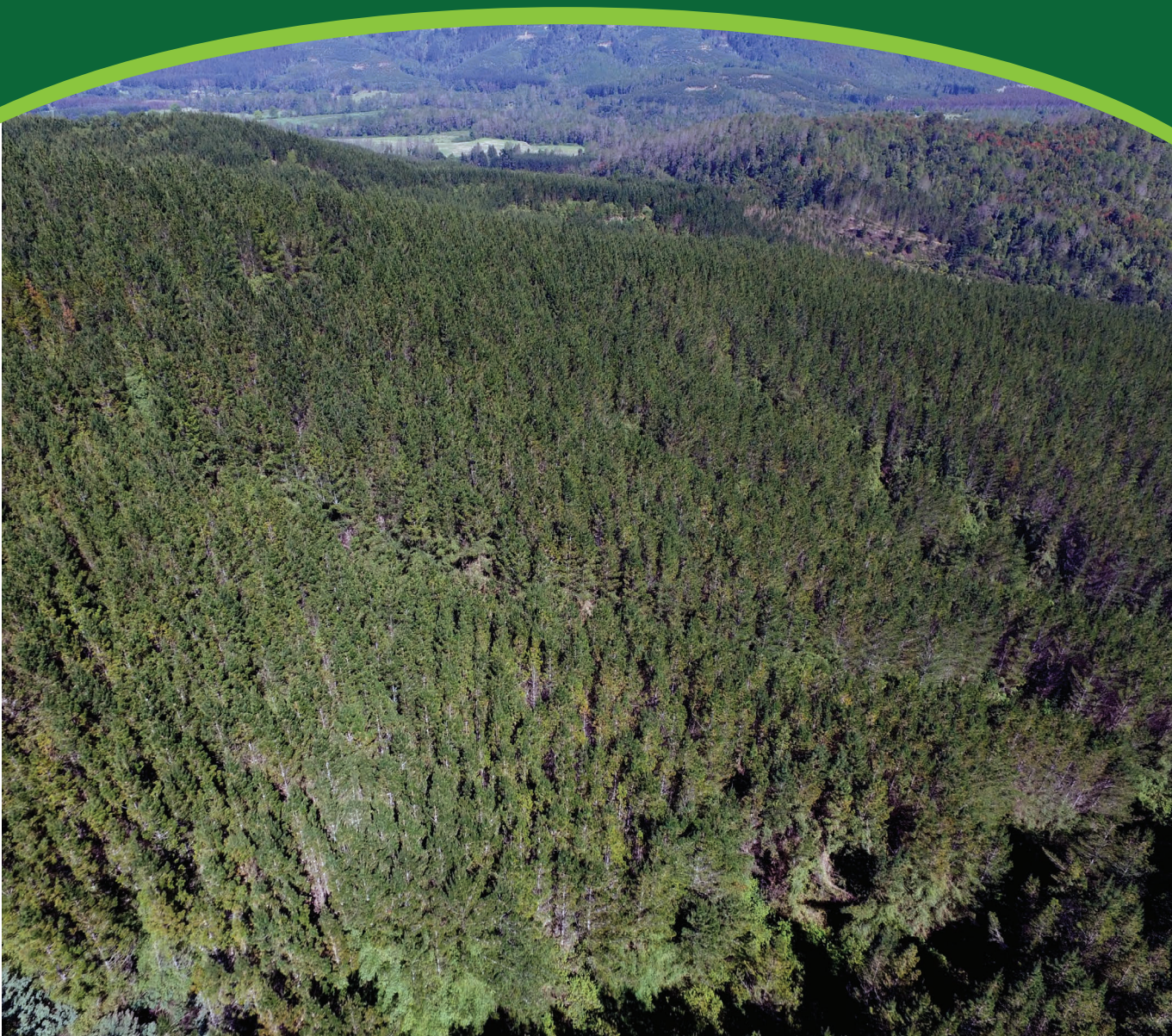




Disponibilidad de Madera de Plantaciones de Pino Radiata y Eucalipto (2017 - 2047)



INFORME TÉCNICO N° 220



DISPONIBILIDAD DE MADERA DE PLANTACIONES *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* Y *Eucalyptus nitens* (2017 – 2047)

Carlos Buchner¹, Marjorie Martin, Rodrigo Sagardia, Alberto Avila,
Eduardo Molina, Yasna Rojas, Juan Carlos Muñoz, Santiago Barros,
Joceline Rose, Marco Barrientos, Luis Barrales y Rodrigo Guiñez.



Estudio financiado por el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo

**INSTITUTO FORESTAL
2018**

¹ Instituto Forestal, Chile. cbuchner@infor.cl



INFOR

Instituto Forestal

Sucre 2397 Ñuñoa

Santiago, CHILE

F: 223667115

www.infor.cl

ISBN N° 978-956-318-150-0

Registro Propiedad Intelectual N° A-303768

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Buchner, Carlos; Martin, Marjorie; Sagardia, Rodrigo; Avila, Alberto; Molina, Eduardo; Rojas, Yasna; Muñoz, Juan Carlos; Barros, Santiago; Rose, Joceline; Barrientos, Marco; Barrales, Luis y Guíñez, Rodrigo, 2018. Disponibilidad de Madera de Plantaciones de *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* 2017 - 2047. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 220. P. 123

DISPONIBILIDAD DE MADERA DE PLANTACIONES
Pinus radiata, Eucalyptus globulus Y Eucalyptus nitens
(2017 – 2047)

EQUIPO DE TRABAJO

Instituto Forestal

Carlos Büchner, Coordinador Proyecto
Marjorie Martin, Modelo de Proyección
Rodrigo Sagardía
Alberto Avila
Juan Carlos Muñoz
Eduardo Molina

Yasna Rojas
Marco Barrientos
Rodrigo Guiñez
Luis Barrales
Joceline Rose

Consultores

Mauricio Ruiz-Tagle. Modelo de Proyección
Fernando Santibáñez. Escenario de Cambio Climático

Comité Técnico

Marcelo Sandoval, CONAF.
Pía Silva, CORMA.
Marcelo Hernández, COMACO.
Carlos Del Pozo, Forestal Tierra Chilena.
Aída Pacheco, CMPC Celulosa.
Fernando Bustamante, ARAUCO.
Alfred Kröeger, ARAUCO.
Víctor Guerrero, MASISA.

Cristian Rojas, CMPC Celulosa.
Germán Otárola, CMPC Celulosa.
Mariana Löbel, Cambium SA.
Boris Castillo, Forestal Los Lagos.
Rodrigo Castro, Bosques Cautín.
Oscar Engdahl, Forestal Anchile.
Álvaro Sotomayor, INFOR.

Comité Estratégico

Fernando Raga, INFOR.
Marcelo Sandoval, CONAF.
Juan Carlos Valencia, CMPC Celulosa.
Fernando Bustamante, ARAUCO.
Jorge Echeverría, MASISA.
Pía Silva, CORMA.
José Pablo Undurraga, Programa Madera Alto Valor - CORFO.

Fernando Rosselot, PYMEMAD
Rodrigo Céspedes, Ministerio de Economía.
Camila Fernández, Ministerio de Agricultura.
Hans Grosse, INFOR.
Rodrigo Mujica, INFOR.

