	313,3	16.754,2
Lautaro	7.696,5	2.826,3	4.571,8	244,2	15.338,8
Perquenco	791,0	839,3	277,2	0,0	1.907,5
Galvarino	8.009,6	9.512,8	501,5	9,7	18.033,5
Nueva Imperial	6.080,3	7.078,6	410,6	32,0	13.601,5
Carahue	28.870,6	5.524,6	1.123,2	628,1	36.146,5
Saavedra	559,0	1.171,4	0,0	0,9	1.731,2
Pitrufquén	1.136,0	2.730,7	209,7	26,5	4.102,8
Gorbea	12.401,7	5.564,7	524,6	123,7	18.614,7
Toltén	15.372,6	4.344,5	1.608,5	599,8	21.925,4
Loncoche	11.928,8	3.623,9	3.646,7	1.154,6	20.354,1
Villarrica	1.150,8	332,4	661,3	5.232,0	7.376,5
Pucón	137,6	31,3	423,5	310,5	902,9
Melipeuco	2.751,6	0,0	127,6	53,8	2.933,0
Curarrehue	23,0	0,0	35,7	0,0	58,7
Teodoro Schmidt	2.924,7	866,3	399,2	14,8	4.205,0
Padre Las Casas	1.681,6	599,4	137,4	1,8	2.420,2
Chol Chol	4.876,5	6.096,4	236,7	48,0	11.257,6
<b>Prov. Cautín</b>	<b>130.249,5</b>	<b>55.297,8</b>	<b>23.709,0</b>	<b>10.348,3</b>	<b>219.604,6</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>245.783,2</b>	<b>145.894,1</b>	<b>69.682,6</b>	<b>18.130,6</b>	<b>479.490,5</b>

La disminución de superficie respecto del año anterior estuvo marcada principalmente por plantaciones de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata* en la provincia de Malleco.

A continuación, se describe la distribución de superficies por año de plantación. Detalles se muestran en el cuadro 21.

Cuadro 21. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de La Araucanía

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1999	50.025,8	4.359,8	3.853,6	4.948,0	63.187,1
1999	7.260,4	740,6	672,3	679,9	9.353,2
2000	8.281,0	3.572,3	656,1	1.138,1	13.647,5
2001	6.946,4	2.227,9	740,4	13,6	9.928,4
2002	7.375,5	2.401,8	458,8	106,6	10.342,8
2003	7.096,8	4.073,5	1.375,4	360,7	12.906,4
2004	9.519,3	4.754,3	703,5	191,1	15.168,2
2005	11.718,6	11.601,2	1.432,9	749,1	25.501,9
2006	11.762,1	9.810,1	1.066,5	794,0	23.432,8
2007	10.731,7	5.708,2	1.626,1	681,1	18.747,1
2008	10.564,7	7.508,9	2.729,5	449,2	21.252,4
2009	8.389,7	7.836,1	6.001,1	450,0	22.676,9
2010	9.944,6	9.164,7	5.826,2	421,8	25.357,3
2011	8.709,7	7.910,7	4.871,9	247,1	21.739,4
2012	9.335,0	9.636,1	3.837,1	526,6	23.334,7
2013	8.915,3	6.891,2	4.631,3	285,1	20.722,8
2014	8.684,0	7.254,4	4.793,8	275,3	21.007,6
2015	11.315,2	10.000,9	4.622,3	391,3	26.329,6
2016	10.361,3	8.668,8	4.245,0	1.198,5	24.473,5
2017	10.406,8	6.764,8	3.521,0	1.677,6	22.370,2
2018	9.760,4	8.772,4	6.103,3	1.393,9	26.030,0
2019	8.678,7	6.235,3	5.914,7	1.152,0	21.980,7
<b>Total (ha)</b>	<b>245.783,2</b>	<b>145.894,1</b>	<b>69.682,6</b>	<b>18.130,6</b>	<b>479.490,5</b>

*Pinus radiata* representa el 51% del total de plantaciones forestales, en la región, seguido de *Eucalyptus globulus* (30%) y *Eucalyptus nitens* (14%).

Se registraron 1.625 ha, pertenecientes a PYMP, que cambiaron a otros usos del suelo en la región de la Araucanía.

## Región de Los Ríos

Esta región cuenta con 182.410 hectáreas de plantaciones forestales, 1.164 menos que el año anterior.

Cuadro 22. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Los Ríos

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Valdivia	13.120,9	2.482,9	5.322,3	1.397,5	22.323,6
Mariquina	19.324,9	3.555,2	8.024,5	3.142,3	34.047,0
Lanco	5.997,5	1.588,6	2.599,1	1.329,7	11.514,9
Los Lagos	12.135,2	2.056,4	9.098,5	1.105,4	24.395,6
Corral	3.693,3	2.565,2	5.341,9	350,2	11.950,7
Máfil	9.739,1	942,9	3.343,7	297,9	14.323,5
Panguipulli	1.142,9	389,6	3.154,1	1.858,7	6.545,4
Paillaco	6.924,5	1.325,8	6.989,5	479,2	15.719,1
<b>Prov. Valdivia</b>	<b>72.078,3</b>	<b>14.906,7</b>	<b>43.873,6</b>	<b>9.961,1</b>	<b>140.819,7</b>
Futrono	362,7	195,8	1.573,9	297,8	2.430,2
La Unión	17.597,1	4.847,0	11.185,2	1.504,5	35.133,9
Río Bueno	38,5	129,5	2.897,5	40,2	3.105,6
Lago Ranco	138,8	24,5	738,6	19,0	920,9
<b>Prov. Ranco</b>	<b>18.137,1</b>	<b>5.196,8</b>	<b>16.395,1</b>	<b>1.861,4</b>	<b>41.590,5</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>90.215,4</b>	<b>20.103,5</b>	<b>60.268,7</b>	<b>11.822,5</b>	<b>182.410,2</b>

Las plantaciones de *Pinus radiata* representan el 50% de la superficie plantada en la región y en segundo lugar las de *Eucalyptus nitens* (33%). La provincia de Valdivia, concentra el 77% de las plantaciones forestales de la región de Los Ríos, donde resalta la comuna de Mariquina. En la provincia de Ranco se destaca la comuna de La Unión, como la de mayor superficie plantada en la región.



Cuadro 23. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Los Ríos

<b>Año</b>	<b><i>Pinus radiata</i></b>	<b><i>E. globulus</i></b>	<b><i>E. nitens</i></b>	<b>Otras</b>	<b>Total</b>
<1999	29.716,4	5.016,7	4.374,9	3.533,2	42.641,1
1999	2.580,6	902,2	2.181,3	181,3	5.845,4
2000	2.973,3	1.788,3	1.883,1	347,2	6.991,9
2001	1.891,6	685,0	1.519,6	123,5	4.219,8
2002	2.043,9	1.080,8	1.357,2	220,3	4.702,3
2003	2.867,3	1.214,7	1.543,6	33,6	5.659,3
2004	2.478,7	978,7	1.712,4	101,4	5.271,2
2005	2.410,5	570,7	2.754,1	98,3	5.833,6
2006	3.180,4	924,9	3.491,1	327,8	7.924,1
2007	3.417,8	363,7	3.224,2	84,1	7.089,9
2008	3.828,8	442,5	3.201,5	56,3	7.529,1
2009	4.377,4	624,5	3.929,6	136,8	9.068,2
2010	4.065,6	671,8	3.268,5	716,3	8.722,3
2011	4.373,1	300,1	2.481,1	194,0	7.348,3
2012	3.432,2	387,4	3.025,2	74,7	6.919,6
2013	3.809,8	643,0	3.159,8	194,2	7.806,9
2014	3.900,9	228,1	1.908,4	204,2	6.241,6
2015	2.224,5	1.381,0	3.149,9	127,1	6.882,5
2016	2.220,2	577,8	3.238,3	261,7	6.298,0
2017	2.389,7	541,2	3.277,9	1.186,4	7.395,2
2018	1.256,4	523,4	2.833,1	1.896,5	6.509,4
2019	776,2	256,7	2.753,7	1.723,7	5.510,3
<b>Total (ha)</b>	<b>90.215,4</b>	<b>20.103,5</b>	<b>60.268,7</b>	<b>11.822,5</b>	<b>182.410,2</b>

Se detectaron 73 ha de Pequeños y Medianos Propietarios que cambiaron, de plantaciones forestales a otros usos del suelo.

## Región de Los Lagos

La región de los Lagos presenta un total de 69.787 hectáreas de plantaciones forestales (Cuadro 24), 4.541 menos que el año anterior.

Cuadro 24. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Los Lagos

Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Osorno	1.064,7	1.508,7	901,6	107,0	3.581,9
San Pablo	2.000,2	1.084,9	1.514,9	318,3	4.918,4
Puerto Octay	181,9	54,0	8.239,9	83,2	8.559,0
Puyehue	55,0	119,6	14,7	49,5	238,7
Río Negro	3.227,7	1.605,2	3.511,7	129,3	8.473,9
Purranque	773,2	4.671,9	3.696,3	373,0	9.514,3
San Juan	5.764,3	2.133,5	2.994,5	813,2	11.705,4
<b>Prov. Osorno</b>	<b>13.066,9</b>	<b>11.177,7</b>	<b>20.873,6</b>	<b>1.873,4</b>	<b>46.991,5</b>
Puerto Montt	5,6	69,1	887,1	71,9	1.033,7
Cochamó	0,6	7,2	6,6	2,9	17,2
Puerto Varas	0,0	81,5	720,4	258,8	1.060,6
Fresia	498,9	8.467,2	1.215,2	92,5	10.273,8
Frutillar	85,6	131,6		41,33423	258,6
Llanquihue	5,3	36,5	6,4	0,0	48,2
Mauilín	60,7	523,3	1.429,6	31,118692	2.044,7
Los Muermos	7,1	1.162,7	135,7	67,7	1.373,1
Calbuco	1,9	55,7	2.003,2	23,3	2.084,1
<b>Prov. Llanquihue</b>	<b>665,9</b>	<b>10.534,8</b>	<b>6.404,0</b>	<b>589,4</b>	<b>18.194,1</b>
Castro	0,0	0,0	157,5	51,8	209,3
Chonchi	6,8	1,9	257,6	1,7	268,0
Queilén	0,0	0,0	93,4	1,3	94,7
Quellón	0,0	0,5	168,0	0,0	168,5
Ancud	61,0	10,8	2.774,1	19,7	2.865,6
Quemchi	0,0	0,0	270,8	1,3	272,0
Dalcahue	0,0	3,9	667,2	51,2	722,4
<b>Prov. Chiloé</b>	<b>67,7</b>	<b>17,3</b>	<b>4.388,5</b>	<b>127,0</b>	<b>4.600,5</b>
Hualaihué	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3
<b>Prov. Palena</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>13.800,5</b>	<b>21.731,1</b>	<b>31.666,0</b>	<b>2.589,8</b>	<b>69.787,4</b>

En la provincia de Osorno, se concentra el 67% de la superficie regional de plantaciones forestales.

*Eucalyptus nitens* es la especie más importante en términos de superficie (45%) en la región de Los Lagos, seguido por *Eucalyptus globulus* (31%).

La distribución de superficies por año de plantación de esta región se presenta el Cuadro 25.

Cuadro 25. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Los Lagos

Año	Pinus radiata	E. globulus	E. nitens	Otras	Total
<1999	5.104,9	921,9	2.079,2	817,4	8.923,5
1999	66,6	158,1	80,8	23,4	328,9
2000	214,7	837,3	536,6	211,8	1.800,4
2001	111,4	275,7	543,0	10,2	940,3
2002	262,7	298,3	662,6	12,3	1.235,8
2003	540,7	323,9	493,0	0,8	1.358,3
2004	610,8	381,1	1.000,7	49,9	2.042,5
2005	706,6	463,6	1.020,8	63,4	2.254,5
2006	882,6	326,7	1.934,5	152,9	3.296,7
2007	367,9	469,7	5.189,3	20,7	6.047,7
2008	879,9	796,9	3.452,8	153,3	5.282,8
2009	832,0	1.666,8	2.253,9	41,3	4.794,0
2010	324,9	2.199,8	1.618,3	28,2	4.171,2
2011	214,3	1.670,3	1.275,2	13,9	3.173,7
2012	162,5	1.701,5	1.498,8	128,8	3.491,6
2013	283,6	1.463,3	1.168,3	15,3	2.930,5
2014	216,8	939,8	619,9	16,4	1.792,8
2015	174,1	1.797,1	1.606,8	22,3	3.600,4
2016	683,6	1.423,7	577,7	1,1	2.686,2
2017	813,0	1.751,8	1.583,4	87,2	4.235,3
2018	219,5	1.144,0	1.153,1	474,9	2.991,4
2019	127,4	719,7	1.317,4	244,6	2.409,0
<b>Total (ha)</b>	<b>13.800,5</b>	<b>21.731,1</b>	<b>31.666,0</b>	<b>2.589,8</b>	<b>69.787,4</b>

## Región de Aysén

Anteriormente se explicó que para esta región no se actualizó la información de plantaciones forestales de Pequeños y Medianos Propietarios. Sin embargo, las empresas en convenio con INFOR presentaron información actualizada, por lo que se modificó la cifra presentada en 2018. En total se registraron 29.967 hectáreas con plantaciones forestales.

Cuadro 26. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Aysén

Comuna	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Pinus contorta</i>	<i>P. menziesii</i>	Otras	Total
Aysén	781,3	45,0	2.306,3	14,3	3.147,0
Cisnes	0,0	0,0	346,2	11,2	357,4
<b>Prov. Aysén</b>	<b>781,3</b>	<b>45,0</b>	<b>2.652,6</b>	<b>25,4</b>	<b>3.504,4</b>
Chile Chico	957,2	198,4	77,9	246,2	1.479,7
Río Ibañez	2.197,1	114,2	44,4	219,8	2.575,5
<b>Prov. Gen. Carrera</b>	<b>3.154,3</b>	<b>312,6</b>	<b>122,4</b>	<b>465,9</b>	<b>4.055,2</b>
Cochrane	1.528,0	880,9	1,9	548,3	2.959,1
O'Higgins	16,3	0,0	1,0	0,0	17,3
<b>Prov. Capitán Prat</b>	<b>1.544,3</b>	<b>880,9</b>	<b>2,9</b>	<b>548,3</b>	<b>2.976,4</b>
Coyhaique	12.725,9	3.788,0	621,1	1.582,6	18.717,6
Lago Verde	471,7	90,3	82,9	68,4	713,3
<b>Prov. Coyhaique</b>	<b>13.197,6</b>	<b>3.878,3</b>	<b>704,0</b>	<b>1.651,0</b>	<b>19.430,9</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>18.677,5</b>	<b>5.116,9</b>	<b>3.481,8</b>	<b>2.690,7</b>	<b>29.966,9</b>

La provincia de Coyhaique, es la que reúne la mayor superficie de plantaciones forestales de la región (65%) y la comuna de Coyhaique es la mayor superficie plantada en Aysén.

*Pinus ponderosa* es la principal especie plantada en la región de Aysén (62%). Le siguen en importancia el *Pinus contorta* (17%) y *Pseudotsuga menziesii* (12%).

El cuadro 27 detalla la distribución de las superficies existentes por año de plantación en la región de Aysén.

Cuadro 27. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Aysén

<b>Año</b>	<b><i>Pinus ponderosa</i></b>	<b><i>Pinus contorta</i></b>	<b><i>P. menziesii</i></b>	<b>Otras</b>	<b>Total</b>
S/I *	1.619,2	1.066,0	154,7	1.585,0	4.424,9
<1998	6.867,9	2.659,7	2.017,5	897,4	12.442,6
1998	1.029,5	34,9	75,4	3,0	1.142,8
1999	417,9	154,6	354,1	9,8	936,4
2000	917,1	31,3	202,7	0,0	1.151,2
2001	1.398,5	16,6	66,4	55,4	1.536,9
2002	750,9	35,2	375,7	21,5	1.183,4
2003	932,9	160,5	169,5	0,0	1.262,9
2004	1.381,5	269,7	1,9	0,0	1.653,1
2005	505,6	0,2	10,2	39,0	554,9
2006	1.238,2	75,8	53,7	35,0	1.402,7
2007	604,7	306,8	0,0	6,1	917,6
2008	370,2	172,9	0,0	13,0	556,0
2009	401,0	100,3	0,0	25,6	526,9
2010	183,6	32,2	0,0	0,0	215,8
2011	6,7	0,0	0,0	0,0	6,7
2012	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	52,1	0,0	0,0	0,0	52,1
2018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total (ha)</b>	<b>18.677,5</b>	<b>5.116,9</b>	<b>3.481,8</b>	<b>2.690,7</b>	<b>29.966,9</b>

(\*)S/I: Sin Información de año de plantación

Esta situación está marcada principalmente por la disminución de superficie plantada en los últimos años.

## Inventario Dasométrico en Plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad (PYMP)

Las existencias volumétricas de las plantaciones de la PYMP se estiman como parte del programa de Actualización Permanente de Plantaciones forestales. El conocimiento de los rendimientos esperados por hectárea de estas plantaciones es un dato de alto interés en el contexto de la evaluación retrospectiva de instrumentos de política de fomento forestal desde el sector público, resultando también de interés el conocimiento de la oferta desde este sector para la industria forestal del país desde el punto de vista de la planificación estratégica del recurso.

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de las existencias volumétricas (en m<sup>3</sup>) a nivel regional para las especies bajo inventario; estos resultados se basan en el volumen promedio de todos los conglomerados de la región.

Cuadro 28. Volumen por especie región del Maule

ESPECIE	VOLÚMEN MEDIO (m <sup>3</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN REGIÓN (m <sup>3</sup> )
<i>Pinus radiata</i> *	132,53	113.819,3	15.084.472
<i>Eucalyptus globulus</i> *	97,64	26.555,2	2.592.850

Cuadro 29. Volumen por especie región del Bío Bío

ESPECIE	VOLÚMEN MEDIO (m <sup>3</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN REGIÓN (m <sup>3</sup> )
<i>Pinus radiata</i> *	181,78	84.585,7	15.375.989
<i>Eucalyptus globulus</i> *	103,42	60.245,7	6.230.610

En la región del Bío Bío, hubo solo dos puntos seleccionados de *Eucalyptus nitens*, por lo tanto, se descartaron por ser poco representativos.

Cuadro 30. Volumen por especie región de la Araucanía

ESPECIE	VOLÚMEN MEDIO (m <sup>3</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN REGIÓN (m <sup>3</sup> )
<i>Pinus radiata</i> *	254,11	43.743,6	11.115.686
<i>Eucalyptus globulus</i> *	120,03	51.561,5	6.188.927
<i>Eucalyptus nitens</i> *	268,64	8.496,8	2.282.580

\* Datos actualizados durante año 2011

Los resultados que se presentan a continuación, corresponde a los valores medios de los conglomerados, por clase de edad y especie.

En el caso de la región del Maule se describen en cuadros 31 al 34 las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Pinus radiata*.

Cuadro 31. Volumen *Pinus radiata*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN REGIONAL (m <sup>3</sup> )
6-10	14,72	36.539,1	537.856
11-15	103,17	24.336,4	2.510.786
16-20	190,08	32.359,2	6.150.837
>=21	285,88	20.584,6	5.884.725
Total			15.084.204

Error de estimación volumen 27,0 %

Cuadro 32. Densidad *Pinus radiata*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	DENSIDAD ( árb/ha)	SUPERFICIE (ha)	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
6-10	1399,18	36.539,1	51.124.778
11-15	765,15	24.336,4	18.620.996
16-20	762,19	32.359,2	24.663.858
>=21	956,41	20.584,6	19.687.317
Total			114.096.949

Cuadro 33. Área basal *Pinus radiata*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	ÁREA BASAL REGIÓN (m <sup>2</sup> )
6-10	12,50	36.539,1	456.739
11-15	21,11	24.336,4	513.741
16-20	22,89	32.359,2	740.702
>=21	27,22	20.584,6	560.313
Total			2.271.495

Cuadro 34. Altura dominante *Pinus radiata*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	ALTURA (m)	SUPERFICIE (ha)
6-10	8,07	36.539,1
11-15	15,72	24.336,4
16-20	19,75	32.359,2
>=21	22,16	20.584,6

Alternativamente, para la región del Maule se describen en cuadros 35 al 38, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus globulus*.

Cuadro 35. Volumen *E. globulus*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN REGIONAL (m <sup>3</sup> )
4-6	42,77	16.287,1	696.599
7-9	109,86	4.307,4	473.211
>=10	238,76	5.960,8	1.423.201
Total			2.593.011

El error en volumen fue de 27,8 %

Cuadro 36. Densidad *E. globulus*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	DENSIDAD (árboles/ha)	SUPERFICIE (ha)	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
4-6	1.193,93	16.287,1	19.445.657
7-9	1.079,91	4.307,4	4.651.604
>=10	932,66	5.960,8	5.559.400
Total			29.656.661

Cuadro 37. Área basal *E. globulus*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	ÁREA BASAL REGIÓN (m <sup>2</sup> )
4-6	11,07	16.287,1	180.298
7-9	18,22	4.307,4	78.481
>=10	26,00	5.960,8	154.981
Total			413.760

Cuadro 38. Altura dominante *E. globulus*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	ALTURA (m)	SUPERFICIE (ha)
4-6	12,99	16.287,1
7-9	19,45	4.307,4
>=10	29,39	5.960,8



Para la región del Bío Bío se describen en cuadros 39 al 42, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Pinus radiata*.

Cuadro 39. Volumen *Pinus radiata*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN REGIONAL (m <sup>3</sup> )
6-10	65,1	22.379,5	1.457.043
11-15	147,9	25.750,1	3.809.151
16-20	243,4	18.239,3	4.438.556
>=21	311,3	18.216,8	5.671.031
Total			15.375.779

Error de estimación volumen 25,7 %

Cuadro 40. Densidad *Pinus radiata*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	DENSIDAD (árbo/ha)	SUPERFICIE (ha)	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
6-10	1006,7	22.379,5	22.529.886
11-15	574,7	25.750,1	14.799.433
16-20	489,9	18.239,3	8.935.952
>=21	500,6	18.216,8	9.118.750
Total			55.384.021

Cuadro 41. Área basal *Pinus radiata*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	ÁREA BASAL REGIÓN (m <sup>2</sup> )
6-10	19,1	22.379,5	427.697
11-15	25,7	25.750,1	661.700
16-20	28,8	18.239,3	525.562
>=21	34,3	18.216,8	625.443
Total			2.240.402

Cuadro 42. Altura dominante *Pinus radiata*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	ALTURA (m)	SUPERFICIE (ha)
6-10	12,12	22.379,5
11-15	17,94	25.750,1
16-20	24,50	18.239,3
>=21	28,20	18.216,8

También, para la región del Bío Bío, se describen en cuadros 43 al 46, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus globulus*.

Cuadro 43. Volumen *E. globulus*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN REGIONAL (m <sup>3</sup> )
4-6	46,33	33.013,0	1.529.374
7-9	76,82	13.912,5	1.068.809
>=10	272,72	13.320,2	3.632.704
Total			6.230.887

El error en volumen fue de 32,2 %

Cuadro 44. Densidad *E. globulus*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	DENSIDAD (árb/ha)	SUPERFICIE (ha)	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
4-6	1.249,18	33.013,0	41.239.106
7-9	1087,50	13.912,5	15.129.785
>=10	954,14	13.320,2	12.709.300
Total			69.078.191

Cuadro 45. Área basal *E. globulus*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	ÁREA BASAL REGIÓN (m <sup>2</sup> )
4-6	14,11	33.013,0	465.850
7-9	16,78	13.912,5	233.421
>=10	31,44	13.320,2	418.846
Total			1.118.117

Cuadro 46. Altura dominante *E. globulus*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	ALTURA (m)	SUPERFICIE (ha)
4-6	10,95	33.013,0
7-9	14,11	13.912,5
>=10	27,03	13.320,2

En el caso de la región de la Araucanía se describen en cuadros 47 al 50, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Pinus radiata*.

Cuadro 47. Volumen *Pinus radiata*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN REGIONAL (m <sup>3</sup> )
6-10	71,0	5.193,7	368.753
11-15	184,9	12.793,8	2.365.162
16-20	287,1	14.741,1	4.231.999
>=21	376,7	11.015,1	4.149.740
Total			11.115.655

Error volumen 29,8%

Cuadro 48. Densidad *Pinus radiata*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	DENSIDAD (árb/ha)	SUPERFICIE (ha)	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
6-10	809,0	5.193,7	4.201.703
11-15	685,6	12.793,8	8.770.980
16-20	492,2	14.741,1	7.255.088
>=21	429,0	11.015,1	4.725.473
Total			24.953.245

Cuadro 49. Área basal *Pinus radiata*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	ÁREA BASAL REGIÓN (m <sup>2</sup> )
6-10	16,3	5.193,7	84.657
11-15	31,0	12.793,8	396.608
16-20	35,6	14.741,1	524.536
>=21	39,6	11.015,1	435.707
Total			1.441.508

Cuadro 50. Altura dominante *Pinus radiata*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ALTURA (m)	SUPERFICIE (ha)
6-10	10,8	5.193,7
11-15	19,3	12.793,8
16-20	24,9	14.741,1
>=21	28,9	11.015,1

Para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus globulus* de la región de la Araucanía, se describen en cuadros 51 al 54, las variables de estado de rodal.

Cuadro 51. Volumen *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN REGIONAL (m <sup>3</sup> )
4-6	44,36	23.288,5	1.033.078
7-9	93,34	12.977,1	1.211.282
>=10	257,88	15.296,0	3.944.532
Total			6.188.892

Error volumen 32,3%

Cuadro 52. Densidad *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	DENSIDAD (árb/ha)	SUPERFICIE (ha)	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
4-6	1.532,23	23.288,5	35.683.338
7-9	1.359,08	12.977,1	17.636.917
>=10	1.452,87	15.296,0	22.223.099
Total			74.182.327

Cuadro 53. Área basal *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	ÁREA BASAL REGIÓN (m <sup>2</sup> )
4-6	12,98	23.288,5	302.285
7-9	20,38	12.977,1	264.473
>=10	32,27	15.296,0	493.602
Total			1.060.360

Cuadro 54. Altura dominante *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ALTURA (m)	SUPERFICIE (ha)
4-6	11,39	23.288,5
7-9	14,73	12.977,1
>=10	24,69	15.296,0

Los cuadros 55 al 58 presentan las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus nitens* en la región de la Araucanía.

Cuadro 55. Volumen *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN REGIONAL (m <sup>3</sup> )
4-6 **	65,7	2.942,4	193.316
7-9	168,76	2.593,8	437.730
>=10	413,70	5.902,9	2.442.030
Total			3.073.076

Error volumen 33,1 %.

\*\*Valor estimado

Dentro de los conglomerados medidos en terreno, no aparecieron los pertenecientes a la primera clase de edad (cuatro a seis años).

Cuadro 56. Densidad *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	DENSIDAD (árb/ha)	SUPERFICIE (ha)	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
7-9	1411,56	2.593,8	3.661.304
>=10	973,04	5.902,9	5.743.758
Total			9.405.062

Cuadro 57. Área basal *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	SUPERFICIE (ha)	ÁREA BASAL REGIÓN (m <sup>2</sup> )
7-9	25,56	2.593,8	66.298
>=10	40,47	5.902,9	238.890
Total			305.188

Cuadro 58. Altura dominante *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía

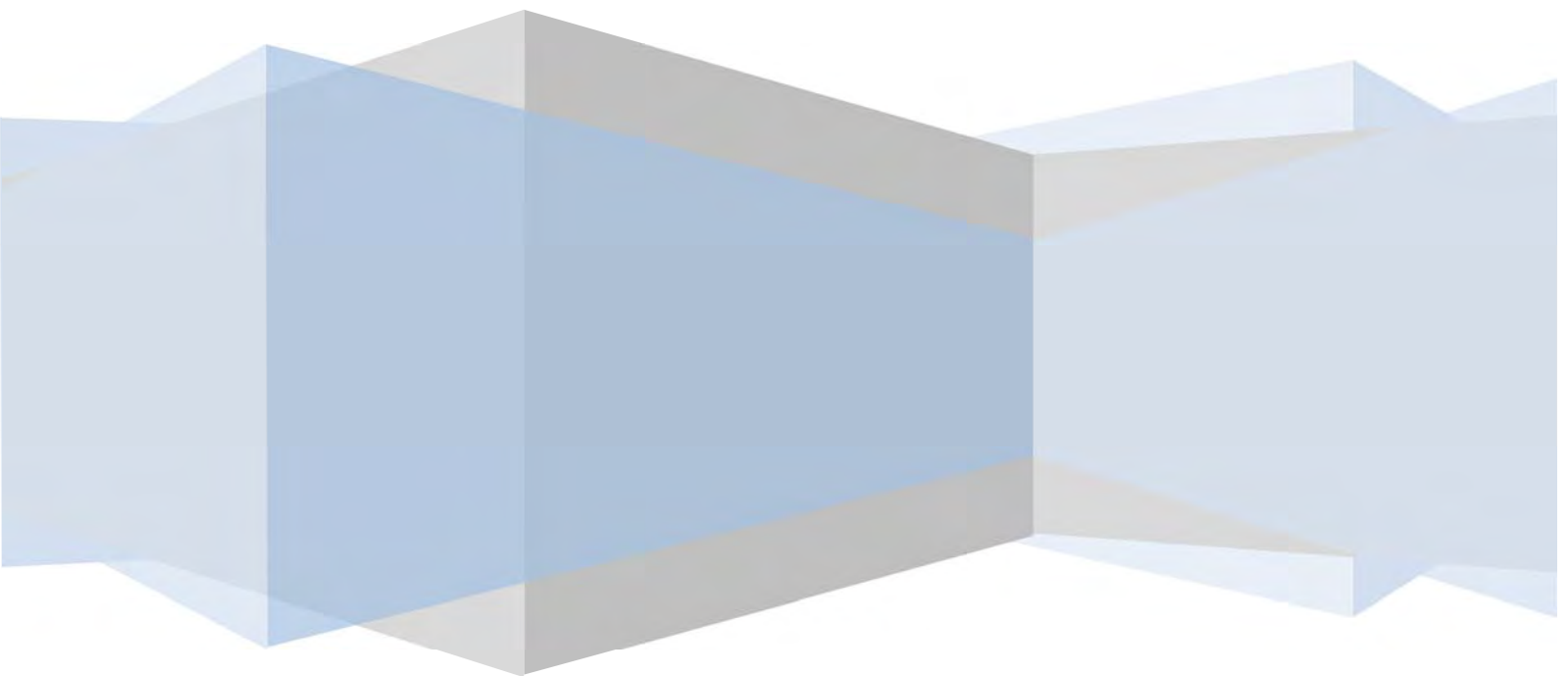
CLASE EDAD	ALTURA (m)	SUPERFICIE (ha)
7-9	21,03	2.593,8
>=10	31,34	5.902,9

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

# INVENTARIO DE BOSQUE NATIVO

CAPITULO III

INSTITUTO FORESTAL



## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	1
EXISTENCIAS TOTALES POR REGIÓN	6
<b>Macroregión Norte</b>	<b>6</b>
<b>Región de Coquimbo</b>	<b>6</b>
<b>Región de Valparaíso</b>	<b>7</b>
<b>Región Metropolitana</b>	<b>7</b>
<b>Región de O'Higgins</b>	<b>8</b>
<b>Región del Maule</b>	<b>8</b>
<b>Región del Biobío</b>	<b>12</b>
<b>Región de La Araucanía</b>	<b>16</b>
<b>Región de Los Ríos</b>	<b>20</b>
<b>Región de Los Lagos</b>	<b>23</b>
<b>Región de Aysén</b>	<b>29</b>
<b>Región de Magallanes</b>	<b>36</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Existencias en área basal y volumen. Región del Maule	11
Figura 2. Existencias en área basal y volumen. Región del Biobío	15
Figura 3. Existencias en área basal y volumen. Región de la Araucanía	19
Figura 4. Existencias en área basal y volumen. Región de los Ríos	22
Figura 5. Existencias en área basal y volumen. Región de los Lagos	28
Figura 6. Existencias en área basal y volumen. Región de Aysén	35
Figura 7. Existencias en área basal y volumen. Región de Magallanes	41