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	7
INTRODUCCIÓN	9
1. LAS PLANTACIONES Y EL SECTOR FORESTAL	11
2. SUPERFICIE DE PLANTACIONES	15
2.1. Superficie de Plantaciones Afectadas por los Incendios del Año 2017	17
2.1.1. Delimitación de las Superficies Afectadas	17
2.1.2. Superficie de Plantaciones Afectadas	17
2.2. Superficie de Plantaciones Descontadas las Superficies Afectadas	18
2.2.1. Superficie de Plantaciones Base	22
2.2.2. Comparación de Superficie con Estudios Anteriores	27
3. ANTECEDENTES DE MANEJO Y RENDIMIENTO DE LAS PLANTACIONES	33
3.1. Zonas de Crecimiento y Sitios	33
3.2. Esquemas de Manejo	36
3.2.1. Esquemas de Manejo en Pino Radiata	36
3.2.2. Esquemas de Manejo en Eucaliptos	37
3.2.3. Superficie por Esquema de manejo	37
3.2.4. Definición de Productos	39
3.3. Rendimientos	40
4. MODELO DE PROYECCIÓN DE DISPONIBILIDAD	45
5. SUPUESTOS DE PROYECCIÓN	49
5.1. Macro Regiones	49
5.2. Forestación	51
5.3. Cambio de Especies	51
5.4. Superficie Descontada por Incendios Forestales	52
5.5. Pérdidas en Cosechas	53
5.6. Plagas y Enfermedades	53
5.7. Silvicultura y Mejoramiento Genético	53
5.8. Edad de Cosecha	54
5.9. Proyección del Vector de Demanda	55
5.10. Aporte de Volumen de Plantaciones Afectadas por Incendios 2017	59
6. RESULTADOS DE LA DISPONIBILIDAD EN PIE	61
6.1. Escenarios	61
6.2. Resultados del Escenario Base	62
6.3. Comparación de Disponibilidad según Escenario	63
6.3.1. Oferta Pino Radiata	63
6.3.2. Oferta <i>Eucalyptus globulus</i>	64
6.3.3. Oferta <i>Eucalyptus nitens</i>	65
6.4. Disponibilidad en Escenario Macroregional	66
6.4.1. Macro Región I	67
6.4.2. Macro Región II	68
6.4.3. Macro Región III	69
6.5. Disponibilidad Escenario Base por Producto	70

7. COSECHA PROYECTADA EN ESCENARIO BASE	77
7.1. Superficie	77
7.2. Edades y Volúmenes de Cosecha	77
8. BALANCE OFERTA Y DEMANDA DE VOLUMEN EN EL ESCENARIO BASE	81
9. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	85
RECONOCIMIENTOS	87
REFERENCIAS	87
APÉNDICES	89
Apéndice 1. Consumo de Madera en Troza de Pino Radiata y Eucaliptos por Rubro Industrial 1990 – 2017	90
Apéndice 2. Evolución de las Tasas Anuales de Forestación y Reforestación para el Período 2000 – 2016	92
Apéndice 3. Superficie Total Nacional de Plantaciones por Especie, Edad y Régimen De Manejo	93
Apéndice 4. Superficie Regional de Plantaciones por Especie y Edad	94
Apéndice 5. Descripción Matemática del Modelo de Oferta y Modelo Disponibilidad Pino y Eucalipto	102
Apéndice 6. Disponibilidad Media Anual por Tipo de Propietario y Producto según Especie para el Escenario Base	107
Apéndice 7. Disponibilidad de Volumen de Pino Radiata según Escenario de Proyección	111
Apéndice 8. Disponibilidad de Volumen de <i>Eucalyptus globulus</i> según Escenario de Proyección	112
Apéndice 9. Disponibilidad de Volumen de <i>Eucalyptus nitens</i> según Escenario de Proyección	113
Apéndice 10. Disponibilidad de Volumen de Pino Radiata, <i>E. globulus</i> y <i>E. nitens</i> para el Escenario Macroregional.	114
Apéndice 11. Disponibilidad de Volumen por Tipo de Trozas por Especie según Escenario de Proyección.	118

PRÓLOGO

El Instituto Forestal (INFOR) tiene el agrado de poner a disposición del sector forestal y del público en general el informe técnico Disponibilidad de Madera de Plantaciones de *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* 2017 -2047, documento en el cual se actualizan las cifras de las proyecciones de disponibilidad de madera de las principales especies en las plantaciones del país. Este estudio desarrollado por INFOR ha sido impulsado por la Subsecretaría de Agricultura y financiado por el Fondo de Inversión Estratégica (FIE), del Ministerio de Economía.

Desde la década de los 80 del siglo pasado, el Instituto Forestal ha asumido el desafío de dar a conocer el potencial de recursos existentes y proyectar su disponibilidad en el largo plazo, facilitando de esta manera la planificación del desarrollo industrial basado en el recurso maderero generado por las plantaciones forestales en el país.

La realización del estudio ha permitido actualizar la disponibilidad de madera en pie en las plantaciones y proyectarla hasta el año 2047. La última proyección se había concluido en el año 2013 y la actual proyección es de particular importancia dada la baja experimentada por la tasa de plantación anual desde el año 2010, en especial en lo que se refiere a forestación debido al término de los incentivos estatales a ésta, y la pérdida de superficie plantada ocasionada por los grandes incendios forestales del año 2017, que alcanzan a 199.800 ha, situaciones que indudablemente reducen la disponibilidad de madera para los próximos años.

INFOR expresa sus agradecimientos a todos quienes participaron en la ejecución del estudio y espera que este aporte sea de real utilidad para los diversos y numerosos grupos de interés que componen el sector forestal chileno. De igual manera, se agradece el trabajo colaborativo entre los actores privados y públicos que hicieron posible el desarrollo del presente estudio.

Esta publicación, al igual que otras publicaciones de Inventario Forestal de INFOR, está disponible en el sitio web institucional a través del enlace <https://ifn.infor.cl>.

Fernando Raga Castellanos
Director Ejecutivo
Instituto Forestal



INTRODUCCIÓN

Los estudios de disponibilidad de madera de las plantaciones forestales han sido realizados por INFOR por ya más de 30 años y tienen como fin entregar información sobre este recurso base del desarrollo de la industria forestal chilena.

El presente documento reporta los resultados obtenidos y las principales variables consideradas en el marco del proyecto “Estudio de Disponibilidad de Madera de Plantaciones de Pino Radiata y Eucaliptos”, que tuvo como objetivo general actualizar las proyecciones de oferta de volumen de madera en pie de plantaciones de pino y eucaliptos para el período 2017-2047 en el país.

La reducción de las tasas anuales de plantación, observadas ya desde el año 2010 debido al término de los incentivos estatales a la forestación en el año 2012, y la pérdida de superficie plantada que causaron los grandes incendios forestales del año 2017, que afectaron casi 200 mil hectáreas de plantaciones, principalmente en las regiones de O’Higgins, Maule y Bio Bio, han creado un nuevo escenario en el que se han visto alterados los inventarios de pino y eucaliptos y han generado cierta incertidumbre sobre la disponibilidad del recurso para los próximos años.

El último estudio de disponibilidad se había concluido el año 2013 (INFOR, 2013), proyectando la disponibilidad de madera para el período 2010-2040, y dado el nuevo escenario descrito resulta de especial interés en esta oportunidad la nueva actualización que proyecta la disponibilidad para el período 2017 – 2047.

Se procedió a actualizar la información base del sector que permitiera generar las nuevas proyecciones de oferta de volumen de madera, las cuales son obtenidas en base a un modelo matemático que busca maximizar la oferta física de madera en pie, satisfaciendo ciertas restricciones y supuestos bases, frente a la actividad sectorial y sus tendencias en el corto, mediano y largo plazo.

Además de la información sobre las plantaciones y su manejo, el estudio considera un enfoque participativo con actores del sector privado y público, que aportan y validan la información de entrada en el modelo con el propósito de alcanzar máxima confiabilidad en los resultados.