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Existencias para base muestral estadística.....	2
Tabla 2. Existencias en superficies totales programadas .....	3
Tabla 3. superficies para base muestral estadística .....	3
Tabla 4. Existencias en superficies totales programadas y obtenidas en 2020 .....	4
Tabla 5. Existencias en superficies totales acumuladas al 2020 .....	4
Tabla 6. Existencias totales de la macrorregión norte .....	6
Tabla 7. Existencias totales de la región de Coquimbo.....	6
Tabla 8. Existencias totales de la región de Valparaíso.....	7
Tabla 9. Existencias totales de la Región Metropolitana.....	7
Tabla 10. Existencias totales de la región de O'Higgins.....	8
Tabla 11. Existencias totales de la región del Maule.....	8
Tabla 12. Existencias Totales Provincia De Curicó.....	9
Tabla 13. Existencias Totales Provincia De Linares.....	9
Tabla 14. Existencias Totales Provincia de Talca .....	9
Tabla 15. Existencias Totales Tipo Forestal Esclerófilo .....	10
Tabla 16. Existencias Totales Tipo Forestal Roble Hualo.....	10
Tabla 17. Existencias Totales Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue.....	10
Tabla 18. Existencias totales de la región del Biobío .....	12
Tabla 19. Existencias Totales Provincia De Arauco .....	12
Tabla 20. Existencias Totales Provincia de Biobío .....	12
Tabla 21. Existencias Totales Provincia de Ñuble .....	13
Tabla 22. Existencias Totales Tipo Forestal Araucaria .....	13
Tabla 23. Existencias Totales Tipo Forestal Ciprés De La Cordillera .....	13
Tabla 24. Existencias Totales Tipo Forestal Lengua .....	13
Tabla 25. Existencias Totales Tipo Forestal Roble Hualo.....	14
Tabla 26. Existencias Totales Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue.....	14
Tabla 27. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde.....	14
Tabla 28. Existencias totales de la región de la Araucanía .....	16
Tabla 29. Existencias Totales Provincia de Cautín.....	16
Tabla 30. Existencias Totales Provincia Malleco.....	16
Tabla 31. Existencias Totales Tipo Forestal Araucaria .....	17
Tabla 32. Existencias Totales Tipo Forestal Coihue-Raulí-Tepa .....	17
Tabla 33. Existencias Totales Tipo Forestal Esclerófilo .....	17
Tabla 34. Existencias Totales Tipo Forestal Lengua .....	18
Tabla 35. Existencias Totales Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue.....	18
Tabla 36. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde.....	18
Tabla 37. Existencias totales de la Región de Los Ríos .....	20
Tabla 38. Existencias Totales Provincia Ranco.....	20
Tabla 39. Existencias Totales Provincia Valdivia .....	20
Tabla 40. Existencias Totales Tipo Forestal Alerce .....	21
Tabla 41. Existencias Totales Tipo Forestal Coihue-Raulí-Tepa .....	21
Tabla 42. Existencias Totales Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue.....	21
Tabla 43. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde.....	21
Tabla 44. Existencias totales de la región de Los Lagos .....	23
Tabla 45. Existencias Totales Provincia De Llanquihue.....	23
Tabla 46. Existencias Totales Provincia Osorno .....	24
Tabla 47. Existencias Totales Provincia Chiloé .....	24
Tabla 48. Existencias Totales Provincia Palena.....	25
Tabla 49. Existencias Totales Tipo Forestal Coihue-Raulí-Tepa .....	25
Tabla 50. Existencias Totales Tipo Forestal Lengua .....	25
Tabla 51. Existencias Totales Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue.....	26
Tabla 52. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde.....	26



Tabla 53. Existencias totales de la región de Aysén (Continental).....	29
Tabla 54. Existencias totales de la región de Aysén (Archipiélagos) .....	29
Tabla 55. Existencias Totales Provincia De Aysén .....	30
Tabla 56. Existencias Totales Provincia De Aysén (Archipiélagos) .....	30
Tabla 57. Existencias Totales Provincia De Capitán Prat .....	31
Tabla 58. Existencias Totales Provincia De Coyhaique .....	31
Tabla 59. Existencias Totales Tipo Forestal Lengua .....	32
Tabla 60. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde.....	32
Tabla 61. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde (Archipiélagos) .....	33
Tabla 62. Existencias Totales de la Región de Magallanes (Continental).....	36
Tabla 63. Existencias Totales de la Región de Magallanes (Archipiélagos) .....	36
Tabla 64. Existencias Totales Provincia De Magallanes.....	37
Tabla 65. Existencias Totales Provincia Tierra del Fuego .....	37
Tabla 66. Existencias Totales Provincia Ultima Esperanza.....	38
Tabla 67. Existencias Totales Provincia Ultima Esperanza (Archipiélagos) .....	38
Tabla 68. Existencias Totales Tipo Forestal Coihue De Magallanes (Archipiélagos).....	39
Tabla 69. Existencias Totales Tipo Forestal Lengua .....	39

## **INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se presentan en forma detallada las existencias totales por región comprendidas en el proceso de actualización 2020, el que involucra la publicación de valores de existencias actualizados para las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Los Lagos y levantamiento de datos biofísicos de inventario para las regiones de Maule, Ñuble, BioBío, Araucanía y Los Ríos.

Es importante destacar que el reporte presentado, incluye desde el año 2019 cifras de los inventarios realizados en las islas y archipiélagos de las regiones de Aysén y Magallanes; esfuerzo habilitado gracias al apoyo del proyecto GEF Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales (GEF SIMEF). Esto permite la entrega de información más completa para el país, cubriendo millones de hectáreas de bosques situadas en zonas de difícil acceso, que previamente no estaban sujetas a inventario.

El inventario asume como población objetivo el país y las regiones. Dado su carácter de continuo y de grandes áreas, al subdividir la población en áreas más pequeñas, el número de muestras disminuye. Es por esto, que el nivel máximo de subdivisión considerado corresponde a provincias, con errores de estimación variables como se observa en los cuadros de existencias por región. Los cuadros de resultados que se presentan, consideran volúmenes sólidos fustales de los individuos sin corteza y sin deducción por defectos. Se aconseja al lector considerar en su análisis de estos datos, los valores de precisión de la media detallados en los cuadros respectivos, de forma de tener en consideración estos niveles de incertidumbre como escenarios antes de tomar decisiones.

El total de superficie bajo actualización alcanza en este período aproximadamente 2,915 millones de hectáreas, correspondientes al segundo año del tercer ciclo del Inventario Forestal Nacional (IFN).

## **RESUMEN**

El Inventario Forestal Nacional (IFN) ejecutado por el Instituto Forestal, conocido también como Inventario Continuo de los Ecosistemas Forestales, se encuentra en operación desde el año 2000 a la fecha. El propósito de este inventario es apoyar los procesos de toma de decisión, los procesos internacionales y diferentes áreas de interés actual y futuro.

Se ha logrado completar con información aquellos bosques comprendidos entre las regiones de Coquimbo a la región de Magallanes, cubriendo el 13.4 millones de hectáreas de la superficie definida por el Catastro CONAF-MMA como bosque nativo en Chile.

En este reporte se expresan los resultados asociados a la caracterización cuantitativa de los bosques de las regiones involucradas en el presente ciclo de medición

correspondiente al año 2020 equivalente a 2.915.039 ha. Las existencias brutas totales fustales comprendidas en las regiones ya medidas alcanzan los 740,7 millones de m<sup>3</sup>ssc sobre una base cubierta con unidades de muestra de 13,424 millones de ha. A modo de resumen general la siguiente tabla describe las existencias por región, así como, las superficies bajo inventario que dieron origen a las medias estimadas.

Tabla 1. Existencias para base muestral estadística

Región	Existencias (m3ssc)	Crecimiento anual (m3ssc)	Superficie bajo inventario (ha)
De Coquimbo	113.461,8	-	3.514,0
De Valparaíso	4.135.628,8	68.604,1	95.463,0
Región Metropolitana	4.501.044,4	70.819,4	93.526,0
De O'Higgins	8.407.983,7	114.673,9	118.013,0
Del Maule	65.001.659,9	3.129.894,8	370.330,0
Del Biobío	223.113.280,0	8.561.195,0	786.208,0
De la Araucanía	229.040.944,0	6.568.078,0	908.501,0
De los Ríos	223.551.472,0	6.132.891,5	850.000,00
De los Lagos	862.610.176,0	19.076.036,0	2.758.873,0
De Aysén	1.722.186.812,7	31.746.736,4	4.814.066,0
De Magallanes	902.185.233,3	12.327.749,6	2.625.506,0
<b>Total</b>	<b>4.244.847.696,5</b>	<b>87.796.678,7</b>	<b>13.424.000,0</b>

Las existencias expandidas a la población total programada a la base país de 13,4 MM ha totalizan 4.244 millones de m3ssc, y se detallan a continuación en tabla 2:

Tabla 2. Existencias en superficies totales programadas

Región	Superficie total (ha)	Volumen Medio (m3ssc/ha)	Existencias (m3ssc)
De Coquimbo	3.514,00	32,29	113.461,8
De Valparaíso	95.463,00	43,32	4.135.628,8
Región Metropolitana	93.526,00	48,13	4.501.044,4
De O'Higgins	118.013,00	71,25	8.407.983,7
Del Maule	370.330,00	175,52	65.001.659,9
Del Biobío	786.208,00	283,78	223.113.280,0
De la Araucanía	908.501,00	252,11	229.040.944,0
De Los Ríos	850.000,00	263,00	223.551.472,0
De los Lagos	2.758.873,00	312,67	862.610.176,0
De Aysén	4.814.066,00	357,74	1.722.186.812,7
De Magallanes	2.625.506,00	343,62	902.185.233,3
<b>Total</b>	<b>13.424.000,00</b>		<b>4.244.847.696,5</b>

En este respecto el detalle de las superficies comprometidas en el período 2020 se describe a continuación según superficies de base muestral y total programada:

Tabla 3. superficies para base muestral estadística

Región	Superficie para Base Muestral Estadística (ha)
Del Maule	370.330,0
De Ñuble y BioBío	786.208,0
De la Araucanía	908.501,0
De Los Ríos	850.000,0
<b>Total</b>	<b>2.915.039,0</b>

Tabla 4. Existencias en superficies totales programadas y obtenidas en 2020

Región	Superficie total (ha)	Volumen Medio (m <sup>3</sup> ssc/ha)	Existencias (m <sup>3</sup> ssc)
Del Maule	370.330	175,52	65.001.659,9
Del Biobío	786.208	283,78	223.113.280,0
De la Araucanía	908.501	252,11	229.040.944,0
De los Ríos	850.000	263,00	223.551.472,0
<b>Total</b>	<b>2.915.039</b>		<b>740.707.355,9</b>

La tabla 5 a continuación describe la secuencia histórica de superficies medidas en ciclo de mediciones iniciado el año 2011.

Tabla 5. Existencias en superficies totales acumuladas al 2020

Ciclo	Región	Superficie total (ha)	Volumen Medio (m <sup>3</sup> ssc/ha)	Existencias (m <sup>3</sup> ssc)
1	De Coquimbo	3.514,00	28,79	101.168,2
	De Valparaíso	95.463,00	21,16	2.019.997,1
	Región Metropolitana	93.526,00	28,21	2.638.790,5
	De O'Higgins	118.013,00	36,43	4.299.119,2
	De los Lagos	2.758.873,00	265,36	732.100.591,8
	<b>Subtotal 2011</b>	<b>3.069.389,00</b>		<b>741.159.666,7</b>
	Del Maule	370.330,00	161,54	59.823.108,0
	Del Biobío	786.208,00	172,62	135.715.225,0
	De la Araucanía	908.501,13	290,60	264.010.428,4
	De Los Ríos	850.000,00	357,43	303.815.500,0
	De Aysén	325.000,00	266,32	86.554.000,0
	<b>Subtotal 2012</b>	<b>3.240.039,00</b>		<b>824.365.491,5</b>
	De Aysén	3.715.532,00	266,32	989.520.482,0
	<b>Subtotal 2013</b>	<b>3.715.532,00</b>		<b>989.520.482,0</b>
	De Magallanes	2.625.506,00	248,17	651.571.824,0
	De Aysén	774.494,00	266,32	206.263.242,1
<b>Subtotal 2014</b>	<b>3.400.000,00</b>		<b>857.835.066,1</b>	
2	De Coquimbo	3.514,00	117,75	413.762,5
	De Valparaíso	95.463,00	35,43	3.382.228,3
	Región Metropolitana	93.526,00	41,68	3.895.239,5
	De O'Higgins	118.013,00	74,32	8.770.862,0
	Del Maule	210.094,00	156,27	32.831.073,3
	De los Lagos	2.758.873,00	235,36	649.328.384,0
	<b>Subtotal 2015</b>	<b>3.279.483,00</b>		<b>698.621.549,6</b>
	Del Maule	160.236,00	200,77	32.170.586,6
	Del Biobío	786.208,00	283,78	223.113.280,0

Ciclo	Región	Superficie total (ha)	Volumen Medio (m <sup>3</sup> ssc/ha)	Existencias (m <sup>3</sup> ssc)
	De la Araucanía	908.501,00	252,11	229.040.944,0
	De los Ríos	850.000,00	263,00	223.551.472,0
	De Aysén *	325.000,00	357,74	116.265.691,9
	<b>Subtotal 2016</b>	<b>3.029.945,00</b>		<b>824.141.974,5</b>
	De Aysén *	3.715.532,00	357,74	1.329.196.611,0
	<b>Subtotal 2017</b>	<b>3.715.532,00</b>		<b>1.329.196.611,0</b>
	De Aysén *	773.534,00	357,74	276.724.509,8
	De Magallanes *	2.625.506,0	343,62	902.185.233,3
	<b>Subtotal 2018</b>	<b>3.399.040</b>		<b>1.178.909.743,1</b>
3	De Coquimbo	3.514,00	32,29	113.461,8
	De Valparaíso	95.463,00	43,32	4.135.628,8
	Región Metropolitana	93.526,00	48,13	4.501.044,4
	De O'Higgins	118.013,00	71,25	8.407.983,7
	De los Lagos	2.758.873,00	312,67	862.610.176,0
	<b>Subtotal 2019</b>	<b>3.069.389,00</b>		<b>879.768.294,6</b>
	Del Maule	370.330,0	175,52	65.001.659,9
	De Ñuble y Biobío	786.208,0	283,78	223.113.280,0
	De la Araucanía	908.501,0	252,11	229.040.944,0
	De los Ríos	850.000,0	263,00	223.551.472,0
	<b>Subtotal 2020</b>	<b>2.915.039,00</b>		<b>740.707.355,9</b>

\* valores actualizados con datos inventario archipiélagos Aysén y Magallanes

## EXISTENCIAS TOTALES POR REGIÓN

### Macrorregión Norte

Las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins se agrupan dado su baja representatividad en superficie de bosques (~9%) como una macrorregión. No obstante, se entregan estimados para cada región. Aquellas celdas marcadas con (\*) indican alta incertidumbre (>30% en volumen).

Tabla 6. Existencias totales de la macrorregión norte

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR(%)
Crecimiento Vol m3ssc	310.453,00	0,81	252.128,9	*
Volumen m3ssc	310.453,00	53,85	16.718.628,0	*
Area Basal m2	310.453,00	9,66	3.000.125,0	*
Número árboles	310.453,00	659,02	204.593.472,0	*
Vol Neto m3ssc	310.453,00	35,09	10.894.688,0	*
Vol Neto Pulp m3ssc	310.453,00	34,37	10.669.590,0	*
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	310.453,00	0,72	222.097,2	*

### Región de Coquimbo

La región del Coquimbo contabiliza una existencia total de 113.5 mil m<sup>3</sup> sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con un error que supera el 30%.

Tabla 7. Existencias totales de la región de Coquimbo

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Volumen m3ssc	3.514,00	32,29	113.461,8	*
Área Basal m2	3.514,00	10,79	37.920,3	*
Número árboles	3.514,00	488,94	1.718.135,2	*
Vol Neto m3ssc	3.514,00	27,66	97.210,5	*

## Región de Valparaíso

La región del Valparaíso contabiliza una existencia total de 4.14 millones m<sup>3</sup> sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con un error que supera el 30%.

Tabla 8. Existencias totales de la región de Valparaíso

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	95.463,00	0,72	68.604,1	*
Volumen m3ssc	95.463,00	43,32	4.135.628,8	*
Area Basal m2	95.463,00	8,70	830.938,9	*
Número árboles	95.463,00	594,91	56.791.614,9	*
Vol Neto m3ssc	95.463,00	28,79	2.748.572,7	*
Vol Neto Pulp m3ssc	95.463,00	28,79	2.748.572,7	*

## Región Metropolitana

La región del Metropolitana contabiliza una existencia total de 4.5 millones m<sup>3</sup> sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con un error sobre el 30% en volumen.

Tabla 9. Existencias totales de la Región Metropolitana

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR(%)
Crecimiento Vol m3ssc	93.463,00	0,76	70.819,4	*
Volumen m3ssc	93.463,00	48,13	4.501.044,4	*
Area Basal m2	93.463,00	8,64	807.702,7	*
Número árboles	93.463,00	631,15	59.028.486,0	*
Vol Neto m3ssc	93.463,00	31,36	2.932.556,8	*
Vol Neto Pulp m3ssc	93.463,00	30,84	2.884.626,7	*
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	93.463,00	0,51	47.930,1	*



## Región de O'Higgins

La región del O'Higgins contabiliza una existencia total de 8.41 millones m<sup>3</sup> sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con un error sobre el 30% en volumen.

Tabla 10. Existencias totales de la región de O'Higgins

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR(%)
Crecimiento Vol m3ssc	118.013,00	0,97	114.673,9	*
Volumen m3ssc	118.013,00	71,25	8.407.983,7	*
Area Basal m2	118.013,00	11,65	1.374.439,1	
Número árboles	118.013,00	759,24	89.600.583,5	
Vol Neto m3ssc	118.013,00	45,60	5.380.961,5	*
Vol Neto Pulp m3ssc	118.013,00	43,89	5.180.128,8	*
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	118.013,00	1,63	192.799,4	*

## Región del Maule

La región del Maule contabiliza una existencia total de 74.4 millones de m<sup>3</sup> sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con un error de 28,6%.

Tabla 11. Existencias totales de la región del Maule

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR(%)
Crecimiento Vol m3ssc	370.330,00	9,26	3.429.979,2	*
Volumen m3ssc	370.330,00	200,77	74.351.165,4	28,62
Area Basal m2	370.330,00	25,71	9.520.929,0	35,6
Número árboles	370.330,00	960,17	355.580.596,0	*
Vol Neto m3ssc	370.330,00	178,63	66.153.427,5	32,66

Las existencias por provincias corresponden a:

Tabla 12. Existencias Totales Provincia De Curicó

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	105.896,10	8,10	857.481,0
Volumen m3ssc	105.896,10	115,95	12.278.597,4
Area Basal m2	105.896,10	11,76	1.245.832,0
Número árboles	105.896,10	840,15	88.968.431,9
Vol Neto m3ssc	105.896,10	108,89	11.531.251,4

Tabla 13. Existencias Totales Provincia De Linares

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	160.213,40	11,28	1.807.846,24
Volumen m3ssc	160.213,40	245,68	39.361.310,61
Area Basal m2	160.213,40	29,61	4.744.583,48
Número árboles	160.213,40	1.169,65	187.394.137,35
Vol Neto m3ssc	160.213,40	218,47	35.002.296,20

Tabla 14. Existencias Totales Provincia de Talca

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	90.420,30	8,56	773.821,2
Volumen m3ssc	90.420,30	303,05	27.401.455,7
Area Basal m2	90.420,30	47,74	4.316.786,4
Número árboles	90.420,30	886,00	80.112.235,1
Vol Neto m3ssc	90.420,30	258,36	23.360.813,3

Las existencias por tipo forestal presente en la región corresponden a:

Tabla 15. Existencias Totales Tipo Forestal Esclerófilo

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	41.195,00	8,96	369.250,23
Volumen m3ssc	41.195,00	115,25	4.747.774,09
Area Basal m2	41.195,00	11,27	464.305,66
Número árboles	41.195,00	930,22	38.320.412,90
Vol Neto m3ssc	41.195,00	100,33	4.133.102,44

Tabla 16. Existencias Totales Tipo Forestal Roble Hualo

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	148.182,00	15,94	2.362.548,31
Volumen m3ssc	148.182,00	329,58	48.838.493,56
Area Basal m2	148.182,00	39,87	5.908.535,51
Número árboles	148.182,00	1.652,99	244.943.364,18
Vol Neto m3ssc	148.182,00	292,53	43.348.248,15

Tabla 17. Existencias Totales Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	159.916,00	7,91	1.264.749,42
Volumen m3ssc	159.916,00	221,49	35.420.302,54
Area Basal m2	159.916,00	30,97	4.952.263,03
Número árboles	159.916,00	819,28	131.016.300,31
Vol Neto m3ssc	159.916,00	193,63	30.963.758,23

## DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES

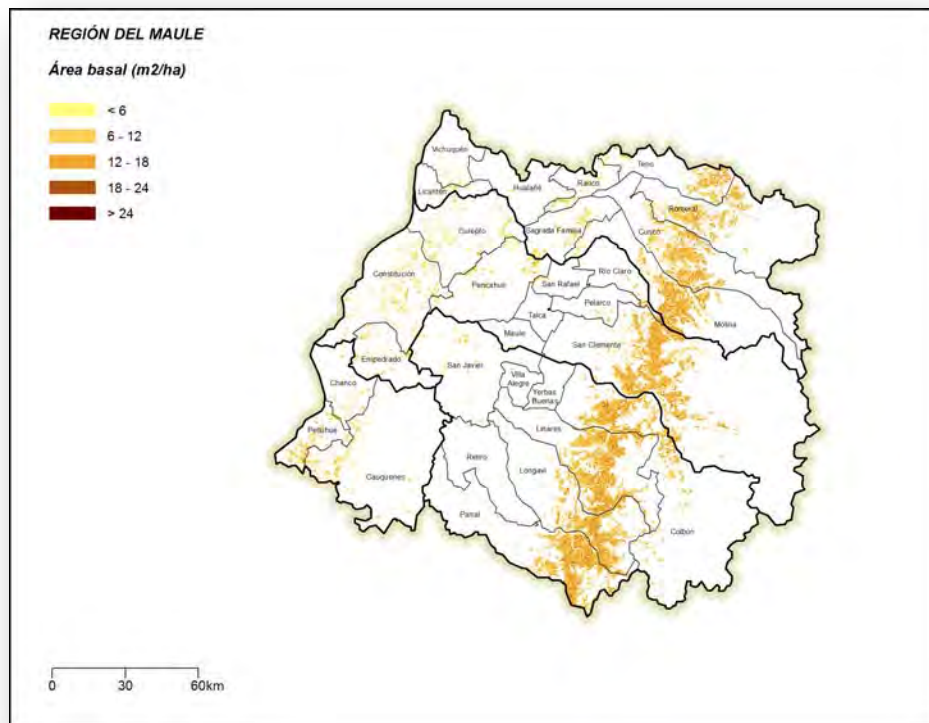
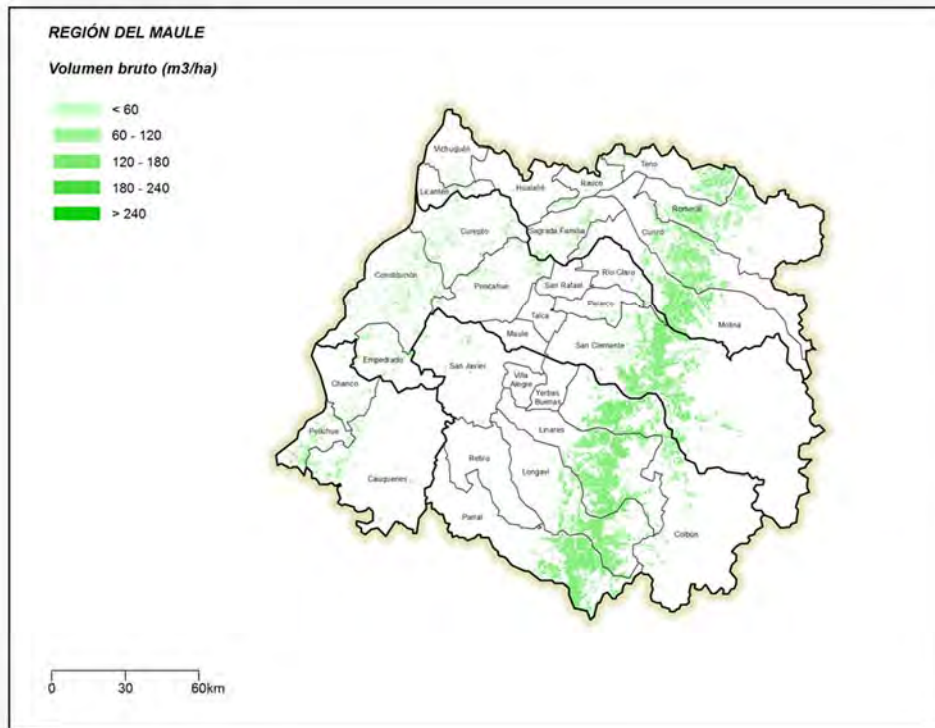


Figura 1. Existencias en área basal y volumen. Región del Maule

## Región del Biobío

La región del Biobío contabiliza una existencia total de 223,1 millones de m<sup>3</sup> sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con un error de 15,72%.

Tabla 18. Existencias totales de la región del Biobío

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	786.208	10,89	8.561.195,0	21,61
Volumen m3ssc	786.208	283,78	223.113.280,0	15,72
Área Basal m2	786.208	38,01	29.883.906,0	16,68
Número árboles	786.208	1.128,27	887.052.608,0	21,64
Vol Neto m3ssc	786.208	217,20	170.766.496,0	16,46

Las existencias por provincia corresponden a:

Tabla 19. Existencias Totales Provincia De Arauco

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	92.713,5	10,35	959.662,05
Volumen m3ssc	92.713,5	270,43	25.072.200,46
Área Basal m2	92.713,5	38,97	3.612.770,27
Número árboles	92.713,5	1.072,69	99.452.986,95
Vol Neto m3ssc	92.713,5	224,78	20.839.905,69

Tabla 20. Existencias Totales Provincia de Biobío

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	436.586,6	11,65	5.085.924,2
Volumen m3ssc	436.586,6	313,65	136.933.580,1
Área Basal m2	436.586,6	42,31	18.471.587,5
Número árboles	436.586,6	1.206,89	526.911.264,6
Vol Neto m3ssc	436.586,6	226,40	98.842.829,1

Tabla 21. Existencias Totales Provincia de Ñuble

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	231.020,7	9,28	2.143.649,5
Volumen m3ssc	231.020,7	217,36	50.213.611,7
Área Basal m2	231.020,7	27,28	6.301.590,3
Número árboles	231.020,7	961,66	222.163.871,7
Vol Neto m3ssc	231.020,7	192,00	44.355.161,5

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

Tabla 22. Existencias Totales Tipo Forestal Araucaria

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	43.609,2	-	-
Volumen m3ssc	43.609,2	429,94	18.749.394,37
Área Basal m2	43.609,2	75,37	3.286.736,27
Número árboles	43.609,2	776,60	33.866.904,72
Vol Neto m3ssc	43.609,2	-	-

Tabla 23. Existencias Totales Tipo Forestal Ciprés De La Cordillera

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	18.852,4	10,84	204.291,0
Volumen m3ssc	18.852,4	259,25	4.887.515,2
Área Basal m2	18.852,4	33,38	629.241,9
Número árboles	18.852,4	1.123,07	21.172.494,2
Vol Neto m3ssc	18.852,4	190,28	3.587.314,6

Tabla 24. Existencias Totales Tipo Forestal Lengua

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	143.642	7,43	1.067.320,88
Volumen m3ssc	143.642	257,07	36.925.764,19
Área Basal m2	143.642	37,05	5.321.926,17
Número árboles	143.642	769,04	110.465.805,27
Vol Neto m3ssc	143.642	227,36	32.658.511,71

Tabla 25. Existencias Totales Tipo Forestal Roble Hualo

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS. TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	14.666,1	8,23	120.668,0
Volumen m3ssc	14.666,1	256,26	3.758.317,0
Área Basal m2	14.666,1	34,96	512.709,3
Número árboles	14.666,1	851,92	12.494.343,9
Vol Neto m3ssc	14.666,1	235,65	3.456.139,8

Tabla 26. Existencias Totales Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS. TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	480.667,3	11,45	5.503.979,56
Volumen m3ssc	480.667,3	284,86	136.925.020,70
Área Basal m2	480.667,3	36,87	17.724.422,24
Número árboles	480.667,3	1.186,56	570.338.412,46
Vol Neto m3ssc	480.667,3	217,49	104.539.120,94

Tabla 27. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	9.061,7	9,74	88.284,57
Volumen m3ssc	9.061,7	183,59	1.663.598,77
Área Basal m2	9.061,7	20,75	188.014,74
Número árboles	9.061,7	1.010,22	9.154.310,57
Vol Neto m3ssc	9.061,7	173,21	1.569.592,92

## DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES

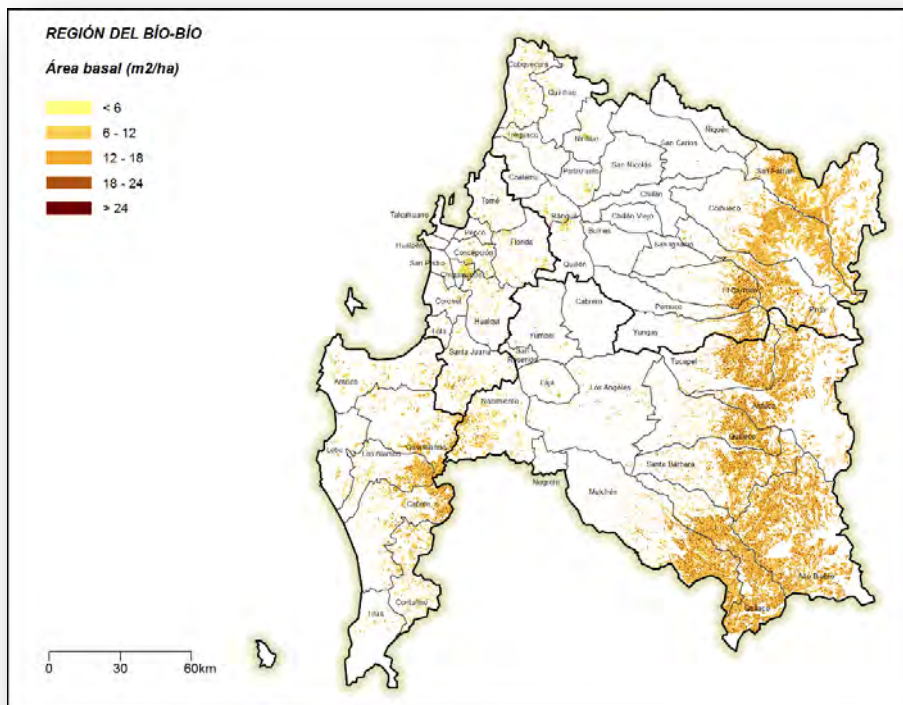
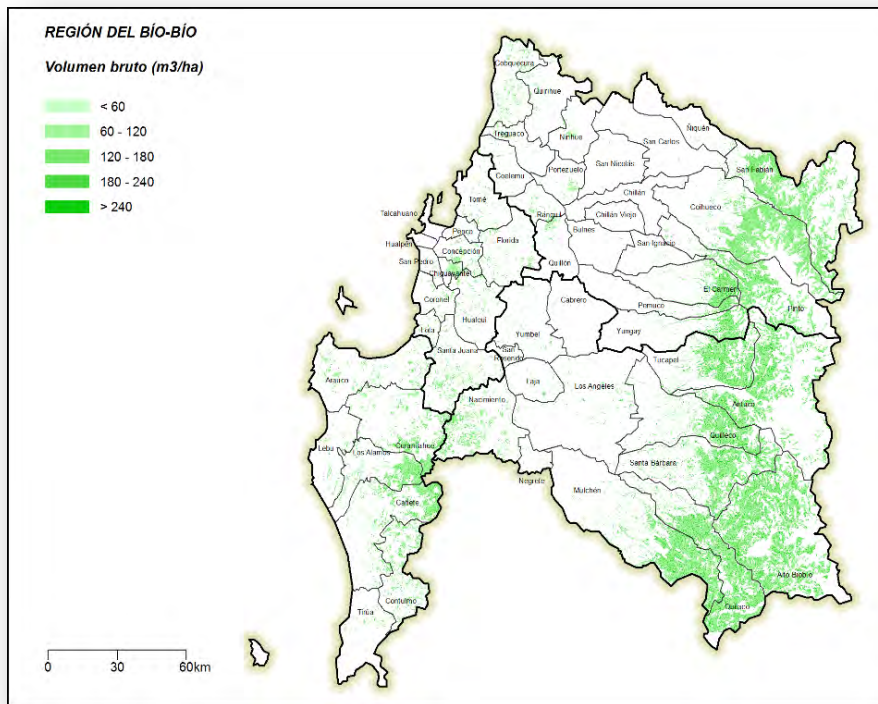


Figura 2. Existencias en área basal y volumen. Región del Biobío



## Región de La Araucanía

La región del Araucanía contabiliza una existencia total de 229,0 millones de m<sup>3</sup> sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error de 19,96%.

Tabla 28. Existencias totales de la región de la Araucanía

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	908.501,13	7,23	6.568.078,0	28,58
Volumen m3ssc	908.501,13	252,11	229.040.944,0	19,96
Área Basal m2	908.501,13	37,81	34.354.020,0	22,67
Número árboles	908.501,13	748,42	679.939.904,0	28,64
Vol Neto m3ssc	908.501,13	196,46	178.483.888,0	20,09

Las existencias por provincia corresponden a:

Tabla 29. Existencias Totales Provincia de Cautín

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	490.141,6	7,72	3.782.299,6
Volumen m3ssc	490.141,6	262,91	128.861.420,9
Área Basal m2	490.141,6	38,93	19.078.860,9
Número árboles	490.141,6	798,88	391.565.356,2
Vol Neto m3ssc	490.141,6	198,79	97.433.370,9

Tabla 30. Existencias Totales Provincia Malleco

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	418.359,5	6,39	2.671.808,3
Volumen m3ssc	418.359,5	233,42	97.653.419,1
Área Basal m2	418.359,5	35,89	15.015.188,4
Número árboles	418.359,5	661,08	276.569.178,7
Vol Neto m3ssc	418.359,5	192,51	80.538.042,6

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

Tabla 31. Existencias Totales Tipo Forestal Araucaria

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	207.885,2	-	-
Volumen m3ssc	207.885,2	272,16	56.578.454,6
Área Basal m2	207.885,2	48,75	10.134.071,3
Número árboles	207.885,2	386,21	80.287.220,8
Vol Neto m3ssc	207.885,2	223,75	46.514.256,4

Tabla 32. Existencias Totales Tipo Forestal Coihue-Raulí-Tepa

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	104.638,7	6,17	646.053,2
Volumen m3ssc	104.638,7	317,33	33.204.910,7
Área Basal m2	104.638,7	55,23	5.779.027,6
Número árboles	104.638,7	638,25	66.785.749,9
Vol Neto m3ssc	104.638,7	240,40	25.154.873,7

Tabla 33. Existencias Totales Tipo Forestal Esclerófilo

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	15.268,60	9,84	150.203,2
Volumen m3ssc	15.268,60	178,44	2.724.563,5
Área Basal m2	15.268,60	21,70	331.382,0
Número árboles	15.268,60	1.020,31	15.578.727,1
Vol Neto m3ssc	15.268,60	112,30	1.714.673,7

Tabla 34. Existencias Totales Tipo Forestal Lengua

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	102.199,5	4,59	469.439,9
Volumen m3ssc	102.199,5	299,96	30.656.200,7
Área Basal m2	102.199,5	48,47	4.953.981,7
Número árboles	102.199,5	473,91	48.433.492,8
Vol Neto m3ssc	102.199,5	249,37	25.485.148,6

Tabla 35. Existencias Totales Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	432.488	8,48	3.667.131,3
Volumen m3ssc	432.488	241,60	104.489.772,2
Área Basal m2	432.488	32,75	14.163.796,6
Número árboles	432.488	878,27	379.841.183,0
Vol Neto m3ssc	432.488	183,30	79.274.774,7

Tabla 36. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	55.670,3	2,12	117.927,0
Volumen m3ssc	55.670,3	138,70	7.721.298,8
Área Basal m2	55.670,3	24,61	1.370.257,8
Número árboles	55.670,3	218,68	12.174.092,5
Vol Neto m3ssc	55.670,3	94,88	5.281.806,5

## DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES

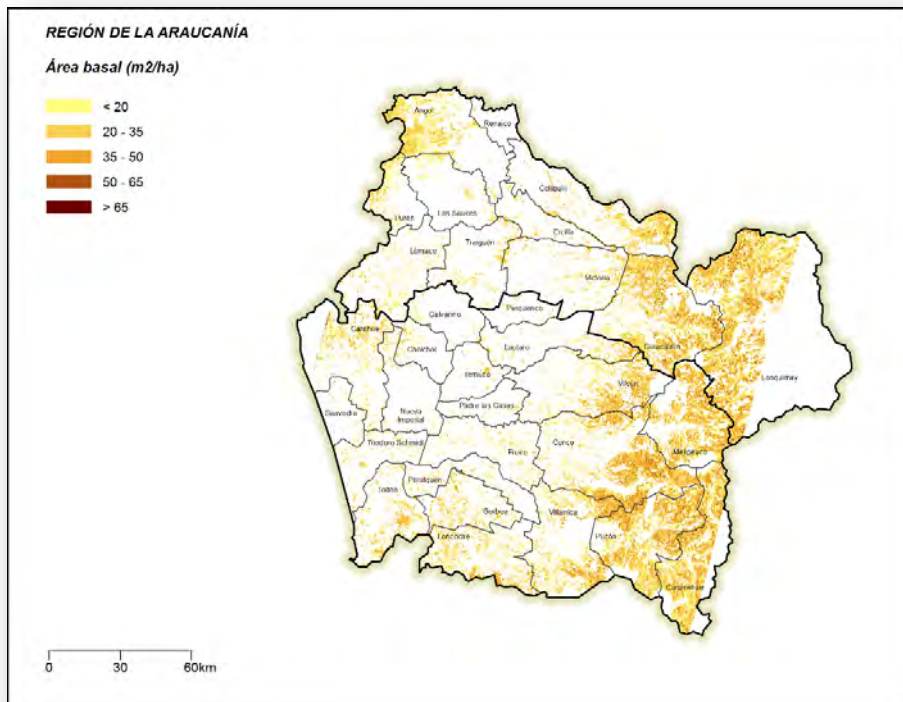
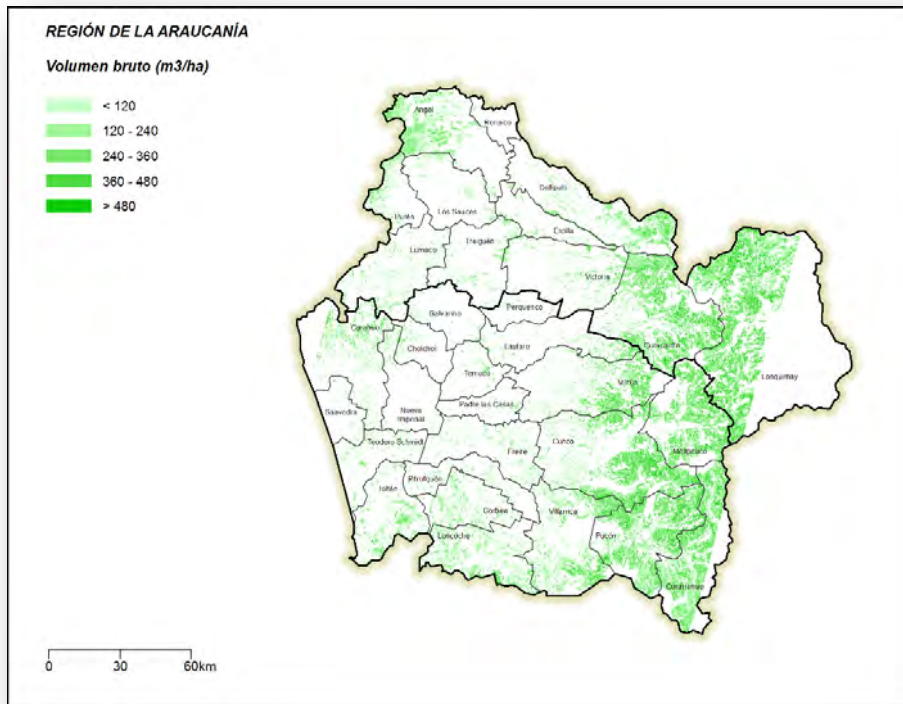


Figura 3. Existencias en área basal y volumen. Región de la Araucanía

## Región de Los Ríos

La región de los Ríos contabiliza una existencia total de 223,6 millones de m<sup>3</sup> sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error de 17,16%,

Tabla 37. Existencias totales de la Región de Los Ríos

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	849.771	7,22	6.132.891,5	24,91
Volumen m3ssc	849.771	263,00	223.551.472,0	17,16
Área Basal m2	849.771	40,59	34.498.080,0	18,61
Número árboles	849.771	746,85	634.824.768,0	24,95
Vol Neto m3ssc	849.771	206,99	175.944.624,0	17,89

Las existencias totales por provincia corresponden a:

Tabla 38. Existencias Totales Provincia Ranco

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	406.350,8	7,60	3.088.069,5
Volumen m3ssc	406.350,8	271,99	110.524.243,0
Área Basal m2	406.350,8	42,44	17.247.009,1
Número árboles	406.350,8	786,75	319.694.994,8
Vol Neto m3ssc	406.350,8	213,01	86.554.867,8

Tabla 39. Existencias Totales Provincia Valdivia

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	443.419,8	6,82	3.025.876,1
Volumen m3ssc	443.419,8	253,85	112.562.440,9
Área Basal m2	443.419,8	38,70	17.158.190,3
Número árboles	443.419,8	706,25	313.163.729,3
Vol Neto m3ssc	443.419,8	200,87	89.071.825,2

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

Tabla 40. Existencias Totales Tipo Forestal Alerce

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	16.076,70	2,48	39.859,67
Volumen m3ssc	16.076,70	74,01	1.189.904,69
Área Basal m2	16.076,70	10,24	164.679,62
Número árboles	16.076,70	256,81	4.128.657,33
Vol Neto m3ssc	16.076,70	45,74	735.319,46

Tabla 41. Existencias Totales Tipo Forestal Coihue-Raulí-Tepa

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	246.910,7	4,13	1.020.925,8
Volumen m3ssc	246.910,7	300,50	74.197.032,1
Área Basal m2	246.910,7	56,95	14.062.712,5
Número árboles	246.910,7	426,73	105.364.085,4
Vol Neto m3ssc	246.910,7	216,62	53.485.358,5

Tabla 42. Existencias Totales Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	192.732,2	8,14	1.569.612,2
Volumen m3ssc	192.732,2	286,87	55.288.286,7
Área Basal m2	192.732,2	42,03	8.100.579,5
Número árboles	192.732,2	842,97	162.467.969,8
Vol Neto m3ssc	192.732,2	225,28	43.418.125,8

Tabla 43. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	215.441,2	8,07	1.738.622,3
Volumen m3ssc	215.441,2	240,90	51.899.022,3
Área Basal m2	215.441,2	34,55	7.444.502,3
Número árboles	215.441,2	835,88	180.081.976,4
Vol Neto m3ssc	215.441,2	198,89	42.849.830,8

## DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES

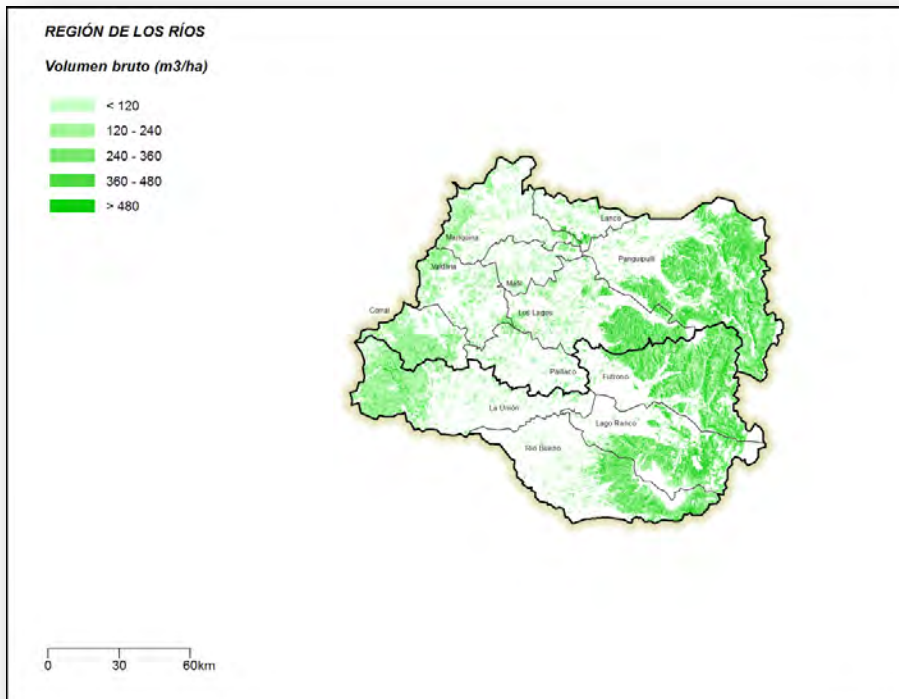
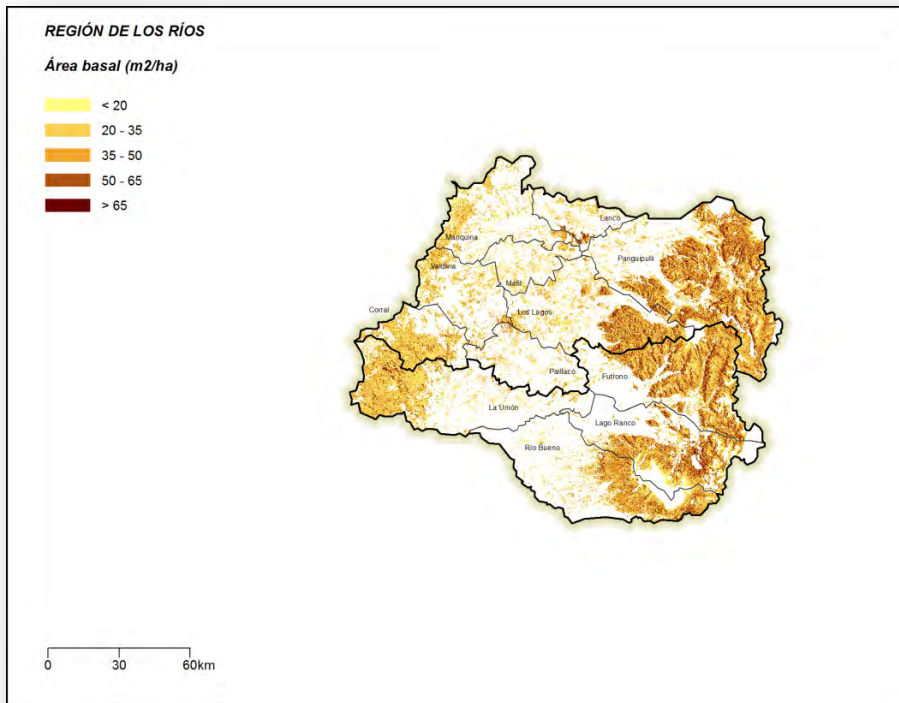


Figura 4. Existencias en área basal y volumen. Región de los Ríos

## Región de Los Lagos

La región de los Lagos contabiliza una existencia total de 649.3 millones de m<sup>3</sup> sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error de 19.1%.

Tabla 44. Existencias totales de la región de Los Lagos

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR(%)
Crecimiento Vol m3ssc	2.758.873,00	6,91	19.076.036,0	20,19
Volumen m3ssc	2.758.873,00	312,67	862.610.176,0	20,39
Area Basal m2	2.758.873,00	39,90	110.074.088,0	18,40
Número árboles	2.758.873,00	1,121,60	3.094.356.992,0	22,61
Vol Neto m3ssc	2.758.873,00	200,60	553.425.408,0	18,99
Vol Neto Pulp m3ssc	2.758.873,00	182,00	502.125.408,0	19,45
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	2.758.873,00	18,59	51.299.984,0	*

Las existencias totales por provincia corresponden a:

Tabla 45. Existencias Totales Provincia De Llanquihue

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	776.992	5,57	4.330.858,9
Volumen m3ssc	776.992	209,33	162.645.247,4
Area Basal m2	776.992	27,22	21.152.607,1
Número árboles	776.992	948,73	737.155.430,4
Vol Neto m3ssc	776.992	122,62	95.273.856,8
Vol Neto Pulp m3ssc	776.992	121,49	94.397.346,6
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	776.992	1,13	876.510,2



Tabla 46. Existencias Totales Provincia Osorno

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	377.345,00	7,03	2.651.665,1
Volumen m3ssc	377.345,00	279,80	105.580.158,8
Area Basal m2	377.345,00	37,50	14.149.067,0
Número árboles	377.345,00	957,53	361.320.822,6
Vol Neto m3ssc	377.345,00	147,77	55.759.252,8
Vol Neto Pulp m3ssc	377.345,00	147,26	55.569.703,2
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	377.345,00	0,50	189.549,6

Tabla 47. Existencias Totales Provincia Chiloé

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	621.927,60	7,30	4.540.763,3
Volumen m3ssc	621.927,60	274,51	170.728.307,0
Area Basal m2	621.927,60	41,07	25.543.992,1
Número árboles	621.927,60	1.466,89	912.297.115,6
Vol Neto m3ssc	621.927,60	209,13	130.063.697,7
Vol Neto Pulp m3ssc	621.927,60	177,47	110.373.261,9
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	621.927,60	31,66	19.690.435,9

Tabla 48. Existencias Totales Provincia Palena

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	982.607,80	7,38	7.247.334,5
Volumen m3ssc	982.607,80	453,06	445.181.496,1
Area Basal m2	982.607,80	49,67	48.801.965,5
Número árboles	982.607,80	1.016,17	998.498.205,8
Vol Neto m3ssc	982.607,80	290,13	285.082.161,4
Vol Neto Pulp m3ssc	982.607,80	258,10	253.610.513,6
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	982.607,80	32,03	31.471.647,9

Las existencias totales por tipo forestal corresponden a:

Tabla 49. Existencias Totales Tipo Forestal Coihue-Raúl-Tepa

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	383.552,00	5,07	1.945.417,4
Volumen m3ssc	383.552,00	585,64	224.624.809,0
Area Basal m2	383.552,00	62,53	23.984.791,6
Número árboles	383.552,00	601,75	230.801.648,9
Vol Neto m3ssc	383.552,00	338,08	129.672.730,8
Vol Neto Pulp m3ssc	383.552,00	292,15	112.053.599,0
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	383.552,00	45,94	17.619.131,8

Tabla 50. Existencias Totales Tipo Forestal Lengua

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	497.533,00	5,25	2.613.453,1
Volumen m3ssc	497.533,00	231,17	115.016.560,8
Area Basal m2	497.533,00	23,56	11.722.909,9
Número árboles	497.533,00	673,52	335.095.938,5
Vol Neto m3ssc	497.533,00	159,65	79.431.118,1
Vol Neto Pulp m3ssc	497.533,00	147,59	73.432.650,5
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	497.533,00	12,06	5.998.467,6

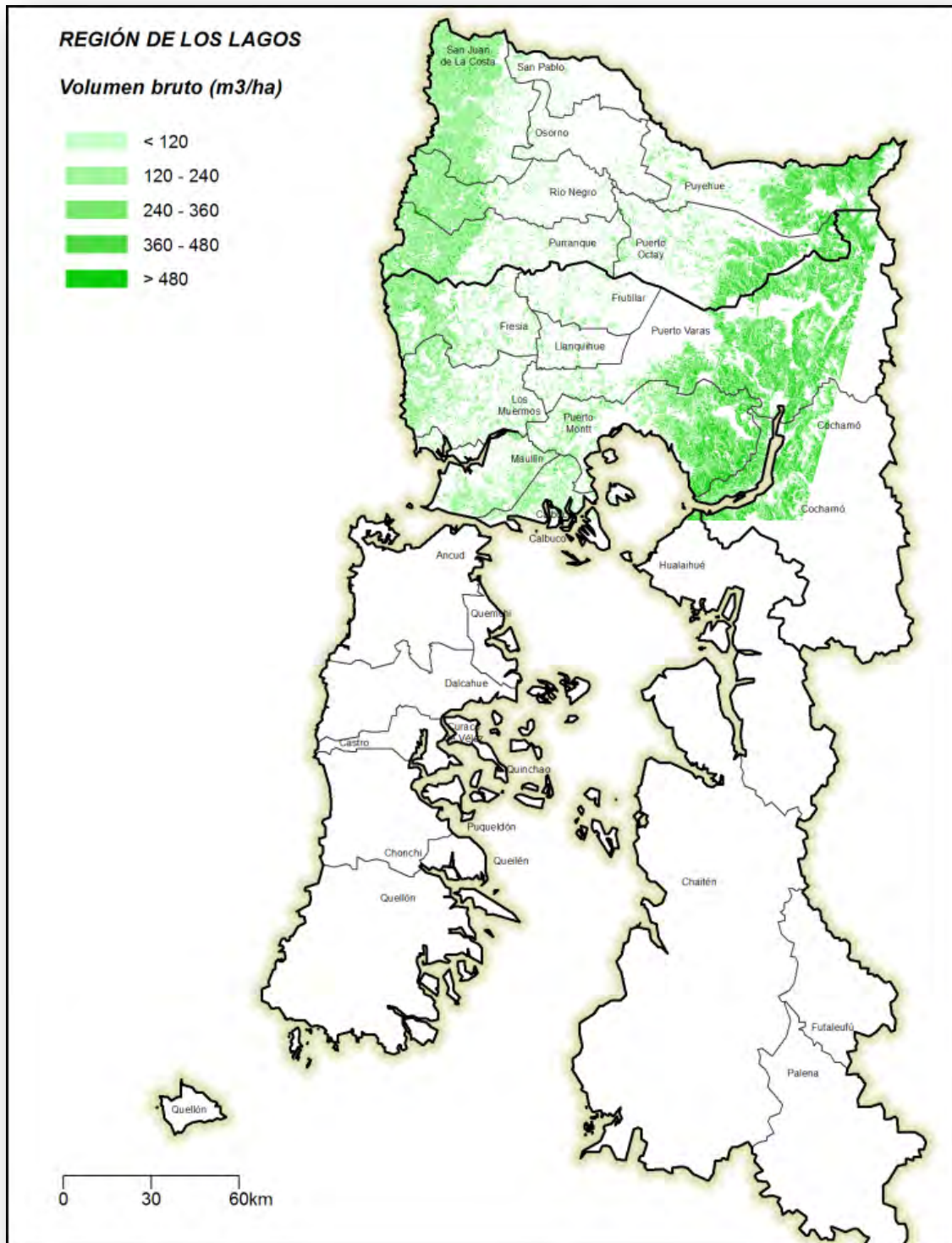
Tabla 51. Existencias Totales Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	238.722,00	7,01	1.672.763,4
Volumen m3ssc	238.722,00	317,00	75.675.271,9
Area Basal m2	238.722,00	34,91	8.333.000,1
Número árboles	238.722,00	918,25	219.207.531,3
Vol Neto m3ssc	238.722,00	204,39	48.792.616,6
Vol Neto Pulp m3ssc	238.722,00	194,85	46.515.574,8
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	238.722,00	9,54	2.277.041,8

Tabla 52. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.251.096,00	7,31	9.148.080,2
Volumen m3ssc	1.251.096,00	291,93	365.238.252,9
Area Basal m2	1.251.096,00	41,68	52.151.306,2
Número árboles	1.251.096,00	1.322,68	1.654.804.858,5
Vol Neto m3ssc	1.251.096,00	190,12	237.852.356,6
Vol Neto Pulp m3ssc	1.251.096,00	169,36	211.884.082,2
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	1.251.096,00	20,76	25.968.274,4

## DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES



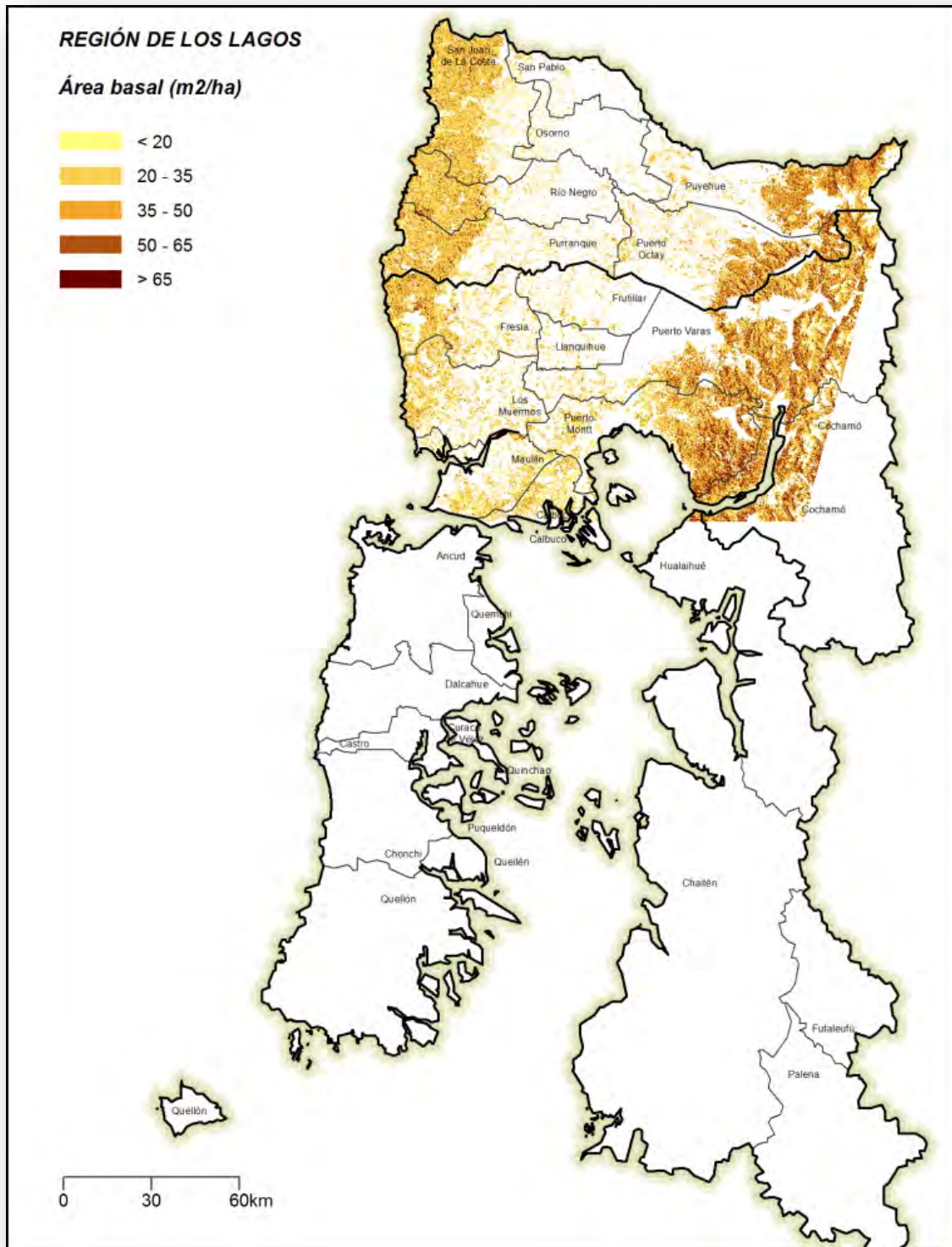


Figura 5. Existencias en área basal y volumen. Región de los Lagos

## Región de Aysén

La región de Aysén contabiliza una existencia total de 1.396 millones de m<sup>3</sup> sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión cercana al 82% para su área de bosques continental y superior al 78% para las áreas de bosques nativos de sus archipiélagos.