En el presente informe se entrega la información base utilizada respecto de la superficie de plantaciones post incendios, los antecedentes sobre el manejo y rendimiento de las plantaciones, la descripción del modelo de proyección, la definición de los escenarios de proyección, los parámetros y supuestos utilizados, y los resultados de las proyecciones del recurso según escenario de proyección y especie.

El trabajo desarrollado corresponde al Área de Investigación Inventario y Monitoreo de Ecosistemas Forestales de INFOR y específicamente a la línea Inventario Forestal Continuo.



1. LAS PLANTACIONES Y EL SECTOR FORESTAL

La superficie de plantaciones que se ha logrado crear en el país explica el desarrollo industrial del sector forestal en los últimos 50 años. Las cifras totales de superficies de plantaciones forestales se han mantenido en el rango entre los 2,39 a 2,44 millones de hectáreas en los últimos 6 años (INFOR, 2018). En relación al consumo de madera en troza, este ha alcanzado los 45,7 millones de metros cúbicos sólidos sin corteza (m³ssc) para el período 2017, presentando una tendencia al alza en los últimos siete periodos (INFOR, 2018).

En este contexto, en las plantaciones de pino radiata se observa una estabilización en relación a los volúmenes cosechados en los últimos cuatro periodos, alcanzando en promedio los 30,6 millones de m³ssc, explicando el 67% del consumo total de madera en trozo a nivel nacional (INFOR, 2018). En cuanto a la superficie plantada de pino radiata, esta ha presentado una disminución en el período 2011 a 2016, disminuyendo de 1,48 a 1,39 millones de hectáreas, presentando una pérdida del 6% en los últimos 5 años (INFOR, 2018).

A esto se debe agregar unas 157 mil hectáreas de pino que fueron afectadas por los incendios del 2017, generando aún más incertidumbre en cuanto a la sostenibilidad de la producción en los próximos periodos.

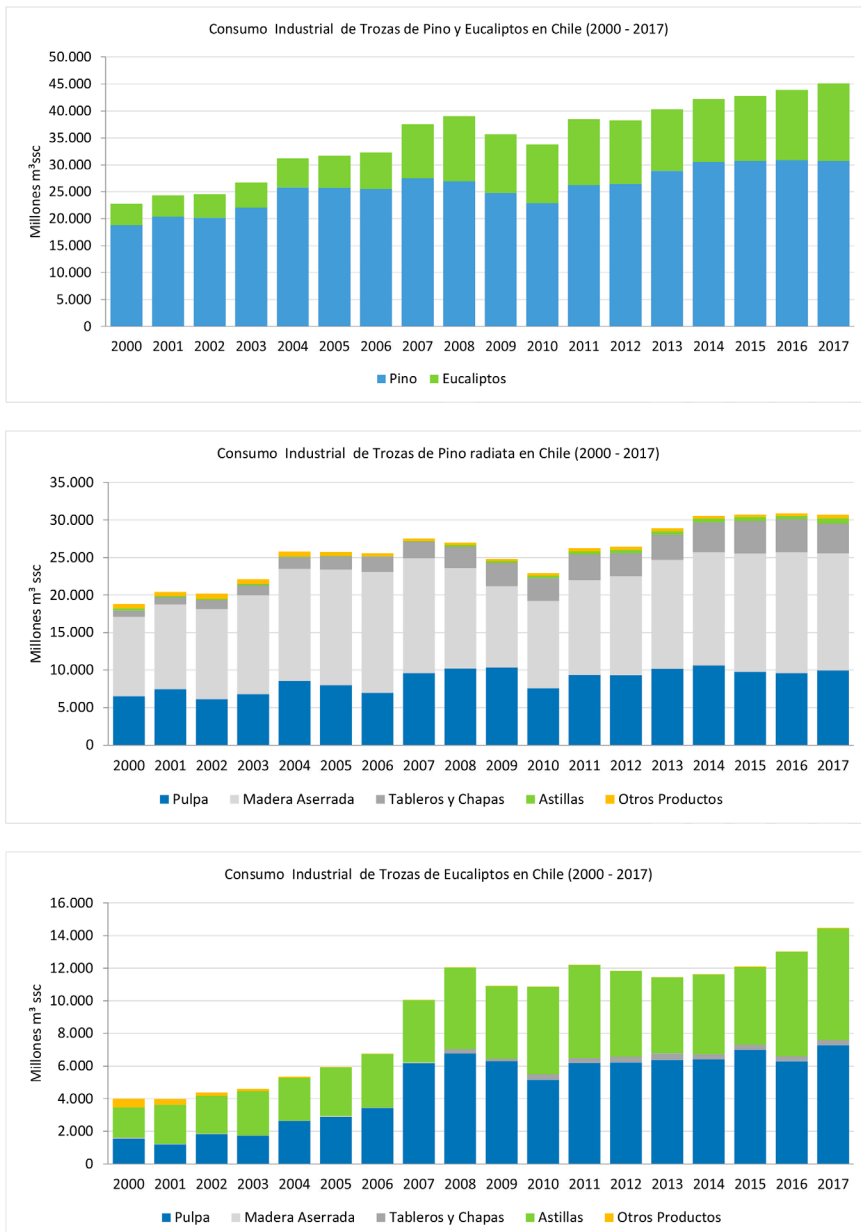
Las plantaciones de eucaliptos han seguido consolidando su tendencia al alza en cuanto a la superficie plantada y consumo de madera en trozo. Respecto del consumo, este ha aumentado en 2,2 millones de m³ssc en comparación al año 2011, alcanzando los 14,4 millones de m³ssc el año 2017, un aumento del 18,5% con respecto al período 2011. A nivel de especies, *Eucalyptus nitens* participa con el 17,3% y *Eucalyptus globulus* con el 14,3% del consumo total (INFOR, 2018). Respecto de la superficie plantada de eucaliptos, esta ha aumentado en cerca de un 14 %, desde el período 2011 a diciembre de 2016, aumentando de 759.374 a 864.430 ha (INFOR, 2018).

Sin embargo, en la especie *Eucalyptus globulus* en los últimos años se han observado menores crecimientos, producto de factores relacionados con sequias y plagas. Con respecto a las plagas, el principal agente de daño en los últimos años corresponde al defoliador *Gonipterus platensis*, coleóptero que se alimenta de las hojas y brotes nuevos, afectando el desarrollo de las plantaciones.

En cuanto a las especies nativas, estas presentan una participación menor al 1% en el abastecimiento industrial de madera en troza, presentando un consumo de 277.481 m³ssc al año 2017 (INFOR, 2018). En los últimos años los consumos decrecientes de los trozos nativos se han estabilizado entre los 266,2 y 378,9 miles de m³ssc. Gran parte de este consumo, tiene como destino la industria del aserrío y en menor medida el sector de tableros y chapas.

Otro destino de consumo de las trozas del recurso nativo, corresponde a su utilización como leña en el sector urbano y rural para uso en calefacción principalmente. Sin embargo, en los últimos años, dependiendo de las regiones o localidades rurales, se presenta en menor medida un reemplazo de la leña nativa por especies plantadas de rápido crecimiento, principalmente eucaliptos.

En la Figura N° 1 se presenta la variación en el consumo industrial de madera de pino radiata y eucaliptos según destino productivo para el período 2000-2017 (Apéndice 1).



(Fuente: Base estadística de Anuario Forestal INFOR, 2018). Considera astillas provenientes de madera pulperable, no incluye el consumo de astillas provenientes de aserradero.