Tabla 53. Existencias totales de la región de Aysén (Continental)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	2.291.727,45	6,64	15.207.299,4	25,89
Volumen m3ssc	2.291.727,45	357,53	819.361.802,0	17,80
Área Basal m2	2.291.727,45	39,21	89.855.991,1	17,07
Número árboles	2.291.727,45	757,64	1.736.294.907,2	*
Vol Neto m3ssc	2.291.727,45	211,35	484.358.114,2	18,94
Vol,Neto,Pulp m3ssc	2.291.727,45	348,35	798.325.089,6	20,26
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	2.291.727,45	25,43	58.276.059,5	*

Tabla 54. Existencias totales de la región de Aysén (Archipiélagos)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	1.611.890,49	6,53	10.524.829,0	17,69
Volumen m3ssc	1.611.890,49	358,04	577.127.974,8	21,43
Área Basal m2	1.611.890,49	41,51	66.910.475,4	18,15
Número árboles	1.611.890,49	849,89	1.369.932.682,0	21,30
Vol Neto m3ssc	1.611.890,49	216,55	349.053.218,0	20,87
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.611.890,49	195,73	315.501.467,6	21,16
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.611.890,49	20,82	33.551.759,7	*

Las existencias totales por provincia son:

Tabla 55. Existencias Totales Provincia De Aysén

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	997.771,29	6,58	6.568.202,3
Volumen m3ssc	997.771,29	375,74	374.903.314,7
Área Basal m2	997.771,29	39,75	39.663.282,8
Número árboles	997.771,29	-	-
Vol Neto m3ssc	997.771,29	231,38	230.863.164,8
Vol,Neto,Pulp m3ssc	997.771,29	-	-
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	997.771,29	-	-

Tabla 56. Existencias Totales Provincia De Aysén (Archipiélagos)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.611.890.49	6,53	10.524.829,4
Volumen m3ssc	1.611.890.49	358,04	577.127.986,2
Área Basal m2	1.611.890.49	41,51	66.910.474,5
Número árboles	1.611.890.49	849,89	1.369.932.678,8
Vol Neto m3ssc	1.611.890.49	216,55	349.053.222,9
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.611.890.49	195,73	315.501.464,0
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.611.890.49	-	-

Tabla 57. Existencias Totales Provincia De Capitán Prat

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	429.014,52	-	-
Volumen m3ssc	429.014,52	264,81	113.608.233,5
Área Basal m2	429.014,52	32,17	13.799.635,8
Número árboles	429.014,52	-	-
Vol Neto m3ssc	429.014,52	147,58	63.315.603,1
Vol,Neto,Pulp m3ssc	429.014,52	-	-
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	429.014,52	-	-

Tabla 58. Existencias Totales Provincia De Coyhaique

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	562.834,28	-	-
Volumen m3ssc	562.834,28	375,68	211.446.136,9
Área Basal m2	562.834,28	41,58	23.400.645,4
Número árboles	562.834,28	-	-
Vol Neto m3ssc	562.834,28	228,59	128.655.733,0
Vol,Neto,Pulp m3ssc	562.834,28	415,03	233.591.670,6
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	562.834,28	-	-



Las existencias totales por tipo forestal corresponden a:

Tabla 59. Existencias Totales Tipo Forestal Lengua

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.355.324,41	-	-
Volumen m3ssc	1.355.324,41	352,75	478.091.659,3
Área Basal m2	1.355.324,41	39,57	53.626.119,6
Número árboles	1.355.324,41	-	-
Vol Neto m3ssc	1.355.324,41	195,52	264.995.669,5
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.355.324,41	377,99	512.292.624,4
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.355.324,41	-	-

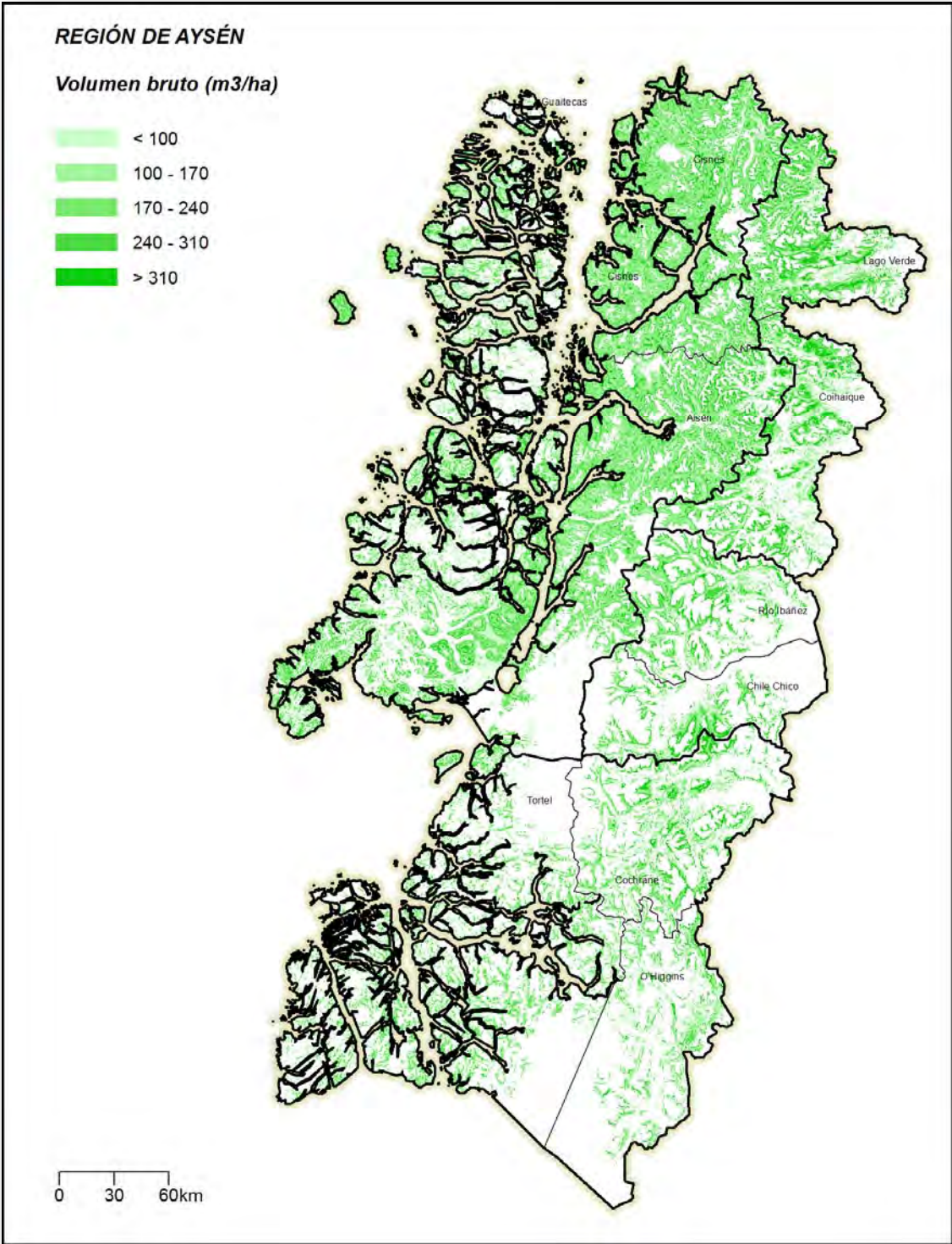
Tabla 60. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	613.947,95	6,12	3.758.439,2
Volumen m3ssc	613.947,95	366,30	224.891.968,7
Área Basal m2	613.947,95	39,74	24.400.735,6
Número árboles	613.947,95	522,66	320.886.251,0
Vol Neto m3ssc	613.947,95	224,51	137.839.636,6
Vol,Neto,Pulp m3ssc	613.947,95	343,89	211.131.236,1
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	613.947,95	-	-

Tabla 61. Existencias Totales Tipo Forestal Siempreverde (Archipiélagos)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.172.190,84	6,58	7.716.312,7
Volumen m3ssc	1.172.190,84	355,73	416.983.534,1
Área Basal m2	1.172.190,84	41,29	48.404.810,3
Número árboles	1.172.190,84	860,82	1.009.046.583,0
Vol Neto m3ssc	1.172.190,84	214,33	251.241.085,9
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.172.190,84	195,22	228.836.062,9
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.172.190,84	-	-

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES



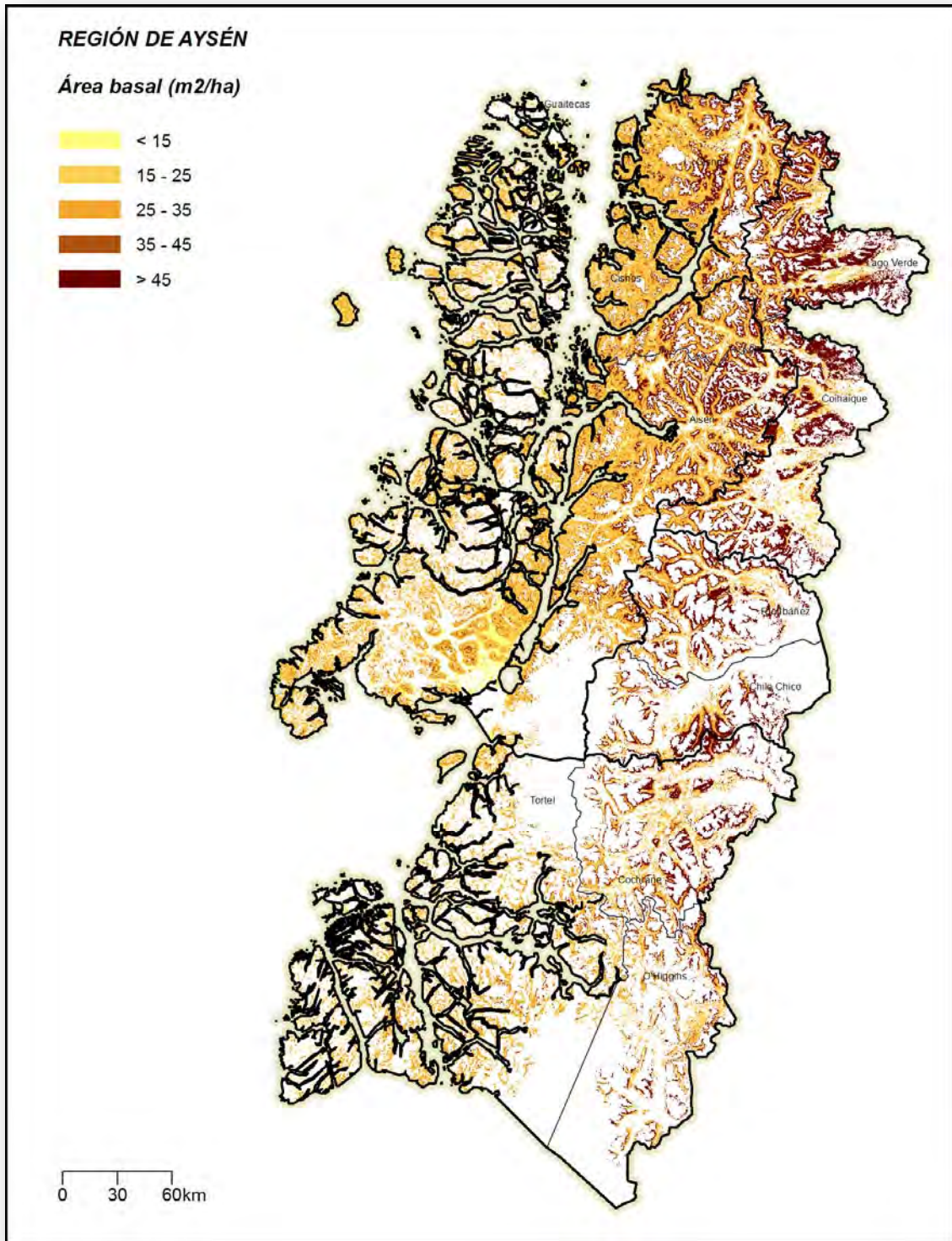


Figura 6. Existencias en área basal y volumen. Región de Aysén

## Región de Magallanes

La región de Magallanes contabiliza una existencia total de 854,5 millones de m<sup>3</sup> sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión superior al 82% para su área de bosques continental y cercana al 74% para las áreas de bosques nativos de sus archipiélagos.

Tabla 62. Existencias Totales de la Región de Magallanes (Continental)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	1.077.339,65	6,56	7.071.338,6	20,97
Volumen m3ssc	1.077.339,65	395,47	426.056.400,4	17,81
Área Basal m2	1.077.339,65	40,63	43.771.444,0	17,17
Número árboles	1.077.339,65	748,45	806.339.608,6	32,68
Vol Neto m3ssc	1.077.339,65	226,13	243.620.316,3	18,94
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.077.339,65	207,68	223.740.624,8	19,89
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.077.339,65	18,45	19.879.701,7	*

Tabla 63. Existencias Totales de la Región de Magallanes (Archipiélagos)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	1.409.327,98	3,27	4.604.632,0	27,40
Volumen m3ssc	1.409.327,98	303,99	428.423.706,3	25,38
Área Basal m2	1.409.327,98	31,32	44.142.060,4	23,25
Número árboles	1.409.327,98	830,71	1.170.736.081,8	31,44
Vol Neto m3ssc	1.409.327,98	187,63	264.428.689,0	28,79
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.409.327,98	176,28	248.431.969,2	28,00
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.409.327,98	11,35	15.996.714,5	*

Tabla 64. Existencias Totales Provincia De Magallanes

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	436.080,31	-	-
Volumen m3ssc	436.080,31	313,08	136.526.453,0
Área Basal m2	436.080,31	32,08	13.988.139,0
Número árboles	436.080,31	-	-
Vol Neto m3ssc	436.080,31	-	-
Vol,Neto,Pulp m3ssc	436.080,31	-	-
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	436.080,31	-	-

Tabla 65. Existencias Totales Provincia Tierra del Fuego

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	324.424,10	-	-
Volumen m3ssc	324.424,10	462,51	150.049.169,2
Área Basal m2	324.424,10	49,30	15.995.589,2
Número árboles	324.424,10	-	-
Vol Neto m3ssc	324.424,10	283,99	92.134.296,9
Vol,Neto,Pulp m3ssc	324.424,10	245,83	79.753.379,6
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	324.424,10	-	-

Tabla 66. Existencias Totales Provincia Ultima Esperanza

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	316.835,24	6,51	2.063.012,4
Volumen m3ssc	316.835,24	411,88	130.497.425,1
Área Basal m2	316.835,24	41,74	13.224.014,1
Número árboles	316.835,24	655,70	207.748.501,3
Vol Neto m3ssc	316.835,24	218,61	69.262.118,9
Vol,Neto,Pulp m3ssc	316.835,24	201,39	63.806.715,3
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	316.835,24	-	-

Tabla 67. Existencias Totales Provincia Ultima Esperanza (Archipiélagos)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.031.632,40	2,58	2.657.114,4
Volumen m3ssc	1.031.632,40	262,18	270.474.020,8
Área Basal m2	1.031.632,40	29,80	30.742.062,7
Número árboles	1.031.632,40	714,27	736.863.605,4
Vol Neto m3ssc	1.031.632,40	167,19	172.482.884,2
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.031.632,40	158,17	163.174.891,4
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.031.632,40	-	-

Tabla 68. Existencias Totales Tipo Forestal Coihue De Magallanes (Archipiélagos)

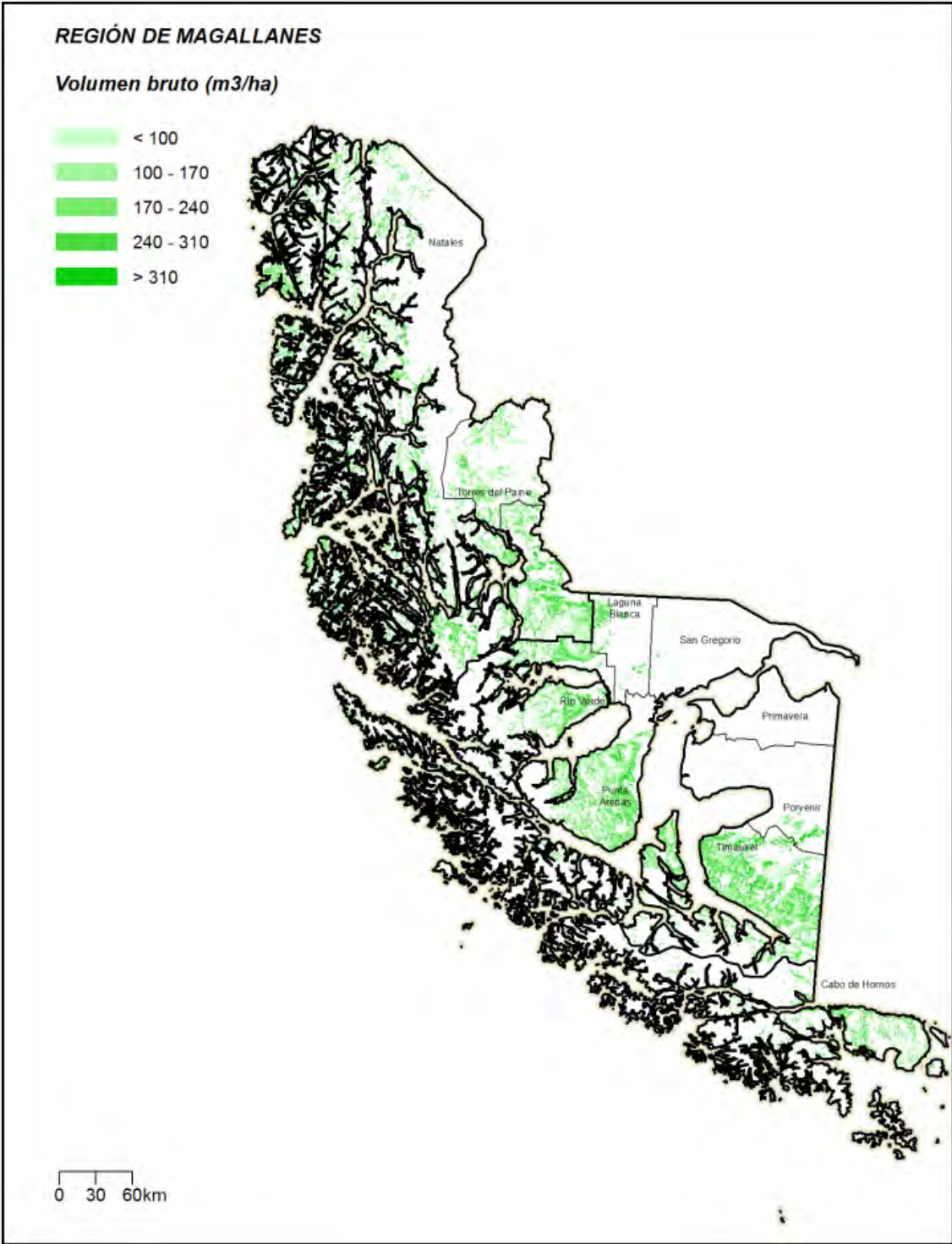
VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	785.288,80	3,07	2.409.494.0
Volumen m3ssc	785.288,80	303,14	238.049.988.3
Área Basal m2	785.288,80	30,90	24.263.463.4
Número árboles	785.288,80	783,60	615.352.505.0
Vol Neto m3ssc	785.288,80	184,26	144.701.150.6
Vol,Neto,Pulp m3ssc	785.288,80	174,11	136.729.545.2
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	785.288,80	-	-

Tabla 69. Existencias Totales Tipo Forestal Lengua

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.008.476,21	6,93	6.991.595,1
Volumen m3ssc	1.008.476,21	411,98	415.467.090,6
Área Basal m2	1.008.476,21	42,74	43.099.663,6
Número árboles	1.008.476,21	753,08	759.464.740,0
Vol Neto m3ssc	1.008.476,21	234,85	236.836.291,5
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.008.476,21	215,25	217.075.887,2
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.008.476,21	-	-



DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES



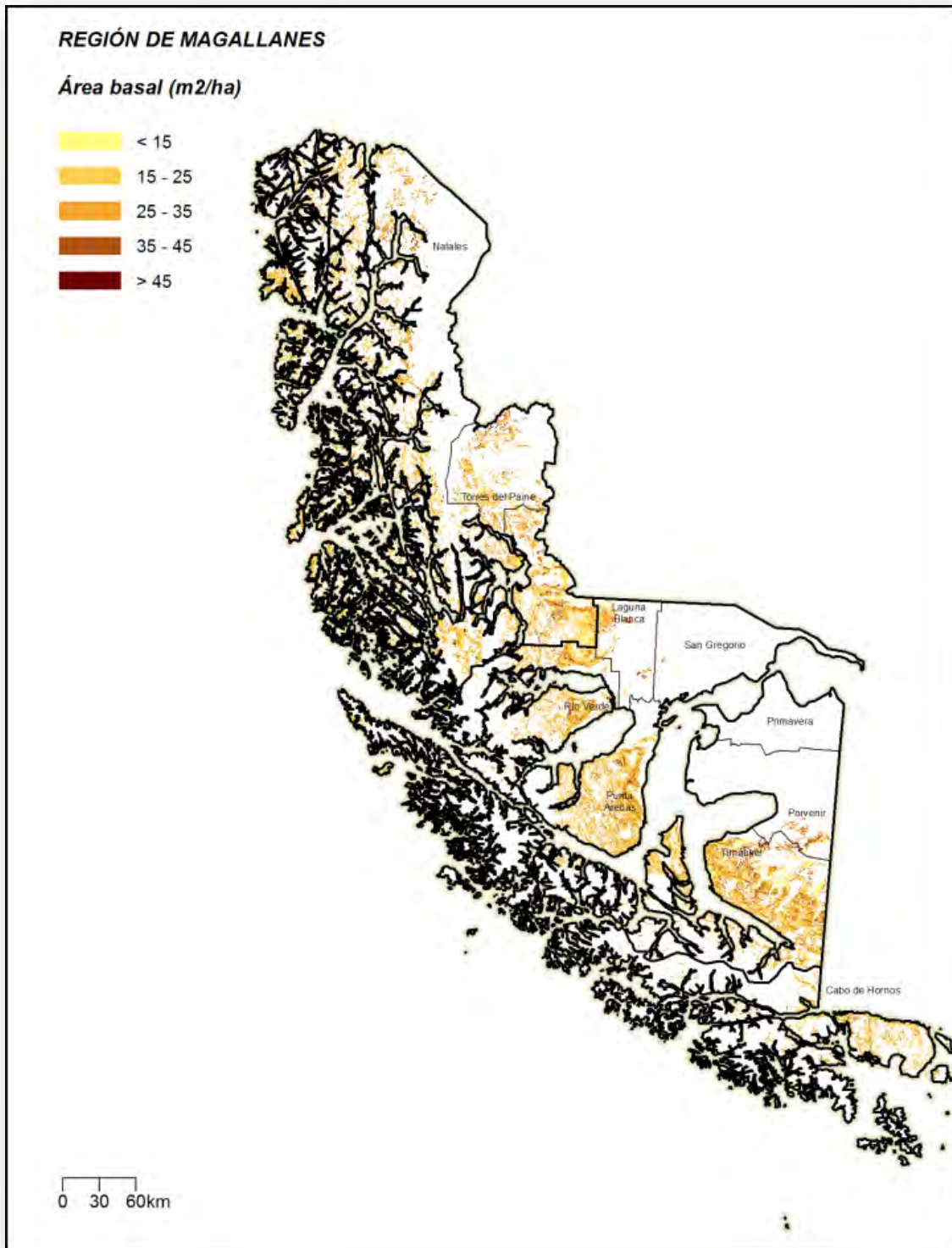


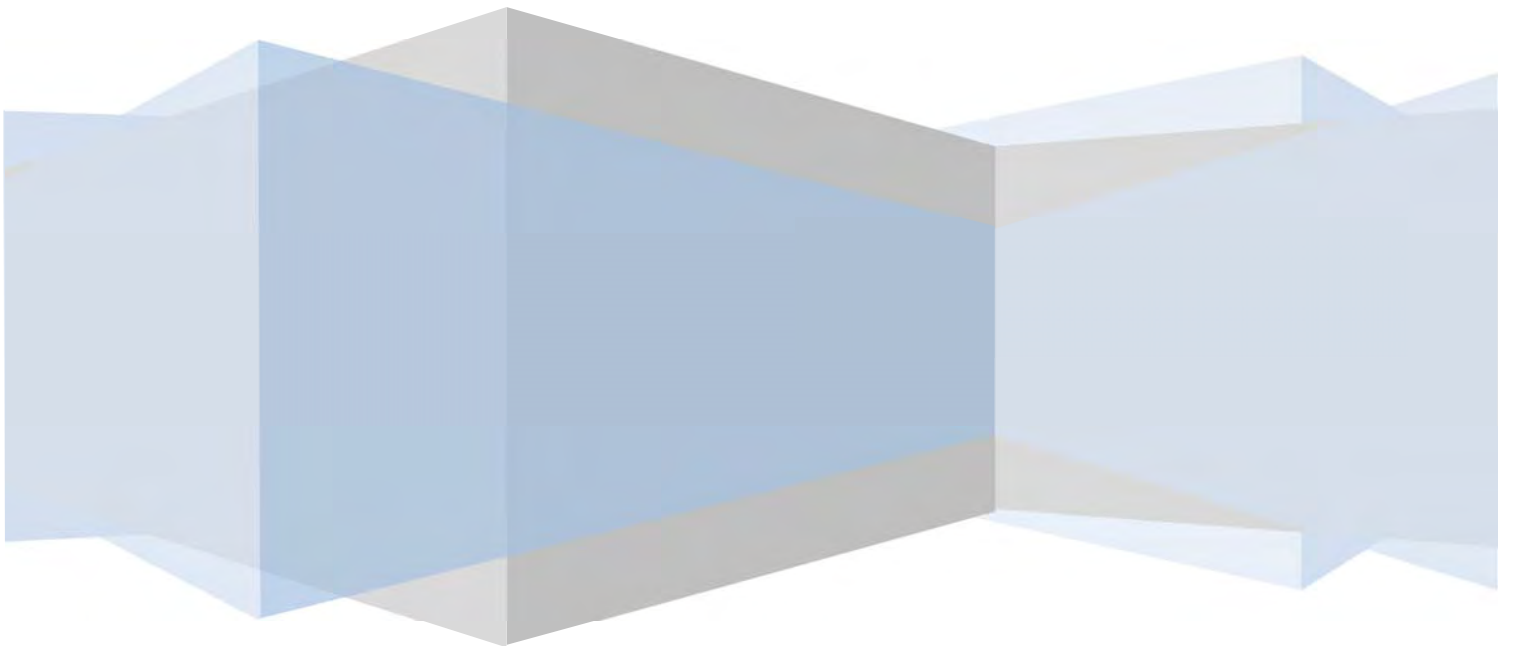
Figura 7. Existencias en área basal y volumen. Región de Magallanes

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

# EXISTENCIAS DE CARBONO

CAPITULO IV

INSTITUTO FORESTAL



## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
EXISTENCIAS DE tCO <sub>2</sub> -eq A NIVEL REGIONAL .....	1
EXISTENCIAS DE tCO <sub>2</sub> -eq A NIVEL PROVINCIAL.....	2
Existencias Provinciales Región del Maule .....	2
Existencias Provinciales Región del Biobío .....	2
Existencias Provinciales Región de La Araucanía .....	3
Existencias Provinciales Región de Los Ríos .....	3
Existencias Provinciales Región de Los Lagos.....	3
Existencias Provinciales Región de Aysén .....	4
Existencias Provinciales Región de Magallanes .....	4

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Existencias de CO <sub>2</sub> -eq a nivel regional .....	1
Tabla 2. Existencias de CO <sub>2</sub> -eq de la Región del Maule a nivel provincial .....	2
Tabla 3. Existencias de CO <sub>2</sub> -eq de la Región del Biobío a nivel provincial.....	2
Tabla 4. Existencias de CO <sub>2</sub> -eq de la Región de La Araucanía a nivel provincial .....	3
Tabla 5. Existencias de CO <sub>2</sub> -eq de la Región de Los Ríos a nivel provincial .....	3
Tabla 6. Existencias de CO <sub>2</sub> -eq de la Región de Los Lagos a nivel provincial .....	3
Tabla 7. Existencias de CO <sub>2</sub> -eq de la Región de Aysén a nivel provincial .....	4
Tabla 8. Existencias de CO <sub>2</sub> -eq de la Región de Aysén a nivel provincial (Archipiélagos).....	4
Tabla 9. Existencias de CO <sub>2</sub> -eq de la Región de Magallanes a nivel provincial .....	4
Tabla 10. Existencias de CO <sub>2</sub> -eq de la Región de Magallanes a nivel provincial (Archipiélagos).....	5

## INTRODUCCIÓN

La cantidad de CO<sub>2-eq</sub> capturado en los bosques naturales del país es un tema de alto interés actualmente, en especial desde la cumbre de Río de 1992 y la implementación de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC). En este contexto se reportan de forma referencial aquí las existencias de bosques en su equivalencia a gases efecto invernadero<sup>1</sup>. Estas equivalencias se estiman bajo el detalle metodológico descrito en Capítulo I del presente informe (Capítulo I: Procesamiento para la Estimación de Existencias en Biomasa y Carbono). Los datos entregados en estos cuadros resúmenes se refieren a tCO<sub>2-eq</sub> total aérea y radicular de individuos vivos. No obstante, en base de datos se cuenta con información de biomasa y Carbono para material muerto en pie y desechos gruesos y finos sobre el suelo, incluyendo hojarasca y humus.

## EXISTENCIAS DE tCO<sub>2-eq</sub> A NIVEL REGIONAL

Las existencias de tCO<sub>2-eq</sub> para aquellas regiones más relevantes por sus posibilidades de constituir datos de actividad (“activity data”) se detallan a continuación. Estas alcanzan para toda el área inventariada, las 8.398.843.664 tCO<sub>2-eq</sub>. Las existencias medias de tCO<sub>2-eq</sub> más altas se dan en la región de Los Lagos con 772,18 tCO<sub>2-eq</sub>/ha, con un aporte de captura anual bruta de 12,41 tCO<sub>2-eq</sub>/ha. La captura anual bruta total para todas las regiones alcanza los 148.626.832 tCO<sub>2-eq</sub>.

Tabla 1. Existencias de CO<sub>2-eq</sub> a nivel regional

REGION	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO <sub>2-eq</sub> /ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2-eq</sub> /ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO <sub>2-eq</sub> )	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2-eq</sub> )
COQUIMBO	60,38	-	3.514,00	386.563,81	-
VALPARAISO	89,82	1,25	95.463,00	10.501.577,00	119.370,06
METROPOLITANA	93,54	1,32	93.526,00	10.288.493,00	123.548,84
O'HIGGINS	147,84	1,72	118.013,00	12.982.229,00	202.409,22
MAULE	360,60	13,46	370.330,00	133.544.317,72	4.984.722,62
BIO BIO	583,03	17,34	786.208,00	458.380.767,48	13.634.701,84
LA ARAUCANIA	517,95	11,51	908.501,10	470.559.059,74	10.460.431,64
LOS RIOS	540,33	11,49	849.771,00	459.157.286,50	9.764.713,78
LOS LAGOS	772,18	12,41	2.758.873,00	2.130.334.720,00	34.250.080,00
AYSEN *	767,89	13,73	3.903.617,94	2.997.550.756,44	53.604.846,45
MAGALLANES *	689,74	8,64	2.486.667,63	1.715.157.893,54	21.482.007,57

\* incluye en el valor de inventarios realizados en zonas de archipiélagos

<sup>1</sup> Si bien la IPCC enfatiza los cambios en existencias de biomasa leñosa debidas a cambios de uso o debidas a prácticas de manejo, estos datos sirven de referencia respecto de los cambios producidos en terrenos forestales que siguen siendo terrenos forestales. No se entregan cifras netas por no existir aún datos de mortalidad, los que estarán disponibles solo después varios períodos de monitoreo.

## EXISTENCIAS DE tCO<sub>2</sub>-eq A NIVEL PROVINCIAL

Los cuadros a continuación describen el desglose a nivel provincial para las regiones inventariadas. No se desglosan aquí las regiones de Coquimbo a O'Higgins debido a la pobre representación muestral en estas regiones en superficies de bosques.

### Existencias Provinciales Región del Maule

A nivel provincial las existencias en la región del Maule se detallan a continuación:

Tabla 2. Existencias de CO<sub>2</sub>-eq de la Región del Maule a nivel provincial

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO <sub>2</sub> -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq)
MAULE	Curicó	251,91	9,89	105.896,10	26.676.295,68	1.047.617,22
MAULE	Linares	426,03	16,52	160.213,40	68.256.102,94	2.647.331,47
MAULE	Talca	448,12	13,11	90.420,30	40.519.458,73	1.185.033,33

### Existencias Provinciales Región del Biobío

A nivel provincial las existencias en la región del Biobío se detallan a continuación:

Tabla 3. Existencias de CO<sub>2</sub>-eq de la Región del Biobío a nivel provincial

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO <sub>2</sub> -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq)
BIO BIO	Arauco	555,58	16,48	92.713,50	51.510.221,58	1.528.373,78
BIO BIO	BioBio	644,38	18,55	436.586,60	281.326.685,44	8.099.927,65
BIO BIO	Ñuble	446,55	14,78	231.020,70	103.162.635,00	3.414.011,92

## Existencias Provinciales Región de La Araucanía

A nivel provincial las existencias en la región de La Araucanía se detallan a continuación:

Tabla 4. Existencias de CO<sub>2</sub>-eq de la Región de La Araucanía a nivel provincial

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO <sub>2</sub> -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq)
LA ARAUCANIA	Cautín	540,13	12,29	490.141,60	264.742.632,13	6.023.753,38
LA ARAUCANIA	Malleco	479,56	10,17	418.359,50	200.626.557,03	4.255.166,43

## Existencias Provinciales Región de Los Ríos

A nivel provincial las existencias en la región de Los Ríos se detallan a continuación:

Tabla 5. Existencias de CO<sub>2</sub>-eq de la Región de Los Ríos a nivel provincial

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO <sub>2</sub> -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq)
LOS RIOS	Ranco	558,80	12,10	406.350,80	227.069.349,40	4.918.110,95
LOS RIOS	Valdivia	521,53	10,87	443.419,80	231.256.777,05	4.819.060,71

## Existencias Provinciales Región de Los Lagos

A nivel provincial las existencias en la región de Los Lagos se detallan a continuación:

Tabla 6. Existencias de CO<sub>2</sub>-eq de la Región de Los Lagos a nivel provincial

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO <sub>2</sub> -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq)
LOS LAGOS	Chiloé	760,21	13,35	621.927,60	472.797.711,96	8.301.826,85
LOS LAGOS	Llanquihue	530,99	9,77	776.991,80	412.572.923,44	7.587.560,87
LOS LAGOS	Osorno	731,83	12,83	377.345,00	276.153.460,87	4.841.956,74
LOS LAGOS	Palena	989,64	12,99	982.607,80	972.431.349,62	12.764.706,69

## Existencias Provinciales Región de Aysén

A nivel provincial las existencias en la región de Aysén para sus áreas continental y de archipiélagos se detallan a continuación:

Tabla 7. Existencias de CO<sub>2</sub>-eq de la Región de Aysén a nivel provincial

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO <sub>2</sub> -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq)
AISEN	Aysén	750,80	11,69	997.771,29	749.127.384,32	11.667.493,57
AISEN	Capitán Prat	575,54	-	429.014,52	246.914.299,80	-
AISEN	Coyhaique	744,44	-	562.834,28	418.994.650,44	-
AISEN	General Carrera	728,28	-	302.107,36	220.017.772,88	-

Tabla 8. Existencias de CO<sub>2</sub>-eq de la Región de Aysén a nivel provincial (Archipiélagos)

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO <sub>2</sub> -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq)
DE AISEN	Aysén	843,23	12,58	1.611.890,49	1.359.199.550,58	20.283.452,48
DE AISEN	Capitan Prat	-	-	429.014,52	-	-

## Existencias Provinciales Región de Magallanes

A nivel provincial las existencias en la región de Magallanes para sus áreas continental y de archipiélagos se detallan a continuación:

Tabla 9. Existencias de CO<sub>2</sub>-eq de la Región de Magallanes a nivel provincial

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO <sub>2</sub> -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq)
MAGALLANES	Magallanes	598,36	-	436.080,31	260.932.420,32	-
MAGALLANES	Tierra del Fuego	878,38	-	324.424,10	284.968.505,64	-
MAGALLANES	Ultima Esperanza	779,49	12,14	316.835,24	246.969.422,54	3.847.460,75



Tabla 10. Existencias de CO2-eq de la Región de Magallanes a nivel provincial (Archipiélagos)

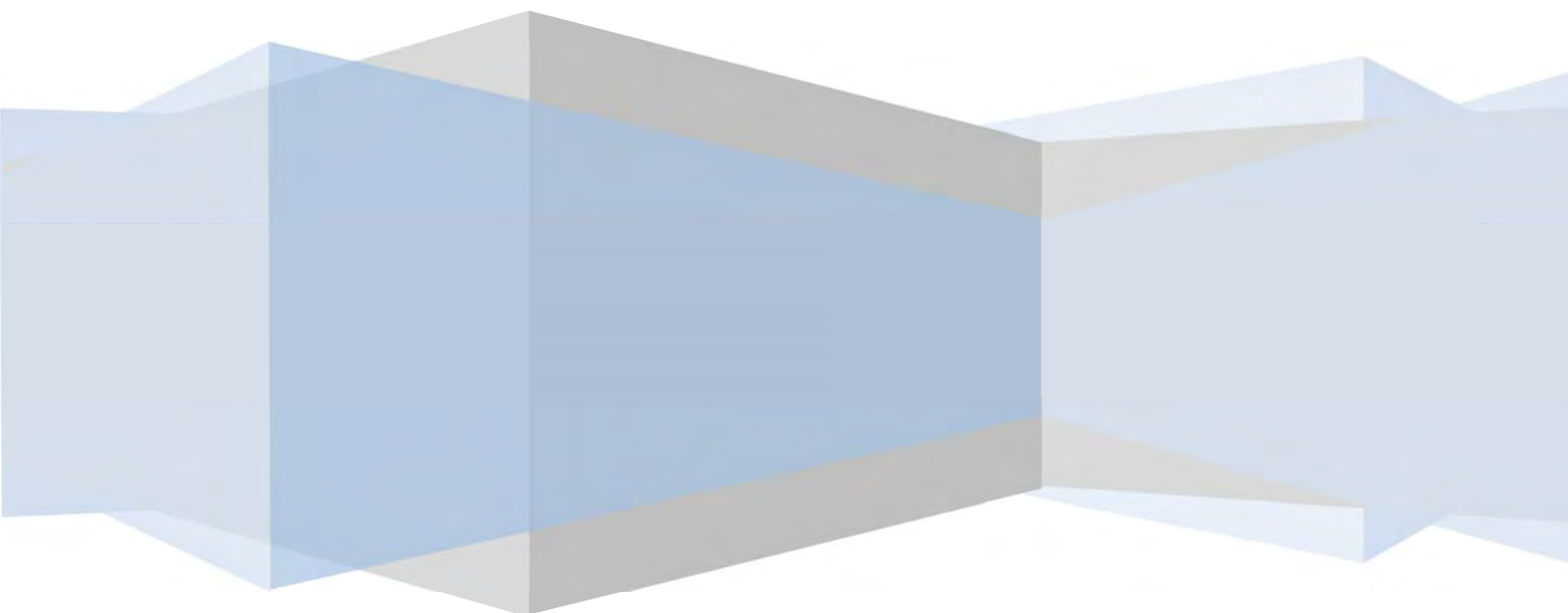
REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO <sub>2</sub> -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO <sub>2</sub> -eq)
MAGALLANES	Magallanes	-	-	253.002,95	-	-
MAGALLANES	Tierra del Fuego	-	-	124.692,63	-	-
MAGALLANES	Ultima Esperanza	573,26	4,55	1.031.632,40	591.391.576,07	4.698.404,29

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

# ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

CAPÍTULO V

INSTITUTO FORESTAL



## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
Área de estudio.....	2
Modelo teórico .....	3
Tamaño de la muestra y levantamiento de información .....	4
Análisis de la información .....	7
RESULTADOS .....	8
Características de la muestra .....	8
Promotores de la extracción de madera y uso ganadero del bosque .....	12
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	13
REFERENCIAS.....	15

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Toma de decisión relativa a la extracción de productos del bosque (Reyes, 2020) .....	4
Figura 2. Ubicación de las explotaciones con entrevista a tomadores de decisión .....	7
Figura 3. Año de toma de posesión y tamaño original de las explotaciones.....	8
Figura 4. Tamaño original y actual de las explotaciones .....	9
Figura 5. Condición jurídica del propietario / usufructuario del predio .....	9
Figura 6. Usos de suelo y cobertura de bosque nativo .....	10
Figura 7. Ingresos monetarios e importancia de los ingresos agrícolas .....	11
Figura 8. Importancia de la ganadería en el ingreso intrapredial .....	12

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las variables elaboradas a partir de la encuesta. ....	6
Tabla 2. Variables estadísticamente significativas respecto a la extracción de madera nativa y uso ganadero del bosque .....	13



## INTRODUCCIÓN

El tipo forestal esclerófilo presenta una gran riqueza de especies de flora y fauna, un alto porcentaje de las cuales son endémicas (Armesto *et al.*, 2007; Arroyo *et al.*, 1999). Al respecto, Myers *et al.* (2000) incluyen a estos bosques en una de las 25 ecorregiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial.

Sin embargo, por muchos años este tipo forestal ha sido intensamente intervenido por el ser humano, debido a que buena parte de las especies que lo componen presentan algún grado de interés comercial, ya sea para la extracción de productos maderables y no maderables (Donoso y Durán, 2007).

La presión que se ha ejercido sobre el bosque esclerófilo en la zona mediterránea de Chile central ha llevado a que se encuentre en un estado de tipo clímax regresivo (Castillo *et al.*, 2012, 2016), con comunidades de especies adaptadas a una estructura de bosque ralo y matorral degradado, con recurrencia de especies invasoras de rápido crecimiento y patrones de regeneración acelerados (Castillo 2015).

CEPAL (2005) relevó la importancia de incorporar la dimensión socioeconómica en el análisis de la gestión ambiental. Esto, debido a la relevancia de los procesos que intervienen en la toma de decisión de los propietarios de predios rurales, donde confluyen perspectivas de índoles éticas, legales, tecnológicas y políticas.

Es así como, en el marco del “Sistema Integrado de Monitoreo y Evaluación de Ecosistemas Forestales Nativos” (Simef)<sup>1</sup>, se realizó un análisis de las variables socioeconómicas que inciden en las decisiones relativas al uso del bosque nativo a partir de encuestas que se aplicaron entre las regiones de Coquimbo y Magallanes.

Este estudio muestra los resultados obtenidos en la región de O’Higgins, los cuales intentan ampliar nuestro entendimiento sobre los factores socioeconómicos que se asocian al uso maderero y ganadero del bosque nativo. Estos usos del bosque están estrechamente relacionados con su degradación (Cruz *et al.*, 2016).

---

<sup>1</sup> El Sistema Integrado de Monitoreo y Evaluación de Ecosistemas Forestales Nativos (Simef) es una iniciativa impulsada por los ministerios de Agricultura y Medio Ambiente, ejecutada por el Instituto Forestal (INFOR) y coejecutada por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el Centro de Información en Recursos Naturales (CIREN).

# MATERIAL Y MÉTODO

## Área de estudio

La región del Libertador Bernardo O'Higgins (conocida como región de O'Higgins) es una de las dieciséis regiones administrativas de Chile y se ubica entre los 33°50' y 34° 45' latitud sur. Al norte limita con la región Metropolitana, al sur con la región del Maule, al este con Argentina y al oeste con el Océano Pacífico. Su superficie es de 16.387 kilómetros cuadrados, donde destacan cuatro franjas longitudinales: Cordillera de los Andes, depresión intermedia, Cordillera de la Costa y planicies costeras.

En la región, el clima predominante es el templado mediterráneo, con ciertas variaciones producto de la topografía local. En la costa se presenta nuboso, mientras que, hacia el interior, experimenta fuertes contrastes térmicos. Las precipitaciones son mayores en la costa y en la Cordillera de los Andes, debido al relieve que no deja entrar a los vientos húmedos oceánicos (BCN, 2020). En el sector de planicies litorales, producto de la influencia oceánica, predomina el clima templado nuboso, caracterizado por una mayor humedad y abundante nubosidad. En la depresión intermedia predomina un clima templado de tipo mediterráneo cálido, con una estación seca de seis meses y un invierno poco lluvioso. A medida que se asciende por la cordillera, las temperaturas descienden bajo los cero grados en los meses de invierno. Sobre los 3.500 metros de altura se pasa al clima frío de altura con abundante caída de nieve y presencia de glaciares.

La región tiene una población de 914.555 habitantes (INE, 2017), la cual se distribuye en tres provincias: en la costa la provincia de Cardenal Caro, al norte la provincia de Cachapoal y al sur la provincia de Colchagua. El 26% de la población vive en zonas rurales, siendo Rancagua la ciudad más poblada y capital regional con 241.774 habitantes (INE, 2017).

Según la información del Censo Agropecuario y Forestal de 2007, la región de O'Higgins alberga el 8,2% de la superficie nacional dedicada a actividades silvoagropecuarias. Sus usos principales corresponden a plantaciones forestales (38,8%), frutales (21,5%), cereales (15,6%) y viñas y parronales (9,9%). Estos cuatro usos del suelo concentran el 85,8% de los suelos silvoagropecuarios de la región. En cuanto a la ganadería, la región destaca por su producción de cerdos (36% del total nacional) (INE, 2007).

El bosque nativo alcanza las 459.310 hectáreas, siendo en su mayoría (91,2%) del tipo forestal esclerófilo con especies características como *Quillaja saponaria* (quillay), *Lithraea caustica* (litre), *Peumus boldus* (boldo), *Cryptocarya alba* (peumo) y *Acacia caven* (espino) (INFOR, 2019). En la zona costera, tanto en exposición sur como norte, este bosque se presenta habitualmente como renoval abierto, mientras que en exposición sur se pueden encontrar renovales semidensos. Bosques más densos pueden ser encontrados con mayor frecuencia en la precordillera, especialmente en laderas de exposición sur con pendientes entre 15 y 45% (Garfías *et. al.*, 2018).

Las plantaciones forestales, por su parte, cubren 119.756 hectáreas, y están compuestas por *Pinus radiata* (57%) y *Eucaliptus globulus* (42%) (INFOR, 2019).

## Modelo teórico

En un contexto de predominio de la propiedad individual de la tierra, tanto el estado como el uso de los bosques dependen de las decisiones que toman sus dueños o usuarios. Estas decisiones dependen a su vez de las características de estos tomadores de decisión y el contexto en el cual están insertos: accesibilidad de los predios, mercados y políticas públicas, entre otros factores (Amacher *et al.*, 1996; Heltberg *et al.*, 2000; Heltberg, 2002; Joshi and Mehmood, 2011).

Teóricamente, el tomador de decisión evalúa el costo de oportunidad de utilizar sus recursos, o capitales, en distintas actividades productivas, entendiendo el concepto de capital en términos amplios: tiempo, dinero, recursos naturales, relaciones, etc. Esta evaluación de costos y beneficios es sesgada, y se basa fuertemente en las experiencias, valores y preferencias de los tomadores de decisión (proceso heurístico, muy distinto al modelo de decisión racional).

Este esquema conceptual es abordado mediante un modelo de utilidad aleatoria (Ecuación 1), en el cual los distintos capitales disponibles para la toma de decisión, más algunos elementos de contexto (ej. mercados), inciden en la percepción de utilidad (U) del tomador de decisión y por ende en la probabilidad de que se decida utilizar el bosque nativo para extraer madera u otros productos (Walker and Ben-Akiva, 2002).

$$U_{ijt} = \beta_1 CH_{jt} + \beta_2 CN_{jt} + \beta_3 CF_{jt-1} + \beta_4 EC_{jt} + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

Si  $U_{ijt} \geq U_{i-1jt}$ , se decide extraer madera u otros productos del bosque.

Si  $U_{ijt} \leq U_{i-1jt}$ , no se decide extraer madera u otros productos del bosque.

donde,

$U_{ijt}$  utilidad percibida con respecto a la actividad i (extraer productos del bosque) por parte del tomador de decisión j en el momento t.

$\beta_{1-4}$  parámetros del modelo.

$CH_{jt}$  capital humano del tomador de decisión j en el momento t.

$CN_{jt}$  capital natural del tomador de decisión j en el momento t.

$CF_{jt-1}$  capital financiero del tomador de decisión j que resulta del momento t-1.

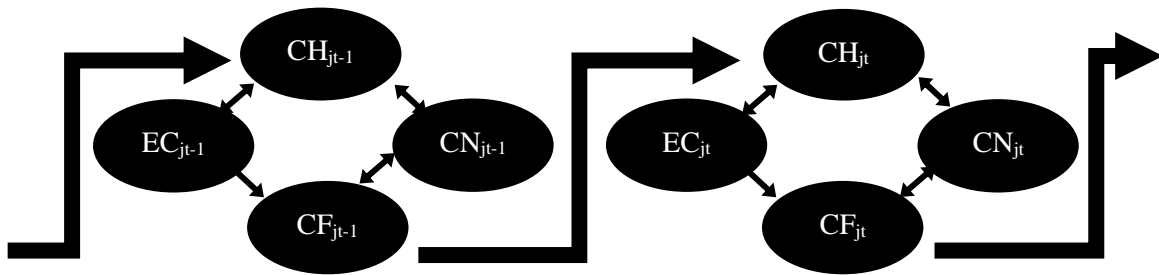
$EC_{jt}$  elementos de contexto del tomador de decisión j en el momento t.

$\varepsilon_{ijt}$  fracción no observable de la función de utilidad de la alternativa i por el tomador de decisión j en el momento t.

De esta forma, el tomador de decisión  $j$  escogerá la alternativa  $i$  en vez de  $i-1$  en el momento  $t$ , cuando la utilidad percibida de  $i$  sea mayor a la utilidad percibida de  $i-1$ . Por ejemplo, si la alternativa  $i$  es extraer madera del bosque, pero se genera una buena oportunidad laboral fuera del predio, entonces el tomador de decisión podría optar por  $i-1$  (no extraer madera y dedicarse a otras actividades; Figura 1). De esta forma, el uso de los bosques no depende solo de su abundancia, sino también del desempeño de otras actividades que generan bienes y servicios (Deweese, 1989).

$$U_{ijt-1} \geq U_{i-1jt-1}, \text{ extrae}$$

$$U_{ijt} < U_{i-1jt}, \text{ no extrae}$$



**Figura 1. Toma de decisión relativa a la extracción de productos del bosque (Reyes, 2020)**

Esto implica que la decisión de extraer madera u otros productos del bosque no es fija, y cambia dependiendo de la percepción de utilidad del tomador de decisión con respecto a múltiples alternativas productivas. Básicamente, él o ella deciden en qué actividades “invertir” sus distintos capitales en un contexto determinado. Esta variabilidad en la decisión de utilizar el bosque determina distintos niveles de presión y estados de conservación del bosque.

### **Tamaño de la muestra y levantamiento de información**

De acuerdo con el último Censo Agropecuario y Forestal 2007 (INE, 2007), en la región de O’Higgins existen 3.517 explotaciones con presencia de bosque nativo. Estas explotaciones corresponden a predios o conjuntos de predios que pertenecen o son utilizados por un mismo dueño o tomador de decisión, y representan la población objetivo de este estudio. El tamaño de la muestra se definió a partir de la ecuación 2:



$$n = \frac{(np \times p \times (1-p))}{((np-1) \times 2 \left(\frac{B}{C}\right) + p \times (1-p))} \quad (2)$$

donde,

- n tamaño de muestra.
- np tamaño de la población objetivo, en este caso, corresponde al total de explotaciones con presencia de bosque nativo en la región de O'Higgins.
- p corresponde a la heterogeneidad de la población (dispersión según alguna variable relevante). En este caso no se han considerado variables relevantes, por lo que se ha dejado en su valor por defecto: 50% o 0,5.
- B margen de error (0,1).
- C este valor es una constante que está en función del nivel de confianza, en este caso, el nivel de confianza es del 95% (1,96).

Utilizando la ecuación 2 se estimó un tamaño muestral de 80 explotaciones, las cuales se distribuyeron al azar a partir de la grilla sistemática de conglomerados que utiliza el Inventario Forestal Nacional (parcelas biofísicas). Se consideraron solo aquellos puntos que coincidían con bosque nativo. El sorteo se realizó utilizando ArcView 3.2 e imágenes satelitales disponibles en Google Earth para identificar los puntos de muestreo.

El levantamiento de información se realizó a partir de una encuesta, aplicada al principal tomador de decisión de las explotaciones seleccionadas. Este tomador de decisión corresponde a la persona que tiene a su cargo la administración de la explotación, normalmente su propietario o usuario, cuyas decisiones afectan directa e indirectamente el estado de conservación de los bosques.

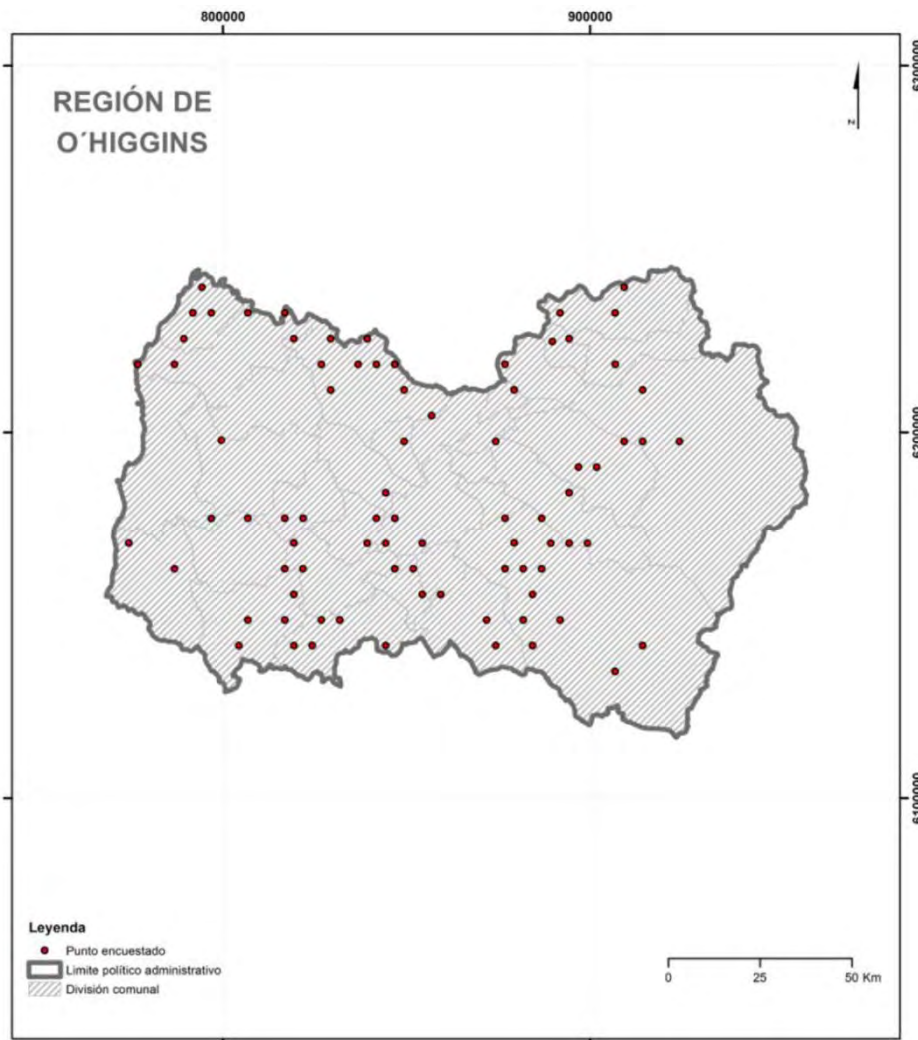
El instrumento incluyó los siguientes aspectos: a) capital humano, b) capital natural, c) capital financiero, y d) elementos de contexto. Las variables incluidas se mencionan en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las variables elaboradas a partir de la encuesta.

Categoría	Variables	Estadísticas	
		Promedio/%	Desv. estándar
Capital humano	Tipo de tomador de decisión (persona natural)	61,3%	n/a
	Edad del principal tomador de decisión (años)	60,5	14,5
	Escolaridad del tomador de decisión (años)	14,1	4,2
Capital natural	Tamaño de la explotación (hectáreas)	2.074,8	4.735,7
	Superficie de bosque nativo (hectáreas)	1.849,4	4.701,1
	Superficie de praderas y matorrales (hectáreas)	56,3	118,5
	Cobertura de bosque nativo (%)	73,2%	27,7%
Capital financiero	Ingreso total (\$/año)	\$506.018.558	\$871.381.714
	Importancia del ingreso extrapredial (%)	30,2%	39,0%
	Importancia del ingreso agrícola (%)	49,7%	44,0%
	Importancia del ingreso ganadero (%)	12,0%	25,1%
	Presencia de plantaciones forestales	21,3%	n/a
Elementos de contexto	Uso residencial del predio	43,8%	n/a
	Año de toma de posesión del predio (años)	1972	37
	Antigüedad caminos de acceso (años)		
	Tenencia de la tierra regularizada	86,3%	n/a

Cuando el principal tomador de decisión no estaba en la explotación al momento de la visita, se consiguió su número de celular para realizar la encuesta en otro momento. Si la persona finalmente decidía no participar en el estudio o era imposible encontrarla, se seleccionó otra explotación en su reemplazo. La figura 2 muestra la ubicación de las 80 explotaciones consideradas en los análisis posteriores.

El ingreso total de la explotación fue estimado a partir de la suma de los ingresos percibidos dentro y fuera de la explotación. El ingreso intrapredial se compone de ingreso agrícola, ingreso pecuario, ingreso forestal y otros (ej. arriendos), mientras que el ingreso extrapredial se compone de pensiones y subsidios, salarios, ingresos por cuenta propia y producción extrapredial. En el caso de los salarios, se consideraron los salarios de todos los integrantes del grupo familiar que dependen económicamente del tomador de decisión, estimados en base a promedios regionales (pago promedio para ciertos tipos de trabajos).



**Figura 2. Ubicación de las explotaciones con entrevista a tomadores de decisión**

## **Análisis de la información**

Para el análisis de la información se utilizaron regresiones logísticas, considerando dos variables dependientes: a) extracción - no extracción de madera nativa, y b) uso - no uso del bosque nativo como lugar de pastoreo. Para cada uno de estos usos del bosque se identificó un set de variables que inciden en su probabilidad de ocurrencia, en base a un muestreo de corte transversal. Este análisis solo abordó la ocurrencia de los eventos y no su magnitud, por lo cual corresponden a una primera etapa de análisis.

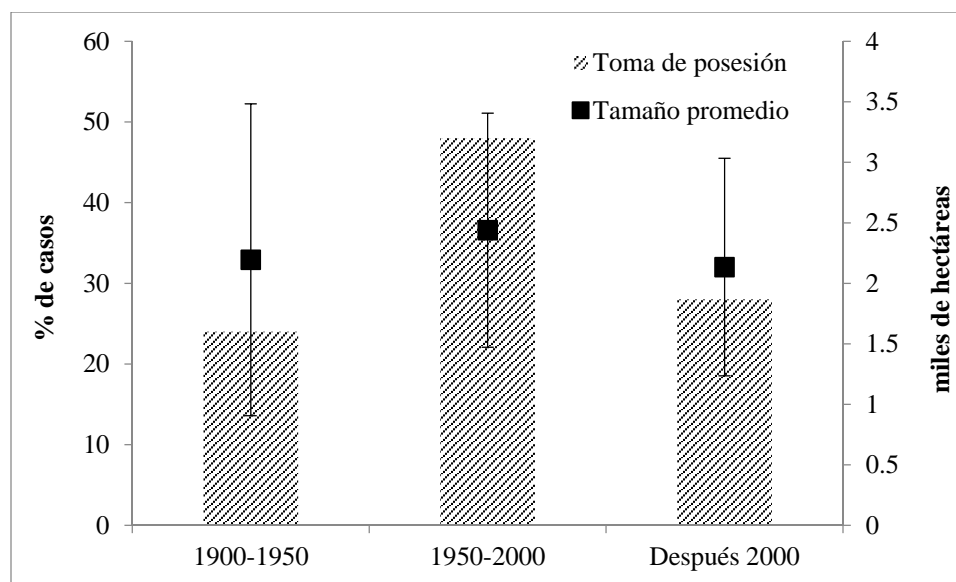
Previo al análisis estadístico de la base de datos, aquellas variables que tenían una distribución exponencial fueron transformadas utilizando logaritmo en base diez y raíz cuadrada (ej. tamaño de la explotación).

Las variables independientes que tuvieron una relación estadísticamente significativa en la probabilidad de ocurrencia, tanto de la extracción de madera como del uso ganadero del bosque nativo, fueron interpretadas como aspectos que influyen en la decisión de uso del bosque en un momento determinado, y no necesariamente como aspectos que siempre incidirán de la misma forma. Para identificar esto último, sería necesario realizar estudios longitudinales en base a datos de panel.

## RESULTADOS

### Características de la muestra

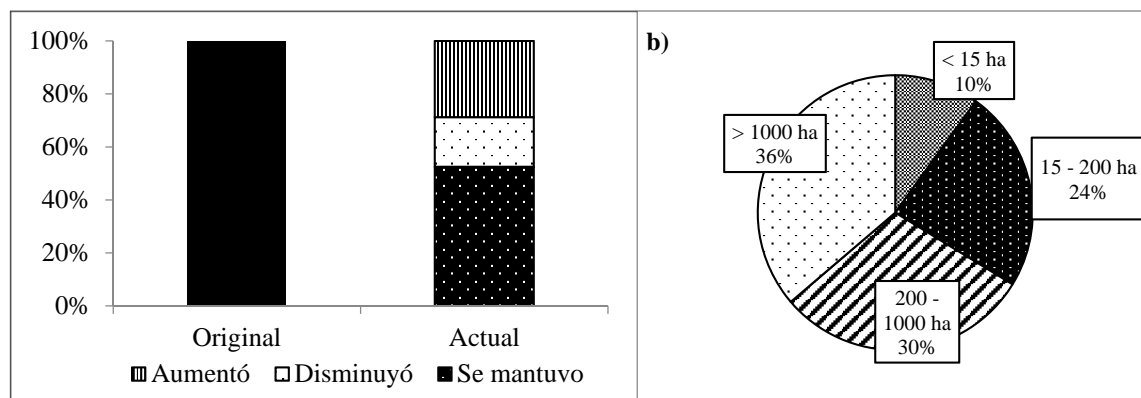
El 48% de los predios incluidos en la muestra fueron adquiridos o recibidos por parte de la familia del tomador de decisión entrevistado entre 1950 y 2000 (toma de posesión de las explotaciones). En ese momento la superficie media de las explotaciones fue de 2.438 hectáreas (error estándar 5.963 ha) (Figura 3). Esto coincide con el Plan de Acción Inmediata para la Agricultura y Explotaciones Afines implementado por CORFO (Corporación de Fomento de la Producción) en la década de los 40s, que impulsó a la agroindustria en toda la región (CORFO, 1940).



**Figura 3. Año de toma de posesión y tamaño original de las explotaciones**

Al comparar el tamaño actual de las explotaciones muestreadas se observa una disminución del 8% respecto al tamaño original. En el 52% de las explotaciones se mantuvo el tamaño de las explotaciones respecto a su extensión original, mientras que en el 29% aumentó y en el 19% disminuyó (Figura 4a).

Del total de explotaciones muestreadas, el 36% tiene un tamaño superior a 1.000 hectáreas (grandes predios), el 30% son consideradas explotaciones medianas (200-1.000 ha), el 24% corresponden a explotaciones pequeñas (15-200 ha), mientras que el 10% cuentan con una superficie menor a 15 ha (micro-propiedades) (Figura 4b).

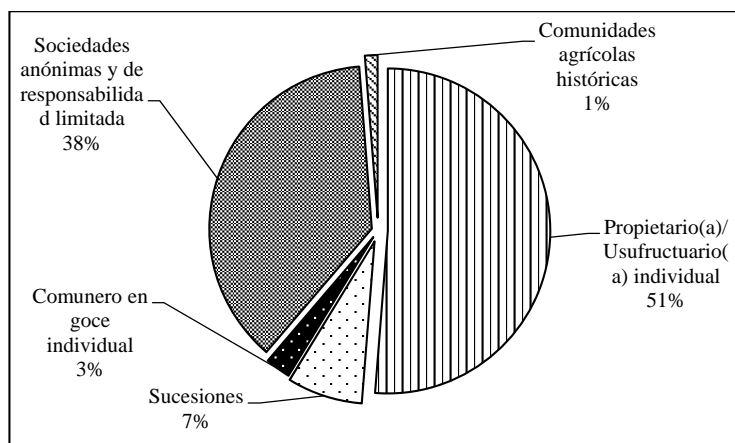


**Figura 4. Tamaño original y actual de las explotaciones**

Nota: a) Cambios en el tamaño de las explotaciones, b) Tamaños actuales de las explotaciones

El 36,3% de los tomadores de decisión viven en la explotación, el 61,3% no vive en la explotación, y el 2,5% restante vive esporádicamente en la explotación (por periodos). Estos tienen una edad promedio de 60 años (desviación estándar de 14 años). De ellos, el 86% son hombres y el 14% mujeres, con una escolaridad promedio de 14 años (formación técnico-profesional) y una desviación estándar de 4 años. Esto implica que dos tercios tienen más de segundo medio.

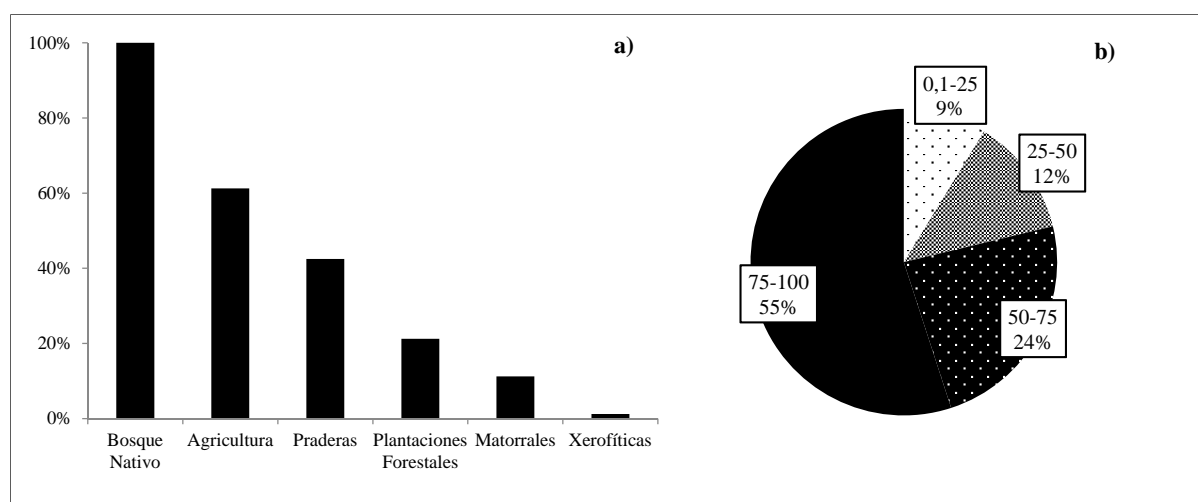
El 51% de las explotaciones consideradas en el estudio corresponden a propietarios-usufructuarios individuales, el 38% a sociedades anónimas y de responsabilidad limitada, el 7% a sucesiones o sociedades de hecho sin contrato legal, y 4% restante a otras condiciones jurídicas (comunero en goce individual, y comunidades agrícolas históricas) (Figura 5).