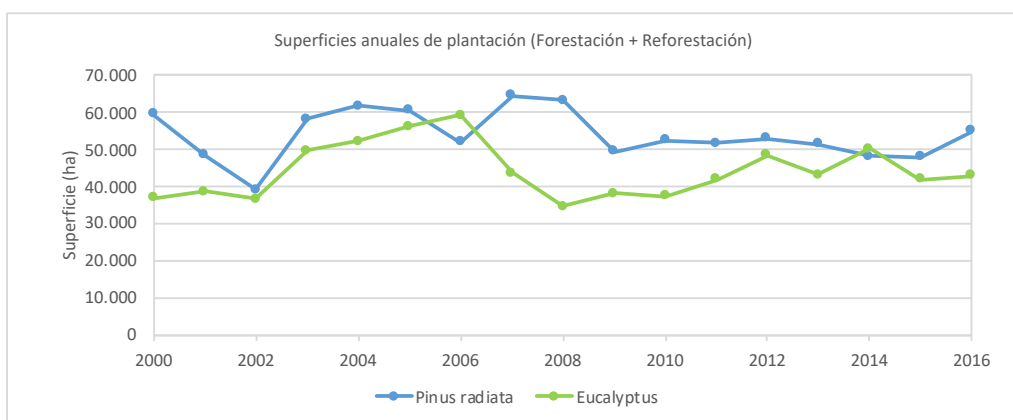
Figura N° 1
CONSUMO INDUSTRIAL DE MADERA EN TROZOS DE PINO RADIATA Y EUCALIPTOS 2000-2017

Se aprecia una tendencia creciente en el consumo de madera para uso industrial. En el caso de las trozas de pino radiata, el consumo se mantuvo en aumento después del efecto de la crisis subprime en Estados Unidos, estabilizándose desde el 2014 en torno a los 30,6 millones de m³ssc y teniendo como destino la producción de madera aserrada, pulpa y tableros. En cuanto a la demanda del sector de tableros y chapas, así como de cajones y postes, se ha consolidado una demanda en conjunto en torno a los 4,7 millones de m³ssc al 2017.

Para la madera de eucaliptos en tanto, el consumo se ha consolidado en los últimos 10 años sobrepasando los 14 millones de m³ssc en el 2017. Esto ha sido producto del aumento en la generación de celulosa y la exportación de astillas, lo que explica cerca del 98% del consumo total. Este crecimiento ha sido posible debido al aumento de la masa forestal en décadas anteriores, consolidándose un recurso de más de 800.000 ha de plantaciones de *Eucalyptus globulus* y *E. nitens*, producto de forestaciones que, además del fin productivo, tuvieron por objeto recuperar los suelos erosionados originados en la actividad agrícola y ganadera en la primera mitad del siglo 20 entre las regiones del Maule y La Araucanía.

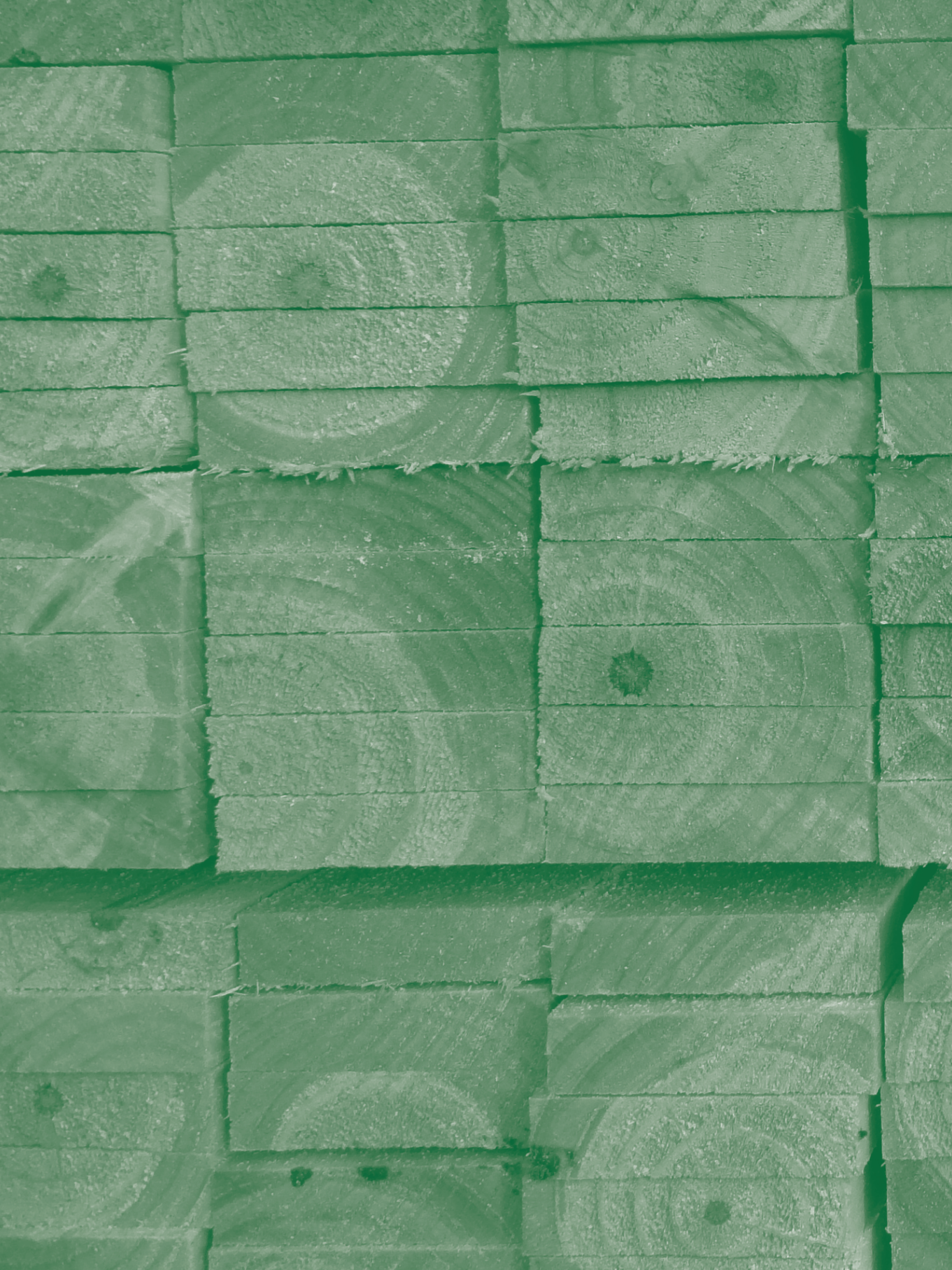
Las estadísticas sectoriales (INFOR, 2018) señalan un fuerte decrecimiento de la forestación ya desde el año 2007, alcanzando valores mínimos en torno a las 2.000 ha/año en los últimos años para la suma de pinos, eucaliptos y otras especies, como resultado del fin del programa de fomento estatal a la forestación en 2012.

La tasa de plantación anual (reforestación y forestación) presenta una tendencia constante para pino radiata, estabilizándose en el rango de 48.000 a 55.000 ha, que corresponde principalmente a la reforestación de las áreas cosechadas. Misma tendencia se observa en las especies de eucaliptos, con una menor oscilación de las tasas de plantación en los últimos años, ubicándose en el rango de 40.000 a 50.000 ha, explicado también por la reforestación de las áreas cosechadas (Figura N° 2 y Apéndice 2).