**Figura 5. Condición jurídica del propietario / usufructuario del predio**

El 61% de las explotaciones tiene áreas agrícolas, el 43% praderas naturales, el 21% plantaciones forestales, el 11% matorrales y solo el 1% cuenta con presencia de formaciones xerofíticas (Figura 6a).

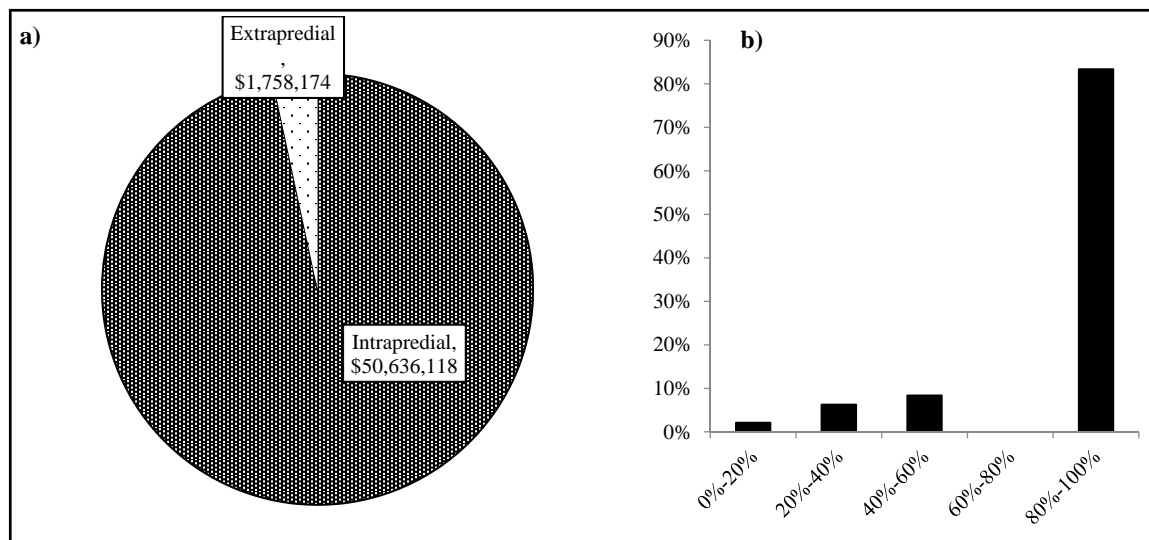
El 87% de los encuestados declara no extraer madera del bosque nativo. La superficie de bosque nativo que está dentro de las explotaciones que forman parte de la muestra es de 147.953 hectáreas, las cuales representan el 32% de la superficie regional de bosque nativo. El bosque nativo cubre más del 75% de la superficie de las explotaciones en el 55% de los casos, y menos del 25% de la superficie en el 9% de los casos (Figura 6b).



**Figura 6. Usos de suelo y cobertura de bosque nativo**

Nota: a) Presencia de distintos usos del suelo en las explotaciones (% de los casos), b) Porcentajes de cobertura de bosque nativo en las explotaciones (% de los casos).

El ingreso promedio anual intrapredial es de \$580.732.975 (error= \$105.545.733), que representa el 97% de los ingresos totales percibidos por los tomadores de decisión de las explotaciones muestreadas (suma de ingresos intraprediales y extraprediales). La agricultura es el componente más relevante en la generación de ingresos, pues en el 82% de los casos representa entre el 80% y 100% del ingreso intrapredial total de las explotaciones (Figura 7).

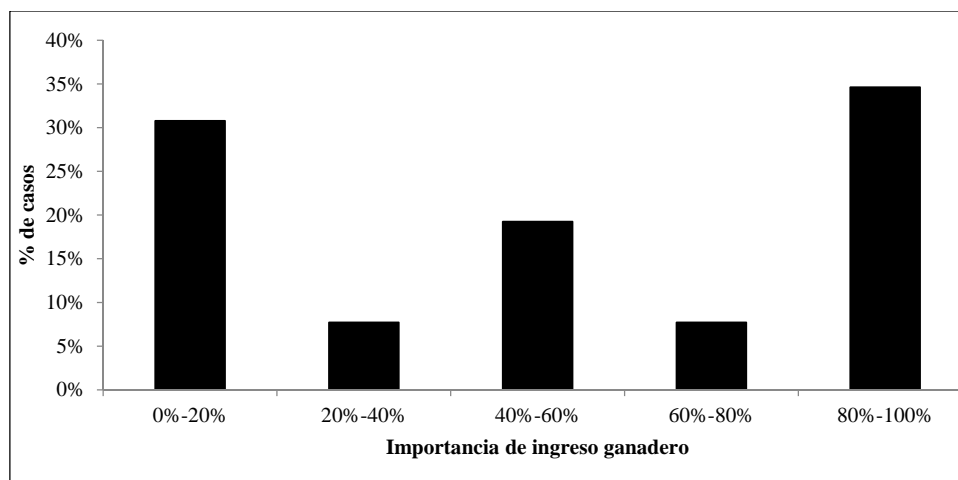


**Figura 7. Ingresos monetarios e importancia de los ingresos agrícolas**

Nota: a) Relación de ingresos intra y extraprediales, b) Porcentaje de importancia de ingresos agrícolas en las explotaciones.

El 34% de las explotaciones tienen ganado, el cual utiliza el bosque nativo como lugar de pastoreo. En el 77% de los casos la carga animal real supera con creces la capacidad máxima de 0,31 UA/ha<sup>2</sup>. La carga animal media de las explotaciones fue de 4,5 UA/ha (error estándar=0,68 UA/ha). En promedio, las explotaciones con ganado perciben anualmente \$61.007.115 (error estándar=\$27.264.787). En el 35% de los casos, esto representa más del 80% del ingreso intrapredial de la explotación. Por el contrario, en el 31% de los casos la ganadería representa menos del 20% del ingreso intrapredial de la explotación (Figura 8).

<sup>2</sup> Unidad animal equivalente. Esta unidad permite comparar distintos tipos de animales y estados de desarrollo, llevándolos a una unidad de medida común. Esta unidad simula la carga de una vaca de 450 kilos con su cría de 6 meses de edad.



**Figura 8. Importancia de la ganadería en el ingreso intrapredial**

## **Promotores de la extracción de madera y uso ganadero del bosque**

El 13% de las explotaciones reportaron extracción de madera nativa. La leña fue el principal producto maderero, seguido por el carbón vegetal. La mayor parte de los casos reportan volúmenes de extracción entre 5 y 100 m<sup>3</sup> sólidos/año. Aquellos que producían más de 100 m<sup>3</sup> sólidos/año estaban dedicados a la comercialización de carbón vegetal.

Una de las variables que se asocia a la extracción de madera nativa es la antigüedad de los caminos de acceso a los predios (accesibilidad), observándose que caminos más nuevos se asocian a una mayor probabilidad de extracción. Caminos más recientes permitirían el acceso a predios o partes del predio que han logrado conservar bosques en mejores condiciones, lo que hace atractiva su explotación.

Otras variables asociadas a la extracción de madera nativa fueron tipo de tomador de decisión, superficie de bosque nativo e importancia del ingreso extrapredial (Tabla 2). Cuando aumenta la superficie de bosque nativo aumenta también la probabilidad de extraer madera nativa, mientras que cuando aumenta la importancia de los ingresos extraprediales o cuando el propietario es una persona jurídica dicha probabilidad disminuye

Por otra parte, la ganadería sí es una actividad bastante extendida, y en buena medida se realiza en áreas de bosque nativo. Las variables que más se asociaron al uso ganadero del bosque fueron superficie de praderas, cobertura del bosque nativo e importancia del ingreso agrícola. La probabilidad de hacer un uso ganadero del bosque es mayor cuando aumenta la superficie de praderas, la cobertura del bosque nativo y disminuye la importancia del ingreso agrícola. Cuando se ajusta por superficie de praderas, y se eliminan aquellas explotaciones que tienen grandes áreas de praderas (> 200 ha), la cobertura de bosque nativo y la importancia del ingreso agrícola siguen siendo significativas, y se agrega la escolaridad del tomador de decisiones. A mayor escolaridad menor probabilidad de uso ganadero.



Tabla 2. Variables estadísticamente significativas respecto a la extracción de madera nativa y uso ganadero del bosque

Variables	Extracción madera	Uso ganadero
Tipo de tomador de decisión (persona natural)	✓	-
Edad del principal tomador de decisión (años)	-	-
Escolaridad del tomador de decisión (años)	-	✓
Tamaño de la explotación (ha) <sup>1</sup>	-	-
Superficie de bosque nativo (ha) <sup>1</sup>	✓	-
Superficie de praderas y matorrales (ha) <sup>1</sup>	-	✓
Cobertura de bosque nativo (%)	-	✓
Ingreso total (\$/año) <sup>1</sup>	-	-
Importancia del ingreso extrapredial (%)	✓	-
Importancia del ingreso agrícola (%)	-	✓
Importancia del ingreso ganadero (%)	-	-
Presencia de plantaciones forestales	-	-
Uso residencial del predio	-	-
Año de toma de posesión del predio (años)	-	-
Antigüedad caminos de acceso (años)	✓	-
Tenencia de la tierra regularizada	-	-

<sup>1</sup> Variable transformada por logaritmo natural.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La región de O'Higgins se encuentra en la zona central de Chile, área que ha sido utilizada intensamente por el ser humano, en especial desde la conquista española. Esta zona se caracteriza por el impacto que tuvo la reforma agraria en la toma de posesión de los predios, la antigüedad de su red caminera, su homogeneidad cultural y la enorme importancia económica que tiene la agricultura.

Gracias a sus condiciones bioclimáticas favorables, la agricultura es la principal actividad económica de las explotaciones, representando más del 60% del ingreso intrapredial. Esta actividad, junto a la ganadería y a la expansión urbana, han presionado fuertemente al bosque

esclerófilo, llevándolo a un estado de baja cobertura y notable fragmentación, tal como lo constatan Altamirano y Lara (2010) y Badano *et al.* (2005).

El uso intensivo de los suelos, junto a la baja cobertura vegetal han intensificado procesos de erosión. Así lo constata Martínez *et al.*, (2011), quien estima que la superficie de suelos erosionados (desde la categoría ligera a muy severa) en la región es de 861.183 hectáreas, lo que representa un 53% de la superficie regional. Esto es preocupante, debido a las crecientes tasas de deforestación y cambio de uso del suelo. Esta situación es aún más preocupante si se considera que en la región existen 1,15 millones de hectáreas (80% de los suelos de la región) con riesgo de erosión potencial entre moderado y muy severo.

Tal como lo expresa Garfías *et al.* (2018), la incidencia de incendios forestales en los últimos 50 años también constituye un factor de presión sobre el bosque esclerófilo. La ocurrencia de estos siniestros es mayor en verano debido a las altas temperaturas y condiciones de estrés hídrico. Sin embargo, también se asocia a sectores con mayor intervención de la vegetación, producto del cambio de uso del suelo y a episodios de origen antrópico que ocasionan perturbación en el paisaje.

La extracción de madera nativa como se pudo observar es relativamente baja respecto a los otros sistemas productivos de las explotaciones, y su uso está más destinado a la producción de carbón vegetal en base a *Acacia caven* (espino), práctica histórica e importante fuente económica para propietarios de explotaciones pequeñas (Galaz, 2004).

El uso de la leña es notoriamente menor en comparación a las regiones del sur. Tal como afirma Reyes *et al.* (2020), en la región existe mayor uso de biomasa producida a partir de desechos de podas de viñas, cultivos frutales y forestales, logrando suplir parte importante de la demanda dendroenergética, en la que el bosque nativo tiene un rol marginal.

El análisis de las explotaciones permitió constatar que la extracción de madera nativa tiende a ocurrir en explotaciones que tienen una mayor cobertura de bosque nativo (mayor disponibilidad relativa de bosques). Si bien la extracción maderera y el uso ganadero del bosque pueden converger en el mismo tipo de explotaciones (ej. pequeñas explotaciones), no es lo habitual, razón por lo cual tienden a ser actividades divergentes.

La extracción maderera se asocia a grandes áreas de bosque, y cuando ocurre en explotaciones pequeñas, a una menor importancia del ingreso extrapredial. El uso ganadero se asocia a una mayor área de praderas, y en predios pequeños a baja escolaridad e ingreso agrícola. Ambos usos podrían ocurrir en las mismas explotaciones, pero excepcionalmente.

Los promotores socioeconómicos identificados en este estudio, fuertemente asociados a la agricultura y ganadería, de algún modo, explican la situación de fragmentación y pérdida de bosque esclerófilo, reflejada en que solo el 49% de los casos se haya reportado recuperación de bosque nativo.

## REFERENCIAS

- Altamirano, A., Lara, A., 2010. Deforestación en ecosistemas templados de la precordillera andina del centro-sur de Chile. *Bosque* 31, 53-64.
- Amacher, G.A., Hyde, W.F., Kanel, K.R., 1996. Household fuelwood demand and supply in Nepal's tarai and mid-hills: Choice between cash outlays and labor opportunity. *World Development* 24, 1725-1736.
- Armesto J.J., Arroyo, M., Hinojosa, L.F., 2007. The Mediterranean environment of Central Chile. En: Veblen, T.T., Young, K.R., Orme, A.R. (Eds.). *The Physical Geography of South America*. Oxford University Press. Nueva York, EEUU. pp. 184-199.
- Arroyo, M.T.K., Rozzi, J.R., Simonetti, J., Marquet, J.A., Salaberry, M., 1999. Central Chile. En: Mittermeier, R.A., Myers, N., Robles-Gil, P., Mittermeier, C.G. (Eds.). *Hotspots. Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Mexico City: CEMEX-Agrupación Sierra Madre. pp. 161-171.
- Badano, E.I., Cavieres, L.A., Molina-Montenegro, M.A., Quiroz, C.L., 2005. Slope aspect influences plant association patterns in the Mediterranean matorral of central Chile. *J. Arid Environ* 62, 93-110.
- BCN (Biblioteca del Congreso Nacional), 2020. Sistema Integrado de Información Territorial (SIIT), Región de O'Higgins. Disponible en: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region6/clima.htm>
- Castillo, M., Garfias, R., Julio, G., González, L., 2012. Análisis de grandes incendios forestales en la vegetación nativa de Chile. *Interciencia* 37, 796-804.
- Castillo, M., Molina, J.R., Rodríguez y Silva, F., García-Chevesich, P., Garfias, R., 2016. A system to evaluate fire impacts from simulated fire behavior in Mediterranean areas of Central Chile. *Sci. Total Environ* 579, 1410-1410.
- Castillo, M., 2015. Diagnosis of forest fires in Chile. En Gonçalves, A.J.B., Vieira, A.A.B. (Eds.). *Wildland Fires. A Worldwide Reality*. Nova. Hauppauge, NY, EEUU. pp. 211-224.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2005. Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales. Santiago de Chile, 267 p.
- CORFO (Corporación de Fomento de la Producción), 1940. Plan de Acción Inmediata para la Agricultura y Explotaciones Afines. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago de Chile. 17 p.
- Cruz, P., Honeyman, P., Bascuñan, A., Duarte, E., Torres, J., Sell, J., Welzel, G., Bahamondez, A., Ahumada, I., Cárdenas, M.I., Flores, J.P., 2016. Apoyo en la generación y análisis de las causas de la deforestación, degradación forestal y no aumentos de existencias de carbono forestal, identificándose opciones estratégicas para enfrentarlas en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRIV) de Chile. Universidad Mayor (OTERRA), Ernst Basler + Partner, Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque

Nativo, Centro de Información de Recursos Naturales. Estudio encargado por la Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile.

Deweese, P.A., 1989. The woodfuel crisis reconsidered: Observations on the dynamics of abundance and scarcity. *World Development* 17, 1159–1172.

Donoso, S., Durán, L., 2007. Evaluación de la producción y productividad en biomasa aérea de Boldo (*Peumus boldus* Mol.) en un bosque esclerófilo. *Revista Ciencia e Investigación Forestal* 13(1), 125-136.

Galaz, I., 2004. Caracterización del Sistema de Producción de Carbón de Espino *Acacia caven* (Mol.) Mol, en la Comuna de Pumanque, VI Región. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago de Chile, 65 p.

Garfías, R., Castillo, M., Ruiz, M., Vita, A., Bown, H., Navarro, R., 2018. Remanentes del Bosque Esclerófilo en la Zona Mediterránea de Chile Central: Caracterización y Distribución de Fragmentos. *Interciencia* 43(9), 655-663.

Heltberg, R., 2002. Property rights and natural resource management in developing countries. *Journal of economics Surveys* 16, 189-214.

Heltberg, R., Arndt, T.C., Sekhar, N.U., 2000. Fuelwood consumption and forest degradation: a household model for domestic energy substitution in rural India. *Land Economics* 76, 213-232.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas), 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas), 2017. Censo de Población y de Vivienda.

INFOR (Instituto Forestal), 2019. Inventario continuo de ecosistemas forestales en Chile. Ministerio de Agricultura. Valdivia, Chile. Disponible en: <http://mapaforestal.infor.cl/>

Joshi, O., Mehmood, S.R., 2011. Factors affecting nonindustrial private forest landowners' willingness to supply woody biomass for bioenergy. *Biomass and Bioenergy* 35, 186–19.

Martínez, E., Flores, J., Poblete, V., Vita, A., Retamal, G., Moya, I., 2011. Sistematización de Información para el Diagnóstico del Estado Actual del Bosque Esclerófilo en Chile. Biblioteca Digital. Centro de Información de Recursos Naturales. Santiago, Chile. 84 p.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-858.

Reyes, R., Sanhueza, R., Schueftan, A., 2020. Consumo de combustibles derivados de la madera en la Región de O'Higgins: El desconocido rol de frutales y viñas en el abastecimiento regional de energía. Informes técnicos BES, Bosques – Energía – Sociedad, Año 6. N° 11. Instituto Forestal, Chile. 17 p.

Reyes, R., 2020. Promotores socioeconómicos de la pérdida y degradación del bosque nativo en Chile. Informe técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 100 p.

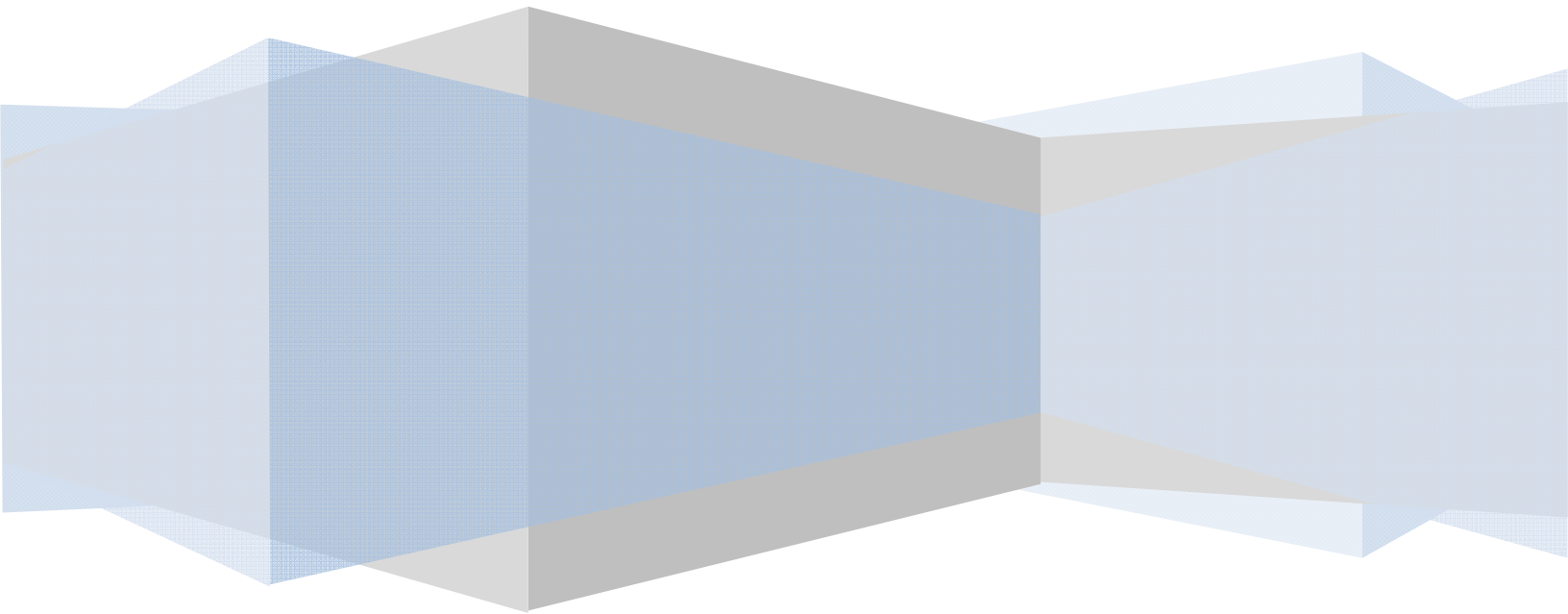
Walker, J., Ben-Akiva, M., 2002. Generalized random utility model. *Mathematical Social Sciences* 43, 303–343.

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

# **BIODIVERSIDAD**

**CAPITULO VI**

**INSTITUTO FORESTAL**



## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES TÉCNICO-METODOLÓGICOS .....	1
Definición de las unidades de biodiversidad.....	3
Levantamiento de datos de biodiversidad.....	5
Selección de conglomerados .....	5
Metodologías para el muestreo de biodiversidad .....	7
Vegetación, Flora y Suelo.....	8
Fauna de Vertebrados.....	12
Artrópodos.....	15
Base de Datos .....	18
RESULTADOS .....	19
Identificación de conglomerados. ....	19
Diversidad de artrópodos.....	19
Mapas de Distribución de Especies .....	22
REFERENCIAS .....	24
ANEXOS.....	26
Anexo 1.....	26
Anexo 2.....	27
Anexo 3.....	28
Anexo 4.....	29
Anexo 5.....	30

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estadios característicos del ciclo de Holling.....	2
Figura 2. Disposición de unidades de muestra del inventario forestal continuo.....	3
Figura 3. Malla de unidades muestrales de biodiversidad.....	4
Figura 4. Localización de conglomerados de ecosistemas terrestres para la Región de Coquimbo-Fase 5 .....	6
Figura 5. Distribución y tamaño de las parcelas de muestreo.....	9
Figura 6. Distribución y tamaño de los transectos de muestreo y esquema demostrativo de aplicación del método point quadrat .....	10
Figura 7. Distribución del área de búsqueda de flora por punto de muestreo.....	11
Figura 8. Esquema del diseño de muestreo para anfibios y reptiles .....	13
Figura 9. Esquema del diseño de muestreo para aves .....	13
Figura 10. Esquema del diseño de muestreo para micromamíferos .....	14
Figura 11. Esquema del diseño de muestreo para macro mamíferos.....	15
Figura 12. Esquema trampa de caída pitfall .....	16
Figura 13. Diagrama del diseño de muestreo para artrópodos .....	17
Figura 14. Metodologías de muestreo de artrópodos terrestres en SIMEF-Fase 5. ....	18
Figura 15. Localización de conglomerados realizados en la Región de Coquimbo-Fase 5.....	21
Figura 16. Mapa de ocurrencia para 10 especies forestales en base a datos del IFN y GBIF. ....	23

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipo de variables utilizadas en la selección de conglomerados.....	5
Tabla 2. Variables generales que caracterizan a cada conglomerado.....	7
Tabla 3. Variables a registrar en cada una de las parcelas o transectos de línea .....	10
Tabla 4. Variables a registrar para el componente suelo .....	12

## INTRODUCCIÓN

Desde su instauración, el Inventario Nacional Continuo de Ecosistemas Forestales ha realizado levantamiento de datos de biodiversidad, considerando el registro de datos de distintos grupos, no obstante, dicho esfuerzo se había enfocado primordialmente en el Reino *Plantae*.

Al tratarse de un inventario de tipo ecosistémico que visualiza y aborda a los bosques desde una perspectiva integral, es que dentro de sus actividades está el mejoramiento y complemento continuo de datos e información recopilada en función de las demandas de la sociedad, incorporando progresos científicos y tecnológicos en las materias relacionadas. Esta tarea es facilitada por su característica de diseño modular que permite incluir nuevos elementos con flexibilidad.

Así, dentro de las necesidades detectadas por el inventario está el enriquecimiento de la información de biodiversidad, con miras a aportar datos que permitan establecer conexiones entre la presencia de especies o grupos de especies con el estado de conservación o integridad de los bosques; comprendiendo entre otros la individualización y seguimiento de grupos funcionales, la identificación de especies indicadoras y especies clave en los ecosistemas forestales. Durante este periodo, y dadas las restricciones que impuso las condiciones sanitarias en el país, se priorizó el levantamiento de datos de biodiversidad de artrópodos en la región de Coquimbo. Las áreas de muestreo incluyeron formaciones vegetacionales incluidas en áreas protegidas del estado, áreas protegidas privadas y zonas prioritarias de conservación, ofreciendo información clave para la conservación y manejo de estas unidades en el país.

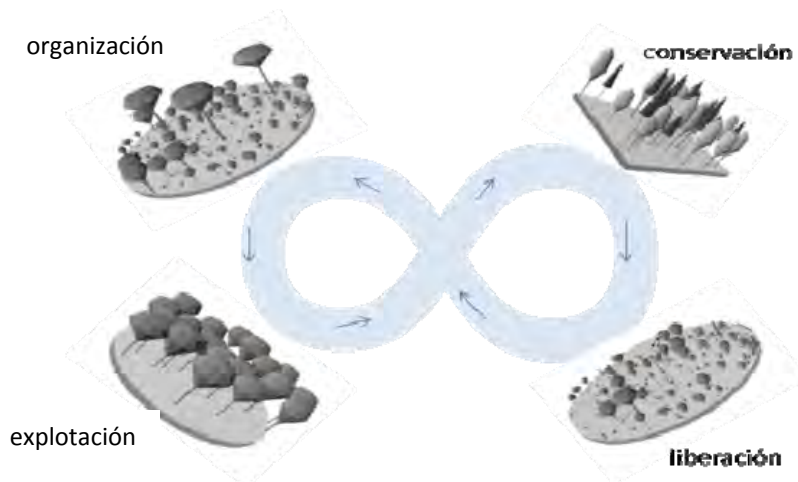
## ANTECEDENTES TÉCNICO-METODOLÓGICOS

Con el propósito de enfrentar el reto de evaluar la biodiversidad asociada al bosque nativo de otros componentes más allá del reino *Plantae*, se consideró necesario recurrir a una visión holística del bosque, es decir a nivel de ecosistema. Para ello se tomó el marco de trabajo del ciclo infinito de Holling (1973) como una perspectiva adecuada para la clasificación de los bosques. La figura 1 a continuación, describe el ciclo de estados propuesto por Holling desde una perspectiva del proceso flujo de materia - energía que ocurre en los bosques. A diferencia de una perspectiva basada en poblaciones-comunidades, la perspectiva de flujo de materia-energía representa los procesos que se dan entre los aspectos bióticos y abióticos y que resultan en formaciones características. La elección de una u otra perspectiva, depende de cuáles son las preguntas que se han planteado.

En el contexto del Inventario Forestal Continuo se considera necesario la comprensión de los procesos y funciones de los bosques, buscando identificar qué o cuales variables se deben medir.

Dado lo anterior, la utilización del ciclo de Holling permite mejorar la eficiencia de recolección de datos desde terreno tomando en cuenta la figura 1.





**Figura 1. Estadios característicos del ciclo de Holling**

En este ciclo el flujo de materia-energía produce condiciones ambientales tales que, dependiendo de cuanta energía capturada o libre se encuentre asociada al sitio, el bosque puede reconocerse en alguno de los cuatro estadios descritos por Holling, i.e.,

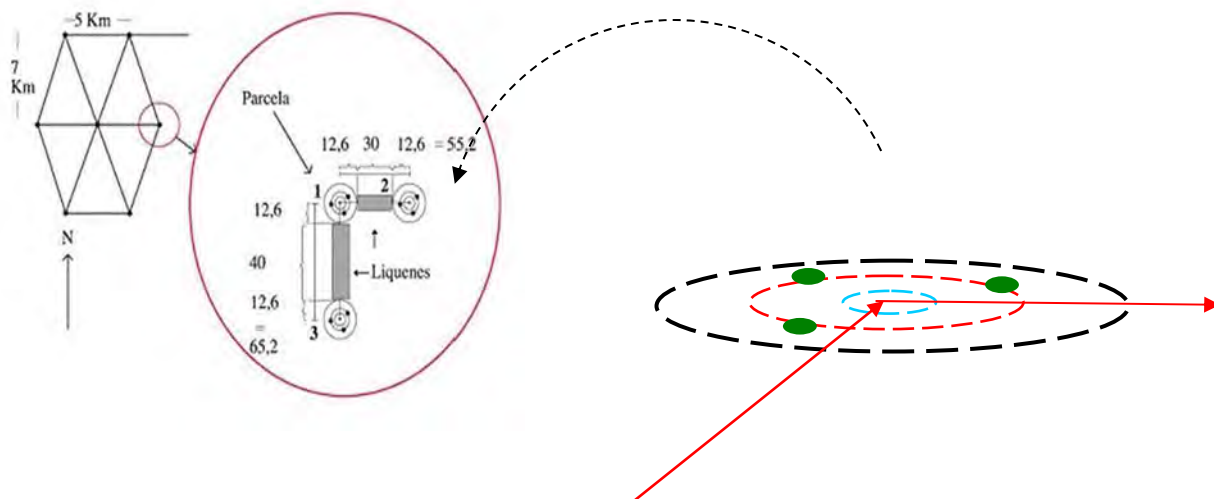
**Conservación.** Caracterizado por baja capacidad de realizar trabajo dado que toda la energía del sitio se encuentra capturada en forma de biomasa.

**Liberación.** Caracterizado por la presencia de algún evento perturbador que libera la energía capturada desencadenando un proceso de regeneración de especies oportunistas.

**Organización.** Proceso de consolidación de cierto ensamble de especies dentro del sitio.

**Explotación.** Caracterizado por un proceso competitivo desatado en forma de utilizar toda la energía habilitada producto de la liberación. Bajo este estadio se produce acumulación de biomasa y nutrientes.

INFOR a través del Inventario Forestal Continuo cuenta con alrededor de 1200 conglomerados de muestra distribuidos en todo el país. Estas muestras se localizan en forma sistemática sobre una cuadrícula de 5 km x 7 km organizadas en forma de arreglo triangular, según consta en la figura 2 a continuación.



**Figura 2. Disposición de unidades de muestra del inventario forestal continuo**

Cada conglomerado de muestra es clasificado en alguno de los estadios asociados al ciclo de Holling de tal forma que el país como conjunto de sus estados sea un indicador general y sintético de la integridad de los ecosistemas.

Se realiza esta aproximación en un área específica de forma hexagonal, de acuerdo con un diseño tal que asegure estimaciones insesgadas, en la medida de lo posible.

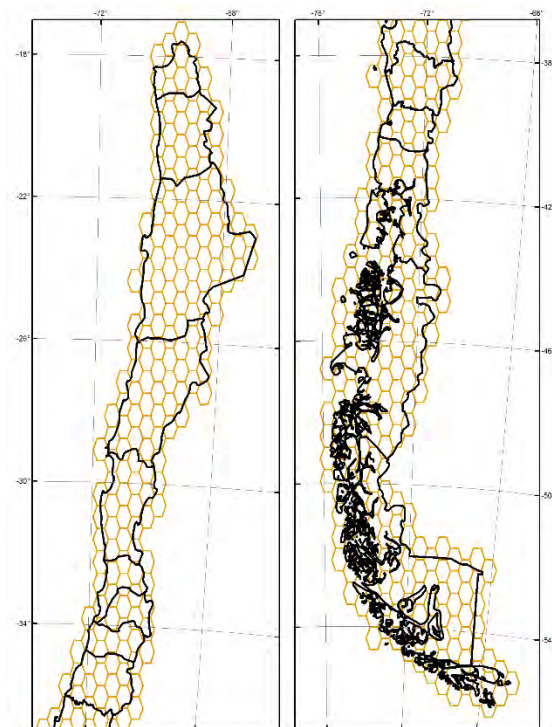
### **Definición de las unidades de biodiversidad**

En Estados Unidos, el uso de cuadrículas hexagonales se popularizó tras el empleo de éstas por la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) en su programa de monitoreo y evaluación ambiental (Spence y White, 1992), siendo luego adoptadas por el servicio forestal y su programa de Inventario Forestal y Análisis (FIA) y el programa de análisis de brechas del Servicio Geológico (USGS). Sin embargo, este tipo de cuadrículas y su utilidad en el ámbito económico ya había sido descrita en los años treinta por el geógrafo Walter Christaller (1933).

La selección de una grilla hexagonal por sobre otro tipo de unidades de organización para el inventario de biodiversidad fue hecha por ser comparativamente sencillas de generar, además de ser apropiada para cubrir grandes extensiones geográficas, incluso a escala continental, sin verse afectada por distorsiones geométricas de significación (Turner et al. 2012). Asimismo, gracias a su estructura jerárquica, este tipo de segmentación hace posible el cambio de la densidad de la malla donde los hexágonos siempre presentan igual área y perímetro para cada unidad de muestreo, lo que redundará en unidades estadísticamente similares (Polasky et al., 2000) que facilitan el análisis (Basset y Edwards, 2003. Haila y Margules, 1996) y evitan sesgos asociados a estas variables. Por su naturaleza, también es menos probable su coincidencia con límites administrativos, caminos y otros elementos creados por el hombre, siendo aptos

para definir variabilidad natural, especialmente cuando se trata de conjuntos de datos espacialmente heterogéneos (White et al. 1992). Además, de las superficies regulares con las que se puede dividir un plano, los hexágonos corresponden a la forma más compacta con adyacencia uniforme; es decir cada hexágono tiene un vecino con el cual comparte un lado y cuyo centro es equidistante de los centros de sus vecinos (Sahr et al, 2003, Jurasinski, 2006).

Para el levantamiento complementario de datos de biodiversidad para grupos distintos de vegetación se dividió la superficie nacional en unidades hexagonales, coincidentes con la malla triangular de 5 por 7 kilómetros del Inventario Nacional Continuo de Ecosistemas Forestales. De esta manera se generó una grilla de 444 unidades con una dimensión de 262.500 hectáreas cada una. La figura 3 describe una visión general de cómo se distribuyen espacialmente las unidades hexagonales para el muestreo de biodiversidad.



**Figura 3. Malla de unidades muestrales de biodiversidad**

El tamaño seleccionado para cada hexágono tuvo por objeto el poder organizar la toma de datos en unidades representativas que permitan un manejo práctico del territorio a través del tiempo. En este sentido, se consideró el número medio de parcelas del inventario posibles de encontrar en una unidad hexagonal típica, permitiendo reemplazo y garantizando a la vez una cantidad adecuada de puntos en los cuatro estadios del ciclo adaptativo de Holling, asociados a los conglomerados y parcelas donde se levanta información de los bosques.

## Levantamiento de datos de biodiversidad

El presente informe entrega antecedentes respecto del muestreo de los componentes de la biodiversidad considerados en el estudio, realizados en conjunto con expertos de la Universidad de La Serena y el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB). El muestreo se realizó en la Región de Coquimbo con una muestra total de 25 unidades muestrales.

### Selección de conglomerados

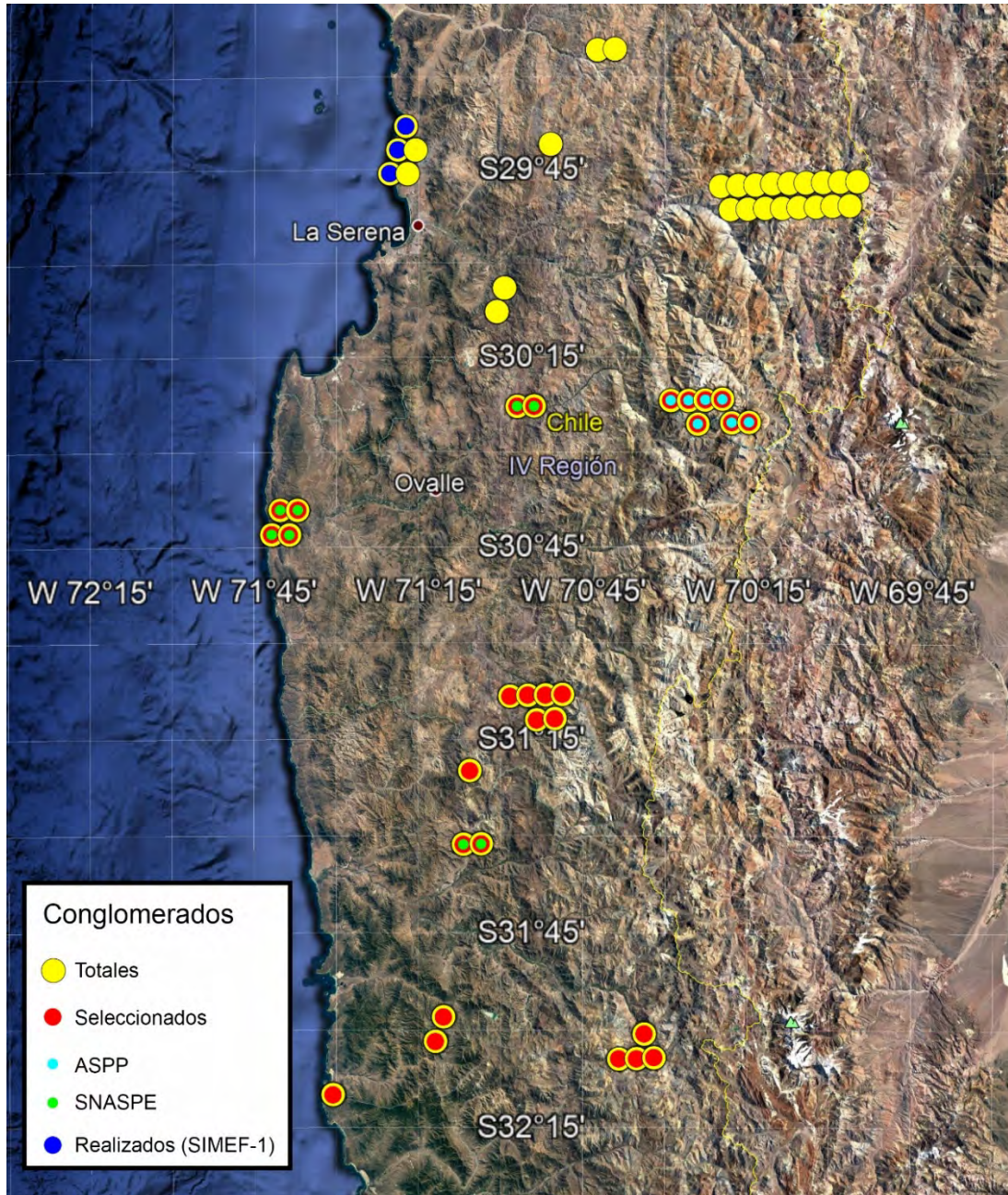
La selección de los puntos de muestreo a prospectar durante la fase 4, considera como prioritarias para ser seleccionadas aquellas unidades hexagonales que albergan Áreas de Alto Valor para la Conservación, AAVC (Sitios Prioritarios y Áreas Silvestres Protegidas Privadas y del Estado) ubicadas en la Región de Coquimbo. Adicionalmente, dentro de estas unidades, se seleccionaron conglomerados considerando variables de tipos territoriales, logísticas, topográficas y biológicas (Tabla 1).

Tabla 1. Tipo de variables utilizadas en la selección de conglomerados

Tipo	Descripción
Territoriales	Localización dentro de AAVC y zonas aledañas a ellas Tipo de AAVC
Logísticas	Distancias a caminos: 500, 1000 y 2000 m
Topográficas	Pendientes Altitud
Biológicas	Probabilidad de registro de especies animales (vertebrados e invertebrados) en la época de muestreo

Durante esta etapa – y de acuerdo con los criterios anteriores- se priorizaron 25 puntos de muestreo en sitios prioritarios de conservación, áreas protegidas del estado y áreas de conservación privadas para la evaluación de la biodiversidad de fauna de artrópodos en ecosistemas terrestres, asociados a un mínimo de 2 unidades hexagonales de biodiversidad.

Cabe destacar que durante el Inventario de biodiversidad de la fauna de artrópodos en ecosistemas terrestres Macrozona Norte-Fase 1 (2017) se levantó información de tres conglomerados ubicados al norte de La Serena (ver Fig. 4).



**Figura 4. Localización de conglomerados de ecosistemas terrestres para la Región de Coquimbo-Fase 5**

En amarillo, conglomerados totales para este estudio. En rojo conglomerados seleccionados factibles de muestrear. En celeste, conglomerados pertenecientes a ASPP (Áreas Silvestres Protegidas Privadas). En verde conglomerados pertenecientes a SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado). En azul, conglomerados realizados en Macrozona Norte-Fase 1 (2017).

## Metodologías para el muestreo de biodiversidad

La expansión del área de muestreo hacia diversas áreas del país ha hecho necesario que los protocolos de muestreo sean modificados y adecuados a las condiciones naturales de los ecosistemas allí presentes, ajustándose a los requerimientos de datos e información preponderantes en la zona. Además, los protocolos deben ser consistentes con los de la zona sur para evitar quiebres artificiales en la colección y análisis de los datos. Para facilitar el intercambio y complementación de información, el diseño de la base de datos considera el uso del estándar Darwin Core (DwC), el cual permite a los propietarios de los datos, publicar información de biodiversidad en un lenguaje (Darwin Core) y en un formato (archivos Darwin Core) que puede ser entendido y utilizado por todos.

El diseño de los protocolos de muestreo adicionalmente debe permitir la detección de cambios en el largo plazo respecto de las condiciones del paisaje, como cambios en la estructura del suelo y en la vegetación (cobertura, composición, estructura vertical/horizontal, estado de desarrollo, estado sanitario, etc.).

Para cumplir con estos objetivos, los indicadores deben contener las siguientes características:

- Ser cubiertos por una o varias variables lo más simple posibles
- Ser costo eficientes
- Representar elementos claves descriptivos de la dinámica de las formaciones en cuestión
- Ser fáciles de medir
- Evitar la necesidad de instrumentos/técnicas/materiales u otro que sea requerido al momento de la medición.

Para cumplir con ello, se determinó que cada conglomerado independiente de su configuración espacial fuese caracterizado en forma general por variables que entreguen información sobre localización, tipo de uso y estado biológico (Tabla 3), y específicos determinados por el componente biótico analizado.

Tabla 2. Variables generales que caracterizan a cada conglomerado

Variable	Descripción
<b>Identificación de la Unidad</b>	Identifica el número del Conglomerado al que pertenece y la brigada a cargo de los datos.
<b>Coordenadas</b>	Coordenadas en UTM Huso 19 S Datum WGS84 en el centro del conglomerado.
<b>Fotografías</b>	Una al GPS con el punto de campo y 4 en el siguiente orden de los puntos cardinales N-E-S-O (Formato 4:3)
<b>Estado Evolutivo</b>	Se describe el estado evolutivo dominante de la formación vegetal incluido en la muestra (primario, secundario, terciario)

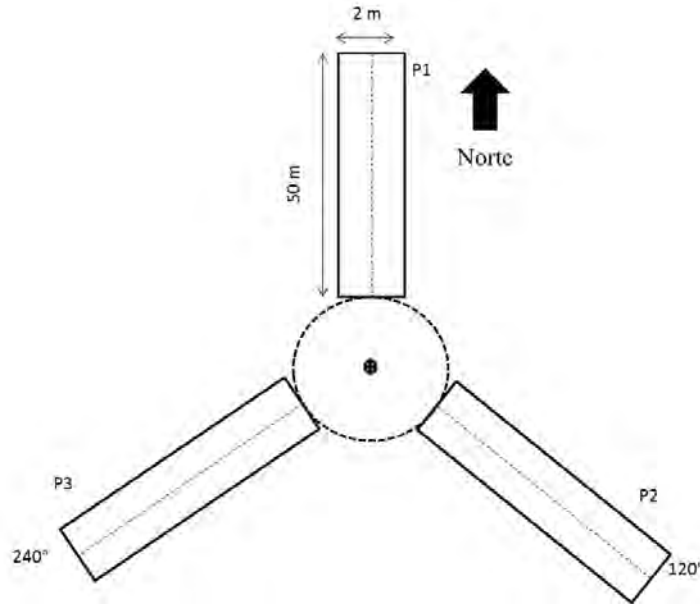
Variable	Descripción
<b>Degradación General</b>	Se considerará un esquema de descripción de degradación desde el punto de vista paisaje, de acuerdo a las siguientes categorías: Nulo; Bajo; Bajo-Medio; Medio; Medio-Alto; Alto
<b>Factor de intervención antrópica</b>	Determinado a 1 km a la redonda del punto central, se categoriza el tipo de intervención del hombre sobre el ambiente: Agricultura; Caminos; Cacería; Incendios; Inmobiliario; Minería; Pastoreo; Plantaciones; Otros no especificados (Puede ser más de uno)
<b>Grado de Intervención Antrópica</b>	Determinado por las siguientes categorías a cada uno de los factores registrados: Nulo; Bajo; Bajo-Medio; Medio; Medio-Alto; Alto
<b>Obras Civiles</b>	Se describe la presencia de obras civiles incluidas en y a 1 km a la redonda al punto de muestra, bajo las siguientes categorías: Carreteras y caminos; Cercos; Casas; Loteos; Minas; Embalses, Otros no especificados (Puede ser más de uno)
<b>Agua</b>	Se describe la presencia de cuerpos de agua en la muestra su origen y tipo si es posible: Salares; Lagunas; Ríos; Embalses; Estero; Canal de regadío; Vertiente; Tranque; Vegas.

## Vegetación, Flora y Suelo

El siguiente protocolo de muestreo está diseñado para abarcar dos tipos generales de formaciones vegetales, 1) Tipo zonal dominada por especies leñosas o suculentas, con hábitos arbustivos o arbóreos o por hierbas perennes, y 2) de tipo azonal dominada por especies herbáceas, como vegas y bofedales.

- PROTOCOLO PARA FORMACIONES ZONALES

El diseño de muestreo está considerado en base a tres parcelas rectangulares de 50 x 2 m, abarcando una superficie total de 300 m<sup>2</sup>. Las parcelas son ubicadas en un radio de 10 m de distancia desde el punto de muestreo, siendo localizada la parcela 1 (P1) en el sentido Norte (0°) y las consiguientes P2 y P3 a 120° y 240° en sentido de las agujas del reloj respectivamente (**Figura 5**). En cada parcela de muestreo se registra la abundancia, cobertura (diámetro mayor y menor de la copa en cm) y altura (cm) de todas las especies leñosas presentes o herbáceas perennes dominantes.



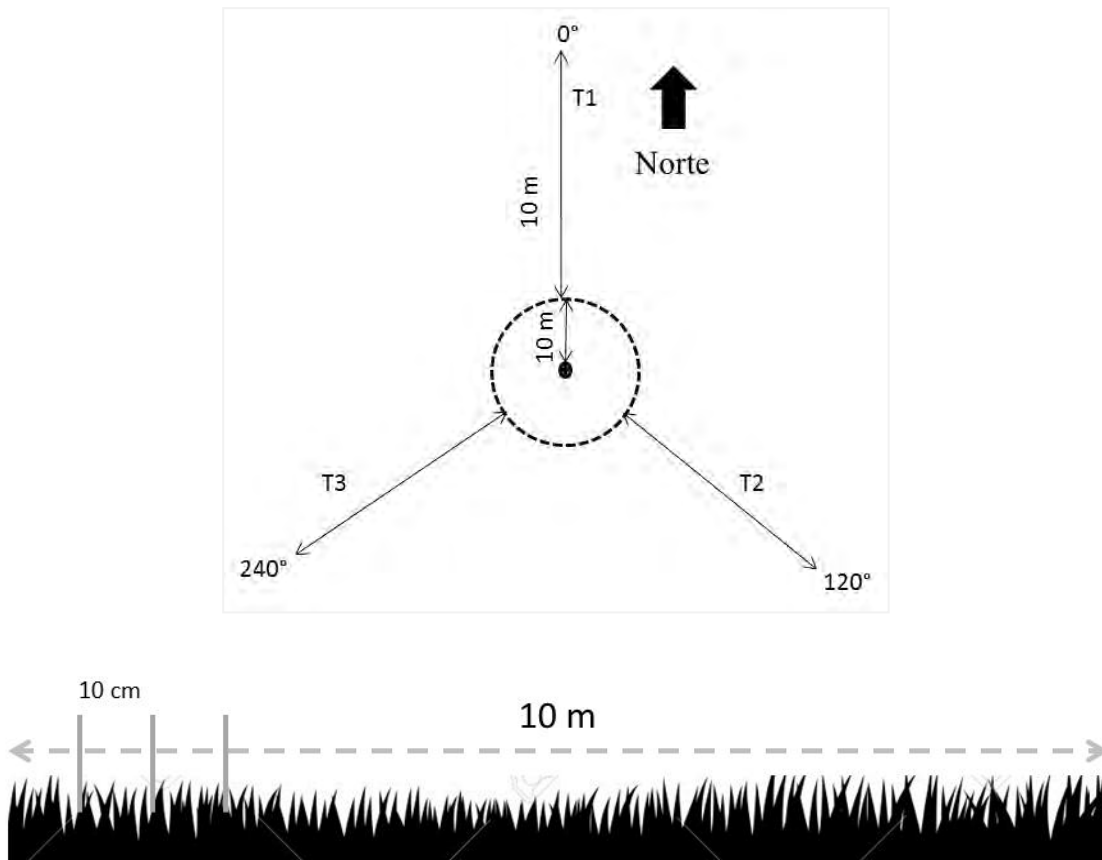
**Figura 5. Distribución y tamaño de las parcelas de muestreo**

La abundancia de hierbas acompañantes se estima mediante el método de Point Quadrat, utilizando un transecto longitudinal de 50 m en cada parcela y realizando la medición cada 50 cm de intercepción. La intercepción con suelo abierto o desnudo, roca o arbusto también es registrada. En cada transecto se obtienen 100 mediciones. La cobertura total y específica de cada conglomerado, se obtiene promediando los valores de cada uno de los transectos.

- PROTOCOLO PARA FORMACIONES AZONALES DE VEGAS Y BOFEDALES

El diseño de muestreo está establecido en base a tres transectos lineales de 10 m de largo. Utilizando el método Point Quadrat, se realiza una medición cada 10 cm en la línea de 10 m, identificándose el individuo interceptado a nivel de especie y obteniendo la altura total y vegetativa de cada uno (Figura 6). La intersección con suelo abierto, roca o arbusto, debe ser de igual forma registrada. En total se obtendrán 100 mediciones en cada transecto. La cobertura total y específica de cada punto de muestreo, se obtendrá promediando los valores registrados en cada uno de los tres transectos.





**Figura 6. Distribución y tamaño de los transectos de muestreo y esquema demostrativo de aplicación del método point quadrat**

Basado en los diseños antes descritos, se medirán y registrarán las siguientes variables sobre de cada individuo seleccionado (Tabla 3).

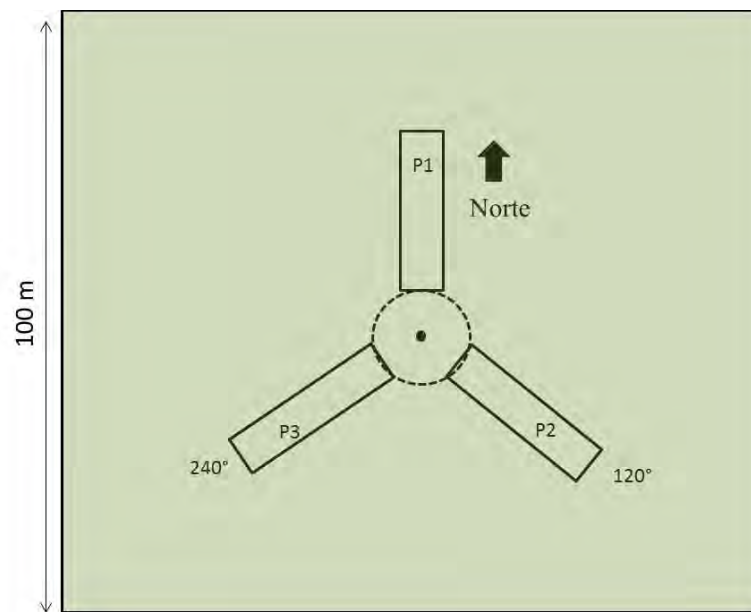
Tabla 3. Variables a registrar en cada una de las parcelas o transectos de línea

Variables	Descripción
<b>Especie</b>	Se debe registrar la especie a la que pertenece el individuo
<b>Diámetro de Copa</b>	Se refiere al diámetro de la copa en los ejes mayor y menor (especies leñosas)
<b>Largo gap (solo Point Quadrat)</b>	Longitud de ocupación de la copa del individuo sobre el transecto de línea (hierbas)
<b>Altura vegetativa</b>	Medición de la altura máxima foliar
<b>Estado Sanitario</b>	Enfermo o Dañado
<b>Agente Causante</b>	Pastoreo; Insectos herbívoros; Insectos taladradores; Hongos; Viento; Incendio; Otros no especificado

Variables	Descripción
<b>Intensidad del daño</b>	Describe el grado de daño o enfermedad presentado por el individuo Estos son: Baja; Media; Alta; Severa

- PROTOCOLO PARA FLORA

El registro de la flora de cada conglomerado se realiza tanto dentro como fuera de las parcelas o transectos de muestreo, teniendo como área de búsqueda 1 hectárea, utilizando como punto central la coordenada del Conglomerado (Figura 7). Las muestras recolectadas, serán inmediatamente dispuestas en una prensa con un identificador y su potencial nombre científico. Posterior a ello, en el laboratorio del herbario de la Universidad de La Serena, serán determinadas, fotografiadas y dispuestas si es necesario en los herbarios correspondientes.



**Figura 7. Distribución del área de búsqueda de flora por punto de muestreo**

- PROTOCOLO PARA SUELO

El componente es analizado dentro de las tres parcelas de cada unidad de muestreo. Cada variable es medida una vez y en un solo punto, en condiciones desprovistas de vegetación y bajo la copa de la especie con mayor dominancia (dato proporcionado por jefe de equipo) respectivamente. De cada conglomerado se obtendrá una muestra compuesta de seis

submuestras (dos de cada parcela) en cada condición (suelo abierto y bajo la especie dominante). Las muestras serán guardadas en bolsas para análisis físicos posteriores y en envases plásticos para análisis químicos posteriores. Se debe identificar tanto las bolsas como los envases con el N° del Conglomerado – 1 (desprovista vegetación) o -2 (bajo especie dominante).

En el contexto del componente suelo se utilizarán las siguientes variables (Tabla 4).

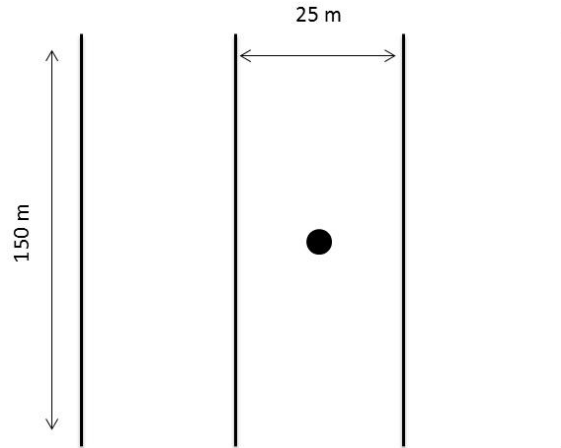
Tabla 4. Variables a registrar para el componente suelo

Variables	Descripción
Test de compactación	Aplicación por medio del penetrómetro
pH o Reacción del Suelo:	Mide la acidez o alcalinidad del suelo a través de la medición de la concentración del ión hidrógeno.
Color	Como aproximación a las características del suelo y su origen y madurez el color se clasificará por medio de la Tabla de Colores Munsell y que clasifica el color en base a 3 variables básicas Matiz, Brillo y Croma.
Textura	Se clasificará la textura en las siguientes clases: Arenosa; Limosa; Arcillosa; Franca; y sus combinaciones
Estructura	Sin estructura, 2. Laminar, 3. Prismática, 4. En bloques, 5. Granular
Pedregosidad	Proporción de piedras >10 cm sobre el suelo
Rocosidad	Porcentaje de afloramiento rocosos
Condición de Humedad	Tres condiciones básicas se aplicarán para esta variable: 1. Seco, 2. Húmedo y 3. Saturado

## Fauna de Vertebrados

- PROTOCOLO PARA ANFIBIOS Y REPTILES

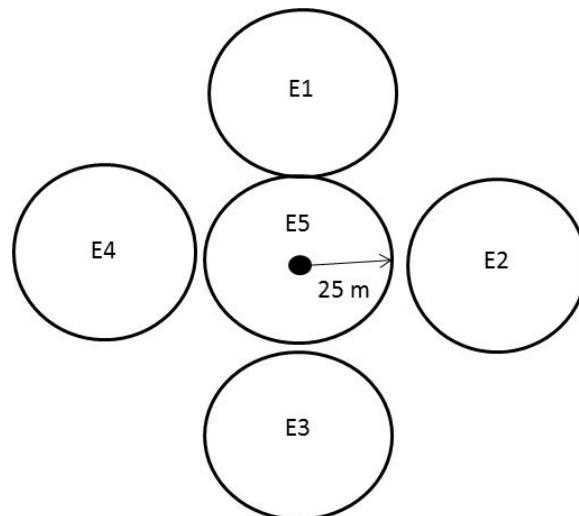
En cada conglomerado se establecen y recorren cuatro transectos de 150 metros de largo, cada uno separado por 25 m en dirección norte-sur (Figura 8). La prospección de las especies se lleva a cabo mediante relevamientos por encuentros visuales, capturas y/o registros fotográficos. La búsqueda se realiza entre 10:00 y 14:00 horas, y se utiliza el número máximo de individuos registrados por especie. La determinación de los reptiles sigue lo informado por Veloso & Navarro (1988), Núñez (1992), Vidal & Labra (2008) y Demangel (2016) y de anfibios por Veloso & Navarro (1988) y Vidal & Labra (2008).



**Figura 8. Esquema del diseño de muestreo para anfibios y reptiles**

- PROTOCOLO PARA AVES

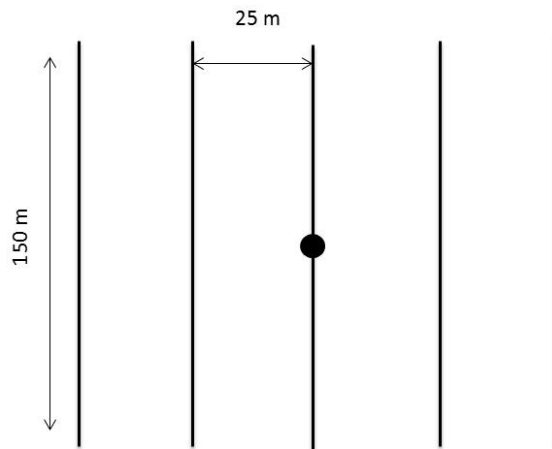
Los recuentos de aves se realizan durante las primeras horas de la mañana (8:00 – 10:00 hora) y al atardecer (17:00 – 19:00 hora) mediante cinco estaciones puntuales de acuerdo a lo descrito por Ralph (1995) y Tellería (1986) (Figura 9). Cada estación tiene un radio de 25 m y se cuentan todas las aves vistas y escuchadas durante 10 minutos por cada estación. Para la identificación y taxonomía de las especies se sigue lo informado por Barros et al. (2015), Jaramillo (2005) y Muñoz et al. (2004).



**Figura 9. Esquema del diseño de muestreo para aves**

- PROTOCOLO PARA MICROMAMÍFEROS

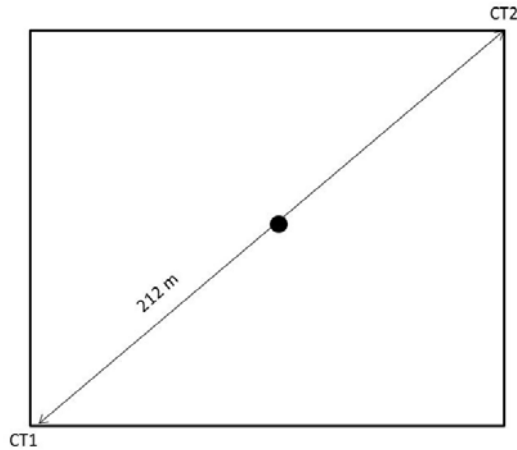
Para los registros de micromamíferos se utilizan trampas Sherman modelo estándar (75 x 85 x 240 mm), separadas cada 25 m (Figura 10). Las trampas se ubicarán en una grilla de 150 metros, con un total de 29 trampas en el área de muestreo. Las capturas se realizan durante tres noches por conglomerado, utilizando avena machacada como cebo. Las trampas son revisadas en la mañana y en la tarde. Los animales capturados se identifican a nivel de especie, de acuerdo a lo informado por Iriarte (2008) y Muñoz & Yáñez (2009), además se obtienen registros del sexo y peso corporal de los especímenes capturados. Para los registros de algunos micromamíferos (e.g. marsupiales, roedores) difíciles de observar se utiliza la metodología de reconocimiento de fecas, madrigueras, huesos en las fecas de carnívoros (e.g. *Lycalopex griseus*) y el análisis de egagrópias de rapaces nocturnas.



**Figura 10. Esquema del diseño de muestreo para micromamíferos**

- PROTOCOLO PARA MESO Y MACROMAMÍFEROS

Las prospecciones de meso y macro mamíferos se efectúan mediante avistamientos directos e indirectos (presencia de huellas, fecas) y fotografías obtenidas a partir de dos cámaras trampas localizadas a 212 m de distancias sobre vértices contrarios en el área de muestreo (Figura 11). Debido a que los animales no serán marcados, sólo se trabajara en base a información de presencia/ausencia. Para la identificación taxonómica se sigue lo informado por Iriarte (2008), Iriarte & Jaksic (2012) y Muñoz & Yáñez (2009). En el caso de los macro mamíferos domesticados, se procederá a identificar y registrar el número de individuos presentes en los sitios de estudio.