(Fuente: INFOR, 2018)

Figura N° 2
EVOLUCIÓN TASA ANUAL DE PLANTACIÓN 2000 – 2016



2. SUPERFICIE DE PLANTACIONES

La actualización anual del inventario de plantaciones en pie se realiza con los importantes aportes de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y de un grupo de empresas con las que INFOR mantiene un convenio de colaboración. Este convenio con las principales empresas forestales, agrupadas en la Corporación Chilena de la Madera (CORMA), permite obtener íntegramente la información actualizada de los inventarios forestales de su patrimonio, en tanto CONAF aporta la información registrada en la administración del DL 701 en cuanto a nuevas plantaciones, así como los registros de incendios forestales.

INFOR compila y procesa la información de las empresas y CONAF, y actualiza la información de pequeños y medianos propietarios a través del uso de imágenes satelitales y campañas de terreno para recoger la información de los rodales. Esta actualización de plantaciones ha sido realizada por INFOR desde los años 80 dentro de su programa Inventario Forestal Continuo.

Si bien el programa mencionado incluye todas las plantaciones, el presente estudio considera la proyección de la madera disponible basada en el inventario de plantaciones de las tres especies principales; *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*, que en forma conjunta representan el 93,2 % del total de las plantaciones del país, no considerando otras especies cultivadas como: álamos, pino ponderosa, pino oregón, acacias, diferentes especies de eucaliptos además de las mencionadas y otras.

La base de proyección corresponde al inventario de plantaciones más actualizado de INFOR respecto al año inicial de proyección y para este estudio es la cobertura de plantaciones a diciembre de 2016.

Recuadro 1

Respecto de la información del *Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos*, que desarrolla y actualiza periódicamente CONAF, este entrega cifras sobre el uso de la tierra, uno de estos usos es Bosques y dentro de él está el uso Plantaciones, el cual considera toda la superficie asociada a las plantaciones; las plantaciones en pie y cosechadas o incendiadas, los terrenos utilizados como canchas de acopio, las quebradas interiores, los caminos forestales, los cortafuegos y otros.

Las cifras entregadas por INFOR en su actualización anual se refieren solamente a las plantaciones en pie. Además difieren de las del Catastro, debido a que presentan distintos objetivos y enfoques metodológicos. De acuerdo a un análisis estadístico, las cifras de INFOR presentan un sesgo de 8% (reporte interno CONAF-INFOR, 2012), principalmente por no considerar las plantaciones recién efectuadas por terceros, que no están registradas en CONAF ni en las empresas y que en las imágenes no es posible visualizar aún.

En la Figura N° 3 se describen las etapas principales del procedimiento de inventario que realiza INFOR.

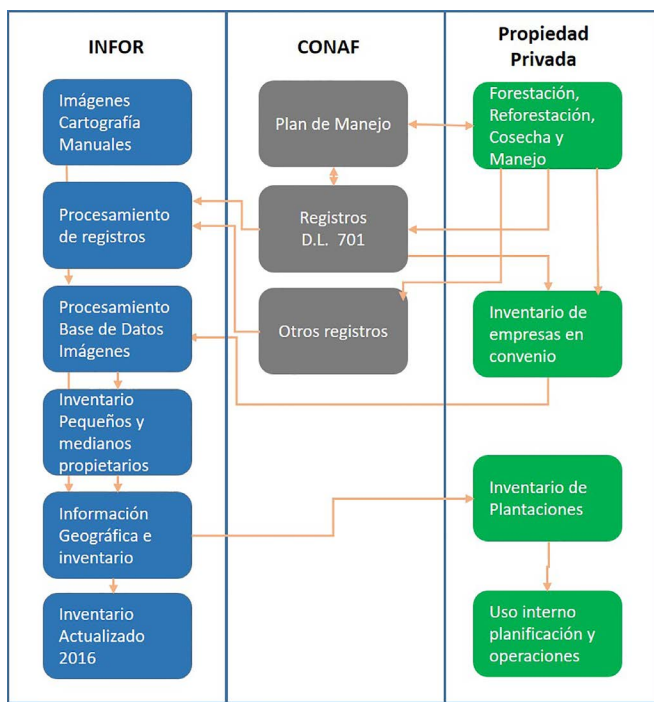


Figura N° 3
PROCEDIMIENTO DE COORDINACIÓN EN LA ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE INFOR.

La coordinación y apoyo entre instituciones promueve un uso eficiente de los recursos públicos asignados al inventario de plantaciones. Sin embargo, no logra aún niveles de precisión ideales respecto del estado de las plantaciones de pequeños y medianos propietarios. Lo anterior se refiere a la detección de plantaciones jóvenes, es decir, menores a 5 años en el caso del pino y menores a 3 años en caso de eucaliptos. Estos estratos jóvenes de plantaciones no pueden ser detectados a nivel nacional en forma costo-eficiente (resolución espacial/costo del material). Por esto, se recurre a los registros que mantiene CONAF para aquellos propietarios acogidos al Decreto Ley 701. En tanto, para aquellas plantaciones jóvenes no acogidas a este incentivo, estas son incorporadas al inventario a través de visitas a terreno, o bien una vez que alcanzan las edades mínimas para ser detectadas mediante sensores remotos.

El inventario de plantaciones, una vez actualizado, se estratifica de acuerdo a diferentes criterios. En los siguientes puntos se presentan algunas de las características principales del estado actual de las plantaciones de *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* consideradas en el estudio.

Se presenta la información respecto a la superficie afectada por los grandes incendios del año 2017, en el período 18 enero - 5 de febrero, y posteriormente se presenta la información de superficie base de plantaciones en pie a diciembre de 2016 para cada especie, descontada la superficie afectada por los incendios del 2017.

2.1. Superficie de Plantaciones Afectada por los Incendios del Año 2017

2.1.1. Delimitación de Superficies Afectadas

Se utilizó como base de información los polígonos definidos y elaborados por CONAF (Cuadro N° 1) (CONAF, 2017). Esta información presenta la superficie de los usos de suelo que fueron afectados por los incendios, además de información respecto a los niveles de severidad de daño en 4 niveles de severidad; severidad alta, media – alta, media – baja y baja (Figura N°4).

Cuadro N° 1
SUPERFICIE DE USO DE SUELO AFECTADO POR LOS INCENDIOS DEL 2017

Uso del Suelo	Superficie	Porcentaje
	(ha)	(%)
Otros usos del suelo	2.024	0,4
Bosque Nativo	105.137	20,3
Plantaciones	283.659	54,7
Praderas y Matorrales	93.775	18,1
Terrenos Agrícolas	33.579	6,5
Total	518.174	100

(Fuente: INFOR, 2017)



VISIÓN GENERAL DE SUPERFICIES QUEMADAS EN 2017 EN LA REGIÓN DEL MAULE

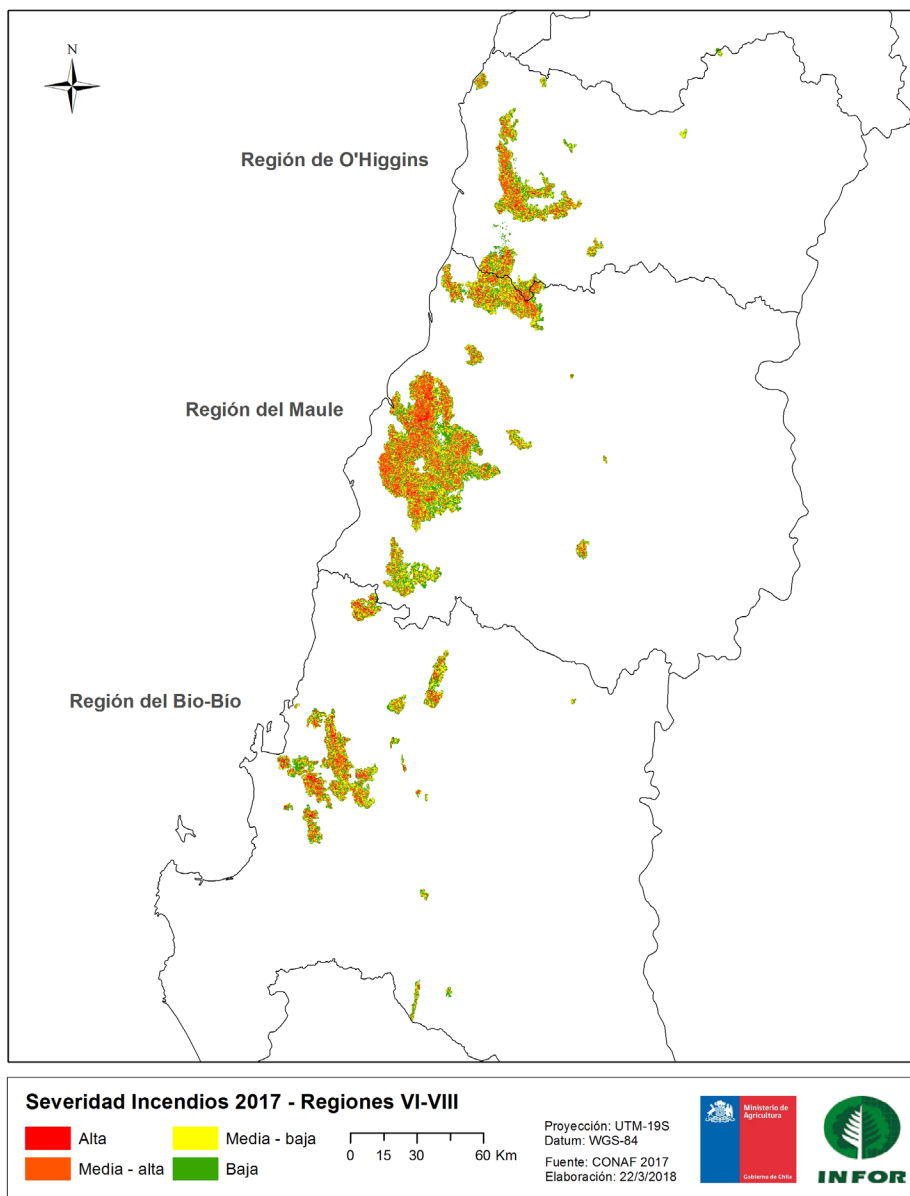
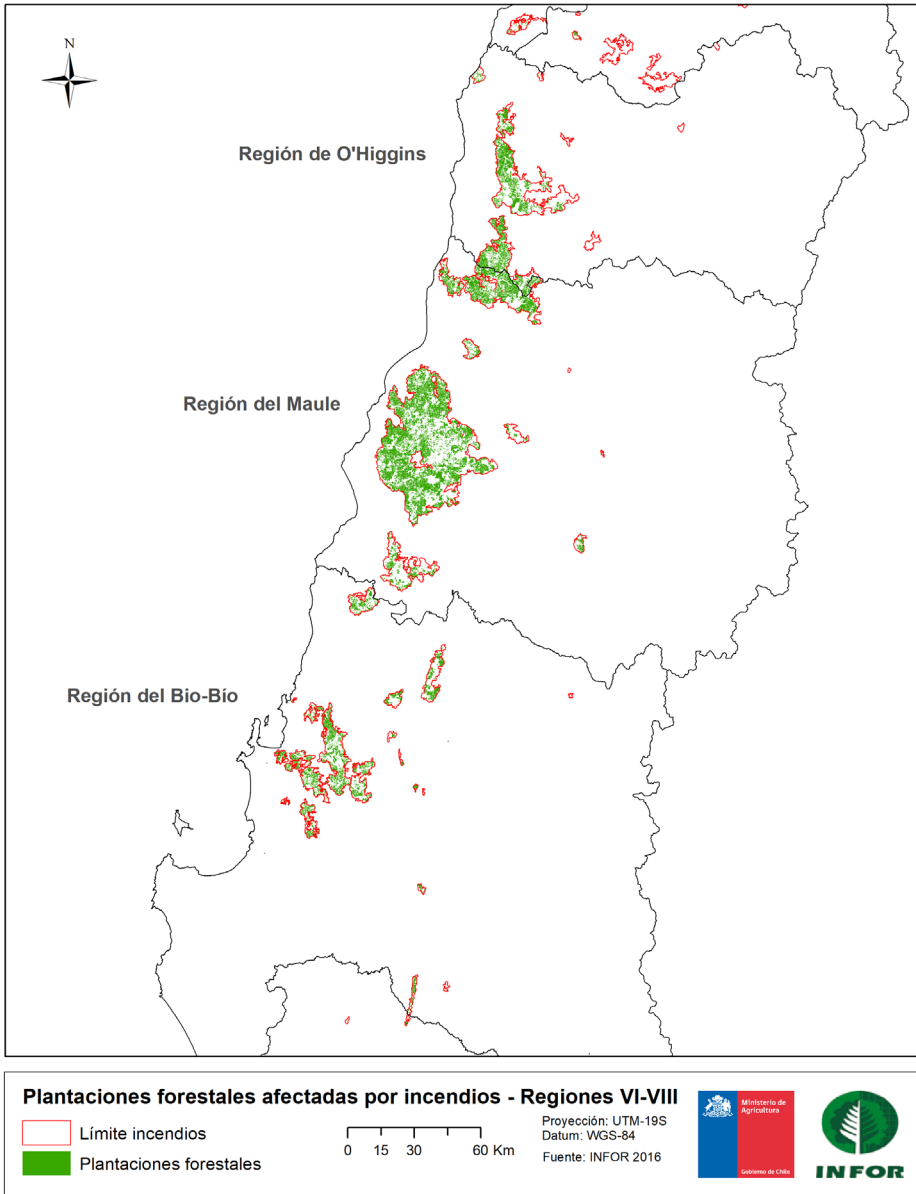


Figura N° 4
DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR LOS INCENDIOS DE 2017
SEGÚN NIVEL DE SEVERIDAD DE DAÑO. REGIONES DE O'HIGGINS, MAULE Y BIO BÍO

2.1.2. Superficie de Plantaciones Afectadas

La cuantificación de la superficie de plantaciones en pie que fue afectada por los incendios se generó a partir del cruce de información proveniente de la delimitación de las áreas afectadas (polígonos definidos por CONAF en el primer semestre del 2017), y la cobertura de

plantaciones de pino y eucaliptos que se presentaba en pie al momento de los incendios (información a diciembre de 2016, INFOR, 2018) (Figura N° 5).



La línea de color rojo representa los límites del incendio.

El área de color verde ubicada dentro de los límites del incendio representa la superficie de plantaciones que se encontraba en pie a diciembre de 2016 y que fue afectada por los incendios. Se asume el que parte de las plantaciones afectadas fueron utilizadas en el consumo del año 2017 y 2018.

Figura N° 5
SUPERFICIE DE PLANTACIONES DE PINO Y EUCALIPTOS AFECTADAS POR LOS INCENDIOS EN EL PERÍODO ENTRE EL 18 DE ENERO Y 5 DE FEBRERO DE 2017

La superficie total afectada alcanzó un total de 198.800 ha correspondientes a plantaciones en pie de pino y eucaliptos en distinto grado de severidad de daño. La región más afectada fue la del Maule, donde 127.652 ha de plantaciones presentaron algún daño producto de los incendios. En segundo lugar, se ubican las regiones del Bio Bio y O'Higgins, presentando una superficie de 39.573 y 29.255 ha dañadas, respectivamente (Cuadro N° 2).