**Figura 11. Esquema del diseño de muestreo para macro mamíferos**

## Artrópodos

El inventario de artrópodos se encuentra destinado principalmente a la identificación (presencia/ausencia) y abundancia relativa de especies pertenecientes a las clases Insecta y Arachnida, pero incluyendo además a los subfilos Myriapoda y Crustacea en ambientes terrestres. Se identifica a continuación un listado de los principales métodos de muestreo a utilizar para el inventario de artrópodos:

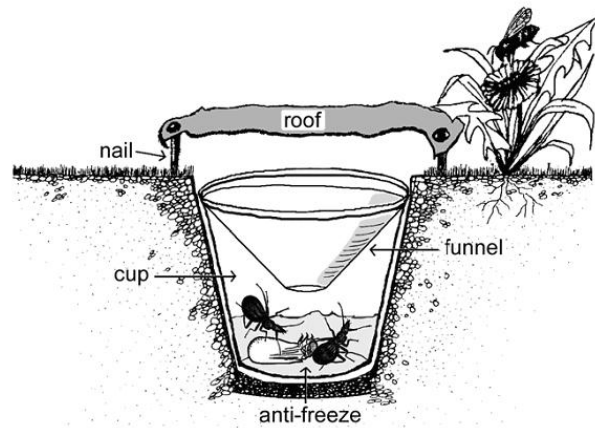
- TRAMPAS DE LUZ

Consisten en una sábana o pieza de tela blanca dispuesta verticalmente, junto a la cual se coloca una fuente de luz que atrae a los insectos. Normalmente se usan tres puntos de luz, uno a cada lado de la sábana y un tercero más alto que se utiliza como atrayente a larga distancia. Corresponde a un método de muestreo más bien cualitativo, en donde el número de horas o cantidad de trampas por sitio permiten lograr un diseño semi-cuantitativo con fines comparativos (Ramírez, 2010).

- TRAMPAS DE CAÍDA, PITFALL O BARBER

Esta trampa se usa para hacer el muestreo de insectos que se encuentran en la superficie del suelo (ej. hormigas, coleópteros y micro himenópteros ápteros). Este tipo de trampas están principalmente dirigida al ensamble de artrópodos caminadores (Cepeda-Pizarro et al., 2005, 2005b). Sin embargo, se ha documentado que en ecosistemas desérticos pueden realizar capturas representativas de especies de insectos voladores y fitófagos (Pietruszka 1980; Cepeda-Pizarro et al., 2005a, 2005b). Cada trampa consiste en un dispositivo formado por dos vasos plásticos dispuestos uno dentro del otro, con el vaso interior de fácil remoción. Las dimensiones de ambos vasos son 7,4 y 7,6 cm de diámetro x 10,2 y 12,0 cm de alto,

respectivamente (Figura 12). El vaso interior es llenado, hasta los dos tercios de su capacidad, con una mezcla de formalina (3%), glicerina y agua con detergente doméstico (30%), en una proporción de 3:1:6, respectivamente. Las trampas operan durante tres días.



**Figura 12. Esquema trampa de caída pitfall**

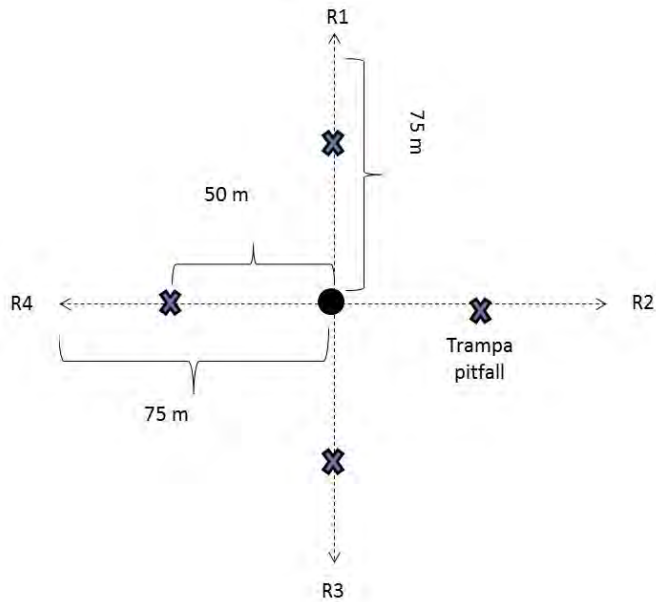
- MANGA ENTOMOLÓGICA

Red utilizada principalmente para capturar insectos voladores (Fotografía 1).



**Fotografía 1. Ejemplo de red entomológica**

Finalmente, el protocolo de muestreo de artrópodos se realizará de acuerdo al diagrama presentado a continuación (Figura 13).



**Figura 13. Diagrama del diseño de muestreo para artrópodos**

- **CONSERVACIÓN DE LOS MATERIALES COLECTADOS**

Todos los especímenes capturados a través de las distintas formas de colecta son retirados, limpiados y conservados en alcohol (e.g., insectos y miriápodos en 70%, crustáceos en 75%, arácnidos en 80%.) hasta el momento de su procesamiento y determinación taxonómica (Figura 14).





**Figura 14. Metodologías de muestreo de artrópodos terrestres en SIMEF-Fase 5**

(A) Instalación de trampas de intercepción (*pitfall traps*) en Área Privada Protegida Estero Derecho, (B) Retiro, envasado y etiquetado de trampas de intercepción en Caleta Limarí, (C) Colectas con red entomológica en Área Privada Protegida Estero Derecho, (D) Colectas con luz blanca en Reserva Nacional Las Chinchillas.

## Base de Datos

Los datos obtenidos en terreno se integrarán en un archivo Excel para cada uno de los métodos de muestreo y ubicación geográfica.

## RESULTADOS

La campaña de terreno en la región de Coquimbo se realizó entre el 23 de noviembre y el 2 de diciembre de 2020. Todos los muestreos de artrópodos terrestres planificados se realizaron con éxito, cumpliendo con el muestreo de los 25 conglomerados (Fig. 15). Debido a que no se obtuvo acceso para trabajar en Parque Nacional Bosque Fray Jorge se seleccionaron en terreno conglomerados cercanos al área del SNASPE (ver Fig. 15).

### Identificación de conglomerados.

En cada uno de los conglomerados, se instaló un testigo (manguera plástica) con el número identificador de cada conglomerado. Adicionalmente se tomaron fotografías panorámicas de cada conglomerado, según formato SIMEF (2017-2019) (Anexos 1 a 3). Como puede observarse en los anexos, se muestrearon conglomerados muy diferentes en términos del hábitat, desde áreas dominadas por matorral xerofítico de altura hasta zonas de matorral esclerófilo.

### Diversidad de artrópodos

Algunos registros preliminares para los conglomerados en APP Estero Derecho (41140, 41141, 41142, 41143, 41195) fueron:

- Noctuidae sp. (Lepidoptera)
- *Colias vauthierii* (Guérin-Méneville, 1829)
- *Tatochila autodice blanchardi* (Butler, 1881)
- *Tatochila mercedis mercedis* (Eschscholtz, 1821) (Lepidoptera: Pieridae)
- *Hylephila fasciolata* (Blanchard, 1852)
- *Yramea* sp. (Lepidoptera: Nymphalidae)
- *Praocis* (*Orthogonoderus*) sp.
- *Entomochilus* sp.
- *Nycterinus* sp. (Coleoptera: Tenebrionidae)
- *Lasionota* (*Nelsonozodes*) *minor* (Solier, 1849)
- *Lasionota* (*Nelsonozodes*) *picta* (Gory & Laporte, 1839)

- *Cylindrophora maulica* (Molina, 1782) (Coleoptera: Buprestidae)
- *Hypodinerus* sp. (Hymenoptera: Vespidae)
- *Megachile* sp. (Hymenoptera: Megachilidae)
- *Centris* sp. (Hymenoptera: Antophoridae)
- *Trimerotropis ochraceipennis* (Blanchard, 1851) (Orthoptera: Acrididae)

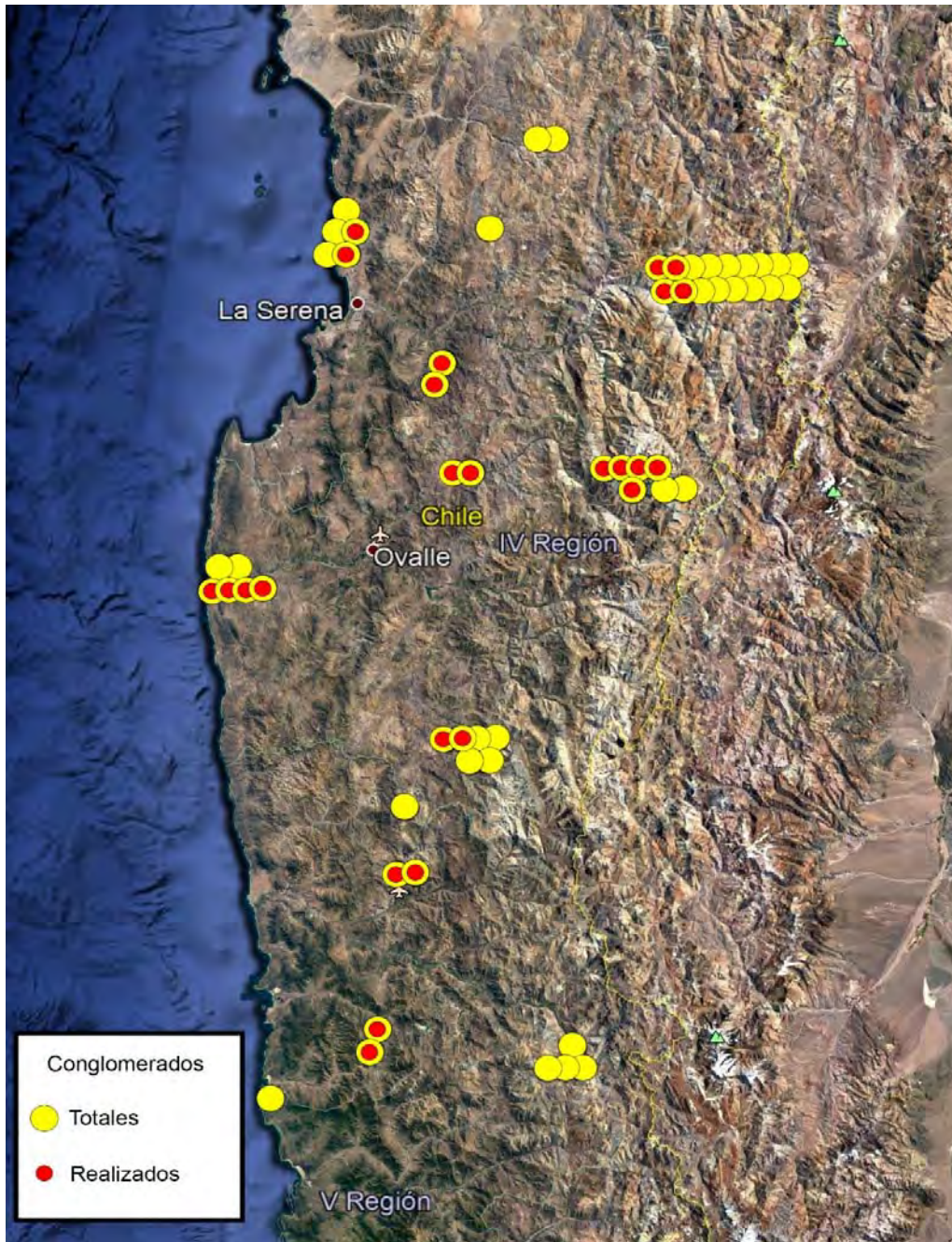
A partir de las colectas UV se registraron individuos de *Brachistosternus* aff. *gayi* y *Bothriurus* aff. *coriaceus* (Scorpiones: Bothriuridae) en el conglomerado 41195 del APP Estero Derecho a una altitud cercana a los 3200 msnm. Es probable que en ambos casos se trate de especies nuevas para la ciencia, ya que estas especies presentan diferencias somáticas claras con *Brachistosternus gayi* en el primer caso, y con *Bothriurus coriaceus*, en el segundo, que podrían corresponder a diferencias interespecíficas. Existen además datos distribucionales y ecológicos que apoyan esta posible separación como entidades nuevas. *Brachistosternus gayi* sólo ha sido colectada en un pequeño sector de cordillera de Atacama, y aparentemente no se encuentra presente en áreas intermedias entre esta zona y el área del APP Estero Derecho (Ojanguren-Affilastro & Mattoni 2006; Ojanguren-Affilastro et al. 2007; Ojanguren-Affilastro, Pizarro-Araya & Ochoa 2018). Por otro lado, la distribución de *Bothriurus coriaceus* se extiende desde la región de Coquimbo hasta la región Metropolitana (Mattoni & Acosta 2006), pero todos los registros conocidos de esta especie son de zonas bajas y alturas intermedias, por lo que el área del APP Estero Derecho corresponde a un ambiente completamente diferente a los que se sabe que ocupa. En el caso de la especie de *Bothriurus*, éste corresponde además al primer registro confirmado de una especie de este género a grandes alturas en Chile.

Para la misma área estudiada y a partir de colectas manuales se registraron individuos de dos géneros aún no identificados de acridoideos (Orthoptera: Acridoidea) de altura. A la fecha el material colectado se encuentra en procesamiento e identificación.

Algunos registros preliminares para los conglomerados ubicados en Caleta Limarí (41381, 41383, 41383, 41384) fueron *Praocis* (*Mesopraocis*) sp., *Thinobatis rufipes* Solier, 1835, *Diastoleus collaris* Guérin-Méneville, 1834 (Coleoptera: Tenebrionidae), *Bothriurus coriaceus* Pocock, 1893 (Scorpiones: Bothriuridae), *Caraboctonus keyserlingi* Pocock, 1893 (Scorpiones: Caraboctonidae) y *Bittacus chilensis* Klug, 1838 (Mecoptera: Bittacidae).

Algunos registros preliminares para los conglomerados ubicados en Choapa (42042, 42043) fueron *Terias deva chilensis* (Blanchard, 1852) (Lepidoptera: Pieridae), *Castnia eudesmia* (Gray, 1838) (Lepidoptera: Castniidae), *Sphex latreillei* Lepeletier de Saint Fargeau, 1831 (Hymenoptera: Crabronidae), *Gyriosomus granocostatus* Fairmaire, 1886 (Coleoptera: Tenebrionidae), *Polycleptis rugulosa* Beier, 1962 (Orthoptera: Tettigoniidae).

Actualmente todas las colectas de artrópodos se encuentran en procesamiento (limpieza, separación y conteo de individuos) para su posterior determinación taxonómica en el Laboratorio de Entomología Ecológica, Universidad de La Serena (LEULS) y en la División de Aracnología del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (Buenos Aires, Argentina, MACN).



**Figura 15. Localización de conglomerados realizados en la Región de Coquimbo-Fase 5**

## Mapas de Distribución de Especies

La presencia de una especie depende de factores tanto abióticos (temperatura, precipitación, tipo de suelo, entre otros) como bióticos (alimento, depredadores, polinizadores, etc.). En este contexto, el clima resulta ser uno de los más importantes debido a que condiciona de forma importante la ausencia o la presencia de los seres vivos. La distribución de especies puede referirse a: la real (también llamada ocurrencia) y la potencial. La distribución real se refiere a los sitios en los que se han observado o colectado individuos y la potencial hace alusión a las áreas que tienen condiciones ambientales muy similares a los sitios donde se encuentran las especies y que tienen muy altas probabilidades de estar ocupadas por estas mismas.

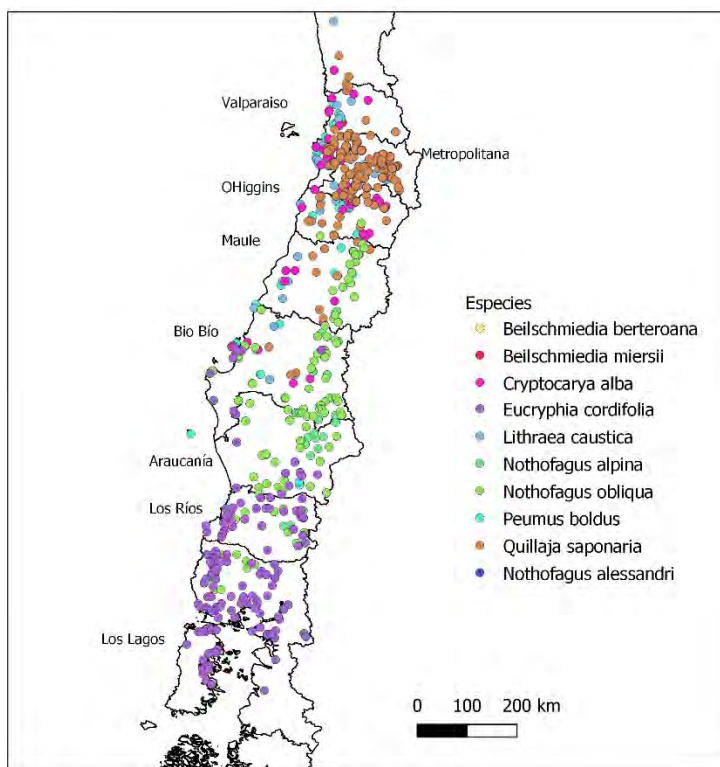
Considerando que la base de datos del Inventario Forestal Nacional de INFOR es la fuente más completa de registros de especies forestales a nivel institucional en el país, se elaboró una base de datos espacial en formato vectorial (shape) de ocurrencia de 10 especies forestales nativas (Figura 16):

- *Beilschmiedia berteriana*
- *Beilschmiedia miersii*
- *Cryptocaria alba*
- *Eucryphia cordifolia*
- *Lithraea caustica*
- *Nothofagus alessandri*
- *Nothofagus alpina*
- *Nothofagus obliqua*
- *Peumus boldus*
- *Quillaja Saponaria*

Esta información fue complementada con los registros del Global Biodiversity Information Facility (GBIF), la cual es una organización internacional, destinada a proporcionar datos de biodiversidad de acceso abierto y gratuito. Los datos de GBIF son colectados por distintas organizaciones e individuos en forma colaborativa. Esta información es particularmente relevante para aquellas especies de distribución restringida tales como *Nothofagus Alessandri*, *Beilschmiedia miersii* y *Beilschmiedia berteriana*.

La base de datos contiene actualmente 1912 registros, de los cuales 736 provienen del IFN y 1.176 del GBIF y será incluida en el visualizador de mapas de la plataforma SIMEF. La distribución de estas especies incluye la parte sur de la región de Coquimbo hasta el sur de la región de Los Lagos, la cual será complementada con otras fuentes de información durante el próximo periodo. De igual forma se avanzará en la estimación de la distribución potencial de

estas especies, incluyendo escenarios de cambio climático, de modo que esta información pueda contribuir a acciones de manejo y conservación.



**Figura 16. Mapa de ocurrencia para 10 especies forestales en base a datos del IFN y GBIF**

## REFERENCIAS

- Barros, R., A. Jaramillo & F. Schmitt (2015). Lista de Aves de Chile 2014. *La Chiricoca* 20: 80-100.
- Bassett, S., Edwards, T., 2003. Effect of different sampling schemes on the spatial placement of conservation reserves in Utah, USA. *Biological Conservation*, 113, 141-151
- Caldas A. & Robbins R. K. (2003) Modified Pollard transects for assessing tropical butterfly abundance and diversity. *Biological Conservation* 110, 211-219
- Campbell, H.W.; Christman, S.P. 1982. Field techniques for herpetofaunal community analysis. In: Scott, N.J., Jr., ed. *Herpetological communities*. Wildlife Research Report 13. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service: 193-200.
- Cepeda-Pizarro, J. Pizarro-Araya, H. Vásquez. 2005a. Composición y abundancia de artrópodos epigeos del Parque Nacional Llanos de Challe: impactos del ENOS de 1997 y efectos del hábitat pedológico. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 635–650.
- Cepeda-Pizarro, J. Pizarro-Araya, H. Vásquez. 2005b. Variación en la abundancia de Arthropoda en un transecto latitudinal del desierto costero transicional de Chile, con énfasis en los tenebriónidos epigeos. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 651–663.
- Cheli, G H, & Corley, J C. (2010). Efficient sampling of ground-dwelling arthropods using pitfall traps in arid steppes. *Neotropical Entomology*, 39(6), 912-917. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600010>
- Christaller, W. 1933. *Central Places in Southern Germany*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Comunidad Agrícola Estancia Estero Derecho (2017) Plan de Manejo para la Conservación del Área Protegida Privada y Santuario de la Naturaleza Estero Derecho. 77 pp
- Crosswhite, D.L.; Fox, S.F.; Thill, R.E. 1999. Comparison of methods for monitoring reptiles and amphibians in upland forests of the Ouachita Mountains. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*. 79: 45-50.
- Demangel, D. (2016). *Reptiles en Chile*. Fauna Nativa Ediciones, Santiago, Chile.
- Foresman, K.R.; Pearson, D.E. 1998. Test of proposed survey methods for the detection of wolverine, lynx, fisher, and American marten in the Bitterroot National Forest. *Journal of Wildlife Management*. 62: 1217-1226.
- Haila, Y. & Margules, C.R. 1996. Survey research in conservation biology. *Ecography*. 19:323-331
- Heyer, W.R.; Donnelly, M.A.; McDiarmid, R.W.; et al., eds. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press. 364 p.

- Hill D, Fasham M, Tucker G, Shewry M, Shaw P (2005) Handbook of biodiversity methods: survey, evaluation and monitoring. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jaramillo A. (2005). Aves de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España.
- Jurasinski, G.; Beierkuhnlein, C. Spatial patterns of biodiversity-assessing vegetation using hexagonal grids. *Biol. Environ. Proc. R. Irish Acad.* 2006, 106B, 401–411.
- Iriarte A (2008). Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España.
- Iriarte A & F Jaksic (2012). Los carnívoros de Chile. Ediciones Flora & Fauna y CASEB, P.U. Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Manley, P.N.; Van Horne, B.; Roth, J.K.; Zielinski, W.J.; McKenzie, M.M.; Weller, T.J.; Weckerly, F.W.; Vojta, C. 2006. Multiple species inventory and monitoring technical guide. Gen. Tech. Rep. WO-73. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington Office. 204 p.
- Muñoz A. & J. Yáñez (2009) Mamíferos de Chile. Ediciones CEA, Valdivia, Chile.
- Muñoz A, J Rau & J Yáñez (2004) Aves Rapaces de Chile. Ediciones CEA, Valdivia, Chile.
- Núñez H (1992) Geographical data of Chilean lizards and snakes in Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Smithsonian Herpetological Information Service N° 91.
- Pietruszka, R.D. 1980. Observations on seasonal variation in desert arthropods in central Nevada. *Great Basin Naturalist*, 40: 292-297.
- Ramírez, A. 2010. Capítulo 2. Métodos de recolección. *Revista de Biología Tropical*, 58: 41-50.
- Sahr K, White D, Kimerling AJ. 2003. Geodesic discrete global grid systems. *Cartography and Geographic Information Science* 30: 121–134.
- Spence, M.; White, D. 1992. EMAP sampling grid technical report. Corvallis, OR: ManTech Environmental Technology, Inc.; U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory. 64 p.
- Squeo, F.A., L. Letelier, C.F. Gaymer, A. Stoll, C. Smith-Ramírez, S. Miethke, G. Cundill, S. L'hermitte, P.A. Marquet, H.A. Samaniego, P.C. Guerrero, G. Arancio, A. Marticorena, D. López & K.P. Martínez-Tillería. 2010. Informe Final: Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile [GAP-Chile 2009]. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago de Chile, Chile. 261 pp.
- Turner, W. et al. (2012) 'The potential, realised and essential ecosystem service benefits of biodiversity conservation', *Biodiversity Conservation and Poverty Alleviation: Exploring the Evidence for a Link* (2012): 21-35. Polasky et al., 2000)
- White, D.; Kimerling, A.J.; Overton, W.S. 1992. Cartographic and geometric components of a global sampling design for environmental monitoring. *Cartography and Geographic Information Systems*. 19(1): 5-21.



## ANEXOS

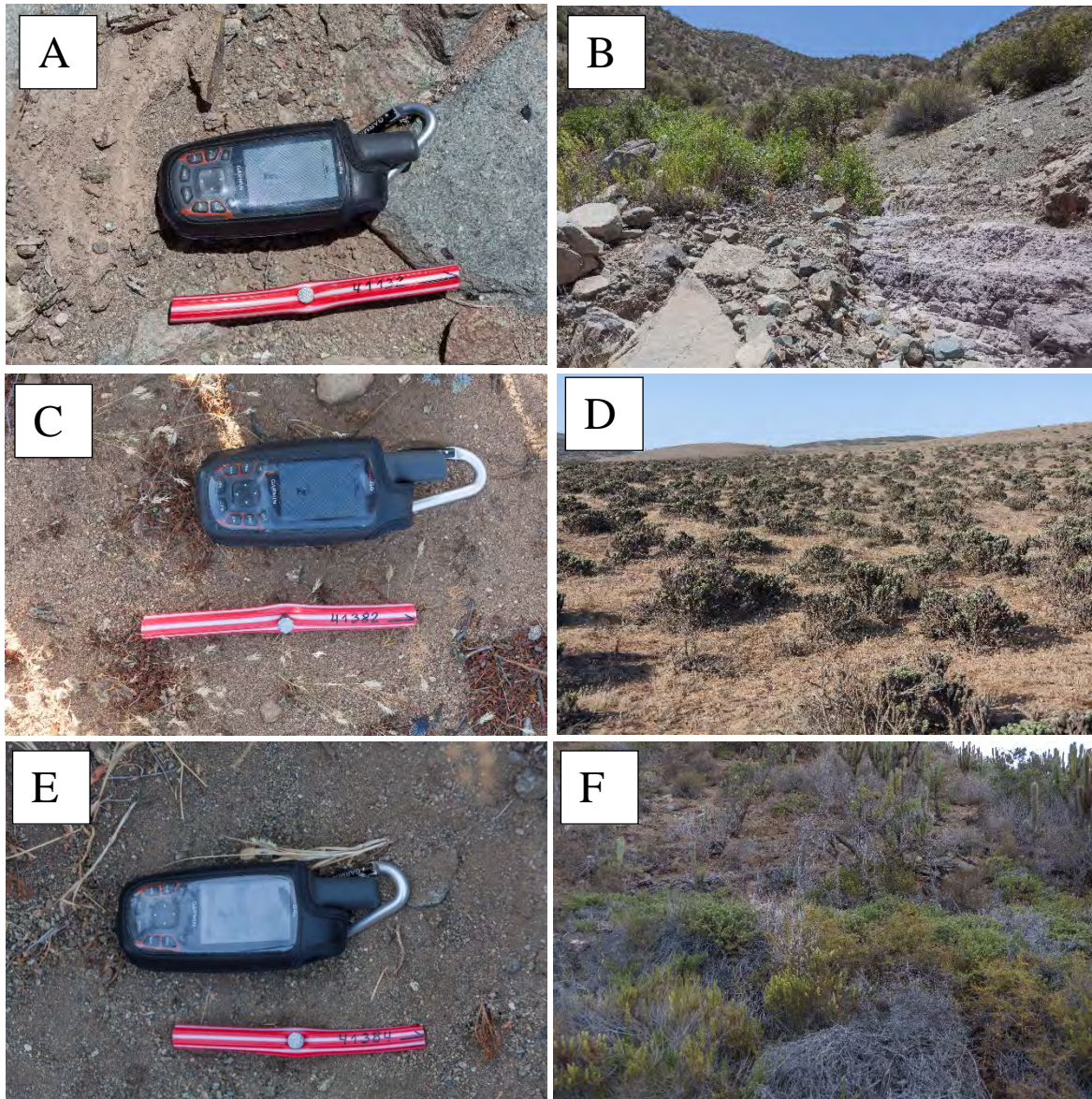
### Anexo 1.

Conglomerados ubicados en provincia del Elqui (Región de Coquimbo). (A) Instalación de testigo en conglomerado 40525 (Juan Soldado), (B) Vista panorámica del conglomerado 40525, (C) Instalación de testigo en conglomerado 40916 (Arrayán), (D) Vista panorámica del conglomerado 40916, (E) Instalación de testigo en conglomerado 41143 (APP Estero Derecho), (F) Vista panorámica del conglomerado 41143.



## Anexo 2.

Conglomerados ubicados en provincia del Limarí (Región de Coquimbo). (A) Instalación de testigo en conglomerado 41132 (Monumento Natural Pichasca), (B) Vista panorámica del conglomerado 41132, (C) Instalación de testigo en conglomerado 41382 (Caleta Limarí), (D) Vista panorámica del conglomerado 41382, (E) Instalación de testigo en conglomerado 41384 (Caleta Limarí), (F) Vista panorámica del conglomerado 41384.



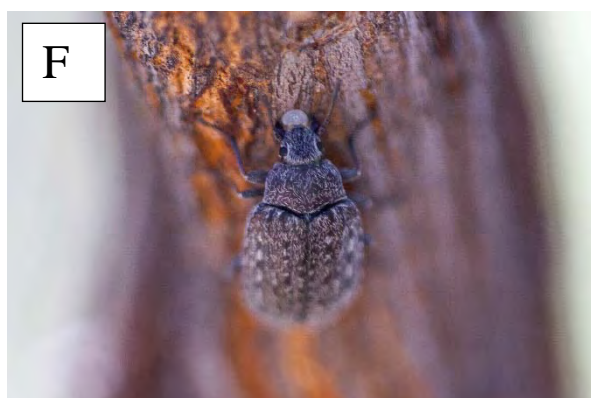
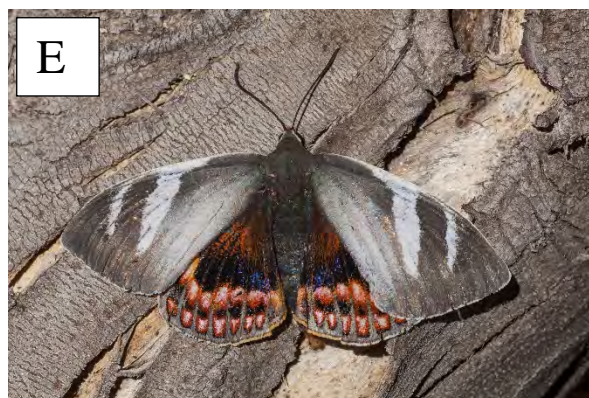
### Anexo 3.

Conglomerados ubicados en provincia del Choapa (Región de Coquimbo). (A) Instalación de testigo en conglomerado 42042 (Reserva Nacional Las Chinchillas), (B) Vista panorámica del conglomerado 42042, (C) Instalación de testigo en conglomerado 42043 (RN Las Chinchillas), (D) Vista panorámica del conglomerado 42043, (E) Instalación de testigo en conglomerado 42392 (Culimo), (F) Vista panorámica del conglomerado.



#### Anexo 4.

Fotografías de artrópodos registrados en los sitios de estudio (conglomerados). (A) Vista lateral de un adulto de *Lasionota (Nelsonozodes) picta* (Gory & Laporte, 1839) (Coleoptera: Buprestidae) en APP Estero Derecho, (B) Vista lateral de un adulto de Gomphidae (Odonata) en APP Estero Derecho, (C) Vista lateral de *Tatochila mercedis mercedis* (Eschscholtz, 1821) (Lepidoptera: Pieridae) en APP Estero Derecho, (D) Vista lateral de un adulto no identificado de Romaleidae (Orthoptera) en APP Estero Derecho, (E) Vista dorsal de un adulto de *Castnia eudesmia* (Gray, 1838) (Lepidoptera: Castniidae) en Reserva Nacional Las Chinchillas, (F) Vista dorsal de *Nyctopetus* sp. (Coleoptera: Tenebrionidae) en Reserva Nacional Las Chinchillas.



## Anexo 5.

Fotografías de artrópodos registrados en los sitios de estudio (conglomerados). (A) Vista lateral de *Gyriosomus granocostatus* Fairmaire, 1886 (Coleoptera: Tenebrionidae) en Reserva Nacional Las Chinchillas, (B) Vista lateral de *Bothriurus* aff. *coriaceus* (Scorpiones: Bothriuridae) en APP Estero Derecho, (C) Vista lateral de un adulto de Gomphidae (Odonata) en APP Estero Derecho.