Respecto del tipo de propietarios, el 54 % de la superficie afectada corresponde a las categorías de grandes empresas (GE) y empresas medianas (EM), concentrándose principalmente en la región del Maule y en menor medida la región del Bio Bio (Cuadro N° 2). En el caso de medianos (MP) y pequeños propietarios (PP), un alto porcentaje de plantaciones afectadas se concentra en la región del Maule (47.694 ha), y en segundo lugar las regiones de O'Higgins con 26.622 ha y Bio Bio 16.144 ha (Cuadro N° 2). Del total de la superficie afectada por los incendios, 79,4% corresponde a plantaciones de pino radiata y en menor medida a plantaciones de eucaliptos (Cuadro N° 3).

Cuadro N° 2
SUPERFICIE DE PLANTACIONES PINO RADIATA Y EUCALIPTOS AFECTADA
SÉGÚN TIPO DE PROPIETARIO Y REGIÓN

Regiones	Tipos de Propietarios				Total
	GE	EM	MP	PP	
	(ha)				
Valparaíso			34	460	494
Metropolitana			260	34	294
O'Higgins	30	2.603	14.784	11.838	29.255
Maule	77.359	2.599	16.186	31.508	127.652
Biobío	21.986	1.443	3.259	12.885	39.573
La Araucanía	722		122	531	1.375
Los Ríos	157				157
Total	100.254	6.645	34.645	57.256	198.800

(Fuente: Elaboración propia en base a (INFOR, 2018 y CONAF, 2017)

GE: grandes empresas >30.000 ha; EM: empresas medianas 5.000 a 30.000 ha
MP: medianos propietarios 200 a 5.000 ha y PP: pequeños propietarios <200 ha.

Cuadro N° 3
SUPERFICIE DE PLANTACIONES AFECTADAS POR ESPECIE Y REGIÓN

Regiones	Pino radiata		Total	Eucaliptos		Total
	Empresas	Pymes		Empresas	Pymes	
	(ha)					
Valparaíso	0	3	3	0	491	491
Metropolitana	0	0	0	0	294	294
O'Higgins	2.395	16.093	18.488	238	10.529	10.767
Maule	78.601	40.340	118.941	1.357	7.354	8.711
Biobío	13.542	5.804	19.346	9.888	10.340	20.228
La Araucanía	513	323	836	208	330	538
Los Ríos	157	0	157	0	0	0
Total	95.208	62.563	157.771	11.691	29.338	41.029

En lo referente a rango de edad de las plantaciones afectadas se presenta una tendencia homogénea a través de este; en torno a 31.074 y 32.983 ha para el rango de edades de 1 a 20 años para pino radiata (Cuadro N° 4 y Figura N° 6).

Cuadro N° 4
SUPERFICIE DE PLANTACIONES DE PINO RADIATA AFECTADAS POR LOS INCENDIOS
SEGÚN RANGO DE EDADES Y REGIÓN

Regiones	Rango de Edades					Total
	1 – 5	6 – 10	11 – 15	16 – 20	21 – más	
(ha)						
Valparaíso	0	0	0	0	3	3
O'Higgins	2.356	3.687	3.772	4.579	4.094	18.488
Maule	25.647	24.361	27.208	22.907	18.818	118.941
Biobío	2.977	4.022	3.989	5.127	3.231	19.346
La Araucanía	94	157	98	370	117	836
Los Ríos	0	0	0	0	157	157
Total	31.074	32.227	35.067	32.983	26.420	157.771

En cuanto a las plantaciones de eucaliptos, se observa una tendencia similar a pino, sin grandes diferencias de superficie afectada en edades menores a 15 años y presentando valores en torno a 10.616 ha en el rango de 1 a 5 años y de 14.157 ha en el rango de 11 a 15 años (Cuadro N° 5 y Figura N° 6).

Cuadro N° 5
SUPERFICIE DE PLANTACIONES DE EUCALIPTOS AFECTADAS POR LOS INCENDIOS
SEGÚN RANGO DE EDADES Y REGIÓN

Regiones	Rango de Edades					Total
	1 – 5	6 – 10	11 – 15	16 – 20	21 – más	
(ha)						
Valparaíso	32	144	196	116	3	491
Metropolitana	42	246	6	0	0	294
O'Higgins	1.890	3.813	3.360	1.567	137	10.767
Maule	1.927	2.117	3.890	484	294	8.712
Biobío	6.669	5.071	6.528	1.731	228	20.227
La Araucanía	56	162	177	134	9	538
Total	10.616	11.553	14.157	4.032	671	41.029

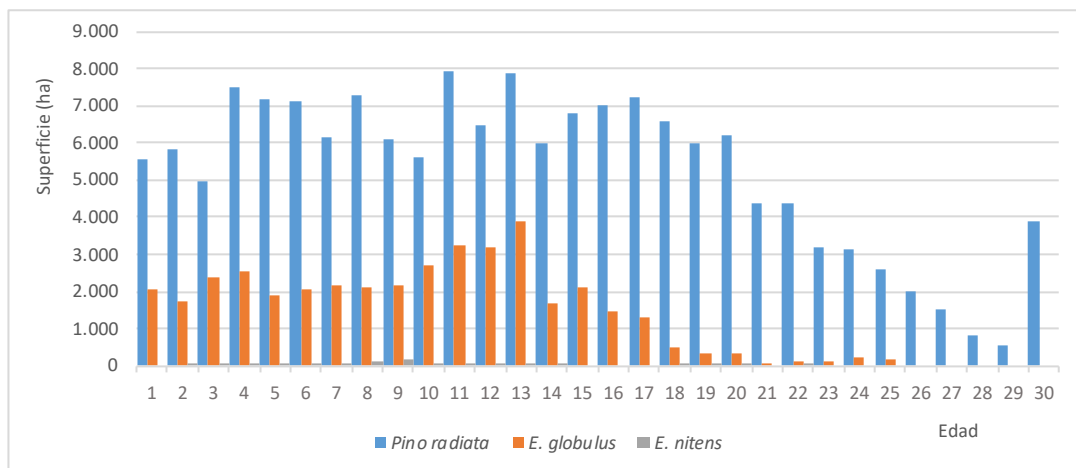


Figura N° 6
DISTRIBUCIÓN POR EDADES DE LA SUPERFICIE AFECTADA POR LOS INCENDIOS DE 2017

2.2. Superficie de Plantaciones Descontadas las Superficies Afectadas

La superficie de plantaciones en pie entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos (hasta provincia de Llanquihue) alcanza un total de 2.025.886 ha.

Esta superficie incorpora los descuentos de las superficies afectadas por los incendios del 2017, además de descuentos de plantaciones sobremaduras, mayores a 30 años en el caso de pino y mayores a 25 años en el caso de los eucaliptos¹.

2.2.1. Superficie de Plantaciones Base

Al descontar las plantaciones afectadas por los incendios la superficie de plantaciones se redujo en un 9% con respecto a la información registrada a diciembre de 2016.

En la Figura N° 7 se presenta en forma gráfica la información de las superficies totales acumuladas de plantaciones de pino y eucaliptos por edades, previas y posteriores a los incendios del 2017, además de la superficie descontada por clase de edad.

¹ Superficies de plantaciones de pino radiata con edades > 30 años, se descuentan 10.495,2 ha; Plantaciones de *Eucalyptus globulus* con edades > 25 años, se descuentan 5.866,4 ha; y plantaciones de *Eucalyptus nitens* con edades > 25 años, se descuentan 1.130,6 ha; registros de superficies establecidas en el período 2017 (2.401 ha); y registros de superficies menores a 1 (232,1 ha). Estas plantaciones de edades superiores son descontadas dado que las empresas informan que, por accesibilidad, calidad de maderas u otras razones, ya no serán utilizadas.

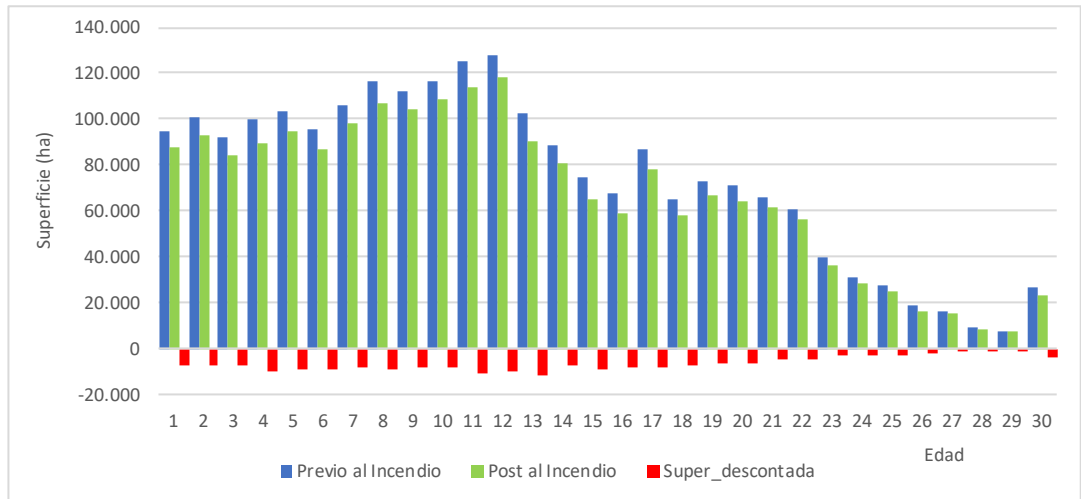


Figura N° 7
SUPERFICIE DE PLANTACIONES DE PINO Y EUCALIPTOS POR EDAD
ANTES Y DESPUÉS DE LOS INCENDIOS DE 2017

Respecto de los propietarios, el 65,6 % de las plantaciones de pino y eucaliptos corresponde a la categoría empresas, sumando 1.328.307 ha, siendo explicada principalmente por el segmento de grandes empresas (Cuadro N° 6).

En cuanto a los segmentos de pequeños y medianos propietarios, participan con un 34,4% de la superficie plantada, alcanzando las 697.579 ha, donde el 69,3 % es explicado por el segmento de pequeños propietarios con 483.831 ha.

Cuadro N° 6
SUPERFICIE BASE DE PLANTACIONES DE PINO Y EUCALIPTOS POR TIPO DE PROPIETARIO

Tipo de Propietario	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Total
	(ha)			
Grandes Empresas (GE)	825.152	148.898	149.557	1.123.607
Empresas Medianas (EM)	95.650	72.665	36.385	204.700
Medianos Propietarios (MP)	116.184	77.147	20.417	213.748
Pequeños Propietarios (PP)	174.861	247.672	61.298	483.831
Total	1.211.847	546.382	267.657	2.025.886

(Fuente: Cobertura de plantaciones 2016 (INFOR, 2018a)).

GE: grandes empresas; > 30.000 ha; EM: empresas medianas; 5.000 a 30.000 ha; MP: medianos propietarios; 200 a 5.000 ha y PP: pequeños propietarios < 200 ha.

Recuadro 2

La categoría empresas se refiere a las sociedades forestales que han suscrito el convenio de intercambio de información patrimonial sobre plantaciones de pino radiata y eucaliptos, diferenciando empresas grandes, con patrimonio de plantaciones mayores a 30.000 ha (Empresas Arauco, CMPC Celulosa, MASISA SA) y empresas medianas, sobre 5.000 ha y hasta 30.000 ha (Forestal Los Lagos, Forestal COMACO, Forestal Anchile, Bosques Cautín, Forestal Tierra Chilena, Cambium SA, entre otras). La categoría de medianos propietarios incluye sociedades y personas naturales cuya propiedad excede 200 ha, cualquiera sea la región en que se encuentren, y la categoría pequeños propietarios considera a los que no exceden esa superficie, buscando asimilar esta categoría a la definición en la Ley INDAP. (<12 ha riego básico).

En lo referente a las especies, la superficie plantada de pino radiata sigue presentando una alta participación dentro de las tres especies de mayor consumo en Chile, explicando el 59,8% de la superficie plantada con 1.211.847 ha. En segundo lugar se encuentra *Eucalyptus globulus* con el 27 % y después *Eucalyptus nitens* con un 13,2 % de participación.

En cuanto a la distribución regional, la región del Bio Bio concentra el 42,9% de la superficie total con 869.763 ha de plantaciones de pino y eucaliptos (Cuadro N° 7 y Figura N° 8), seguida de la región de La Araucanía que concentra el 23,3 % de la superficie plantada con 472.336 ha.

Cuadro N° 7
SUPERFICIE BASE DE PLANTACIONES DE PINO Y EUCALIPTOS POR REGIÓN Y TIPO DE PROPIETARIO

REGIÓN	Grandes Empresas	Empresas Medianas	Medianos Propietarios	Pequeños Propietarios	Total	Porcentaje
	(ha)					(%)
<i>Pinus radiata</i>						
Valparaíso	0	176	3.302	2.727	6.205	1
Metropolitana	0	0	0	17	17	0
O'Higgins	70	14.940	20.821	13.567	49.398	4
Maule	154.117	20.410	35.398	50.223	260.148	21
Biobío	416.259	24.797	30.889	64.135	536.080	44
La Araucanía	170.521	23.264	21.287	37.940	253.012	21
Los Ríos	75.402	11.564	2.797	2.775	92.538	8
Los Lagos	8.783	499	1.690	3.477	14.449	1
Total	825.152	95.650	116.184	174.861	1.211.847	100
<i>Eucalyptus globulus</i>						
Valparaíso	0	1.639	15.857	19.711	37.207	7
Metropolitana	0	0	1.739	3.022	4.761	1
O'Higgins	0	6.311	12.501	20.803	39.615	7
Maule	9.101	2.584	7.349	17.746	36.780	7
Biobío	96.422	24.382	20.453	88.747	230.004	42
La Araucanía	33.185	24.557	13.167	84.181	155.090	28
Los Ríos	9.386	1.110	3.510	5.409	19.415	4
Los Lagos	804	12.082	2.571	8.053	23.510	4
Total	148.898	72.665	77.147	247.672	546.382	100
<i>Eucalyptus nitens</i>						
Valparaíso	0	0	0	0	0	0
Metropolitana	0	0	0	0	0	0
O'Higgins	0	0	0	0	0	0
Maule	1.798	399	129	203	2.529	1
Biobío	78.140	2.976	5.012	17.551	103.679	39
La Araucanía	35.358	5.056	8.192	15.628	64.234	24
Los Ríos	22.441	20.961	4.628	14.789	62.819	23
Los Lagos	11.820	6.993	2.456	13.127	34.396	13
Total	149.557	36.385	20.417	61.298	267.657	100

Superficie base de plantaciones en pie a diciembre de 2016, utilizada en el modelo de proyección. Se ha descontado la superficie en pie afectada por los incendios del 2017 y las plantaciones mayores a 30 años en pino y mayores a 25 años en eucaliptos.

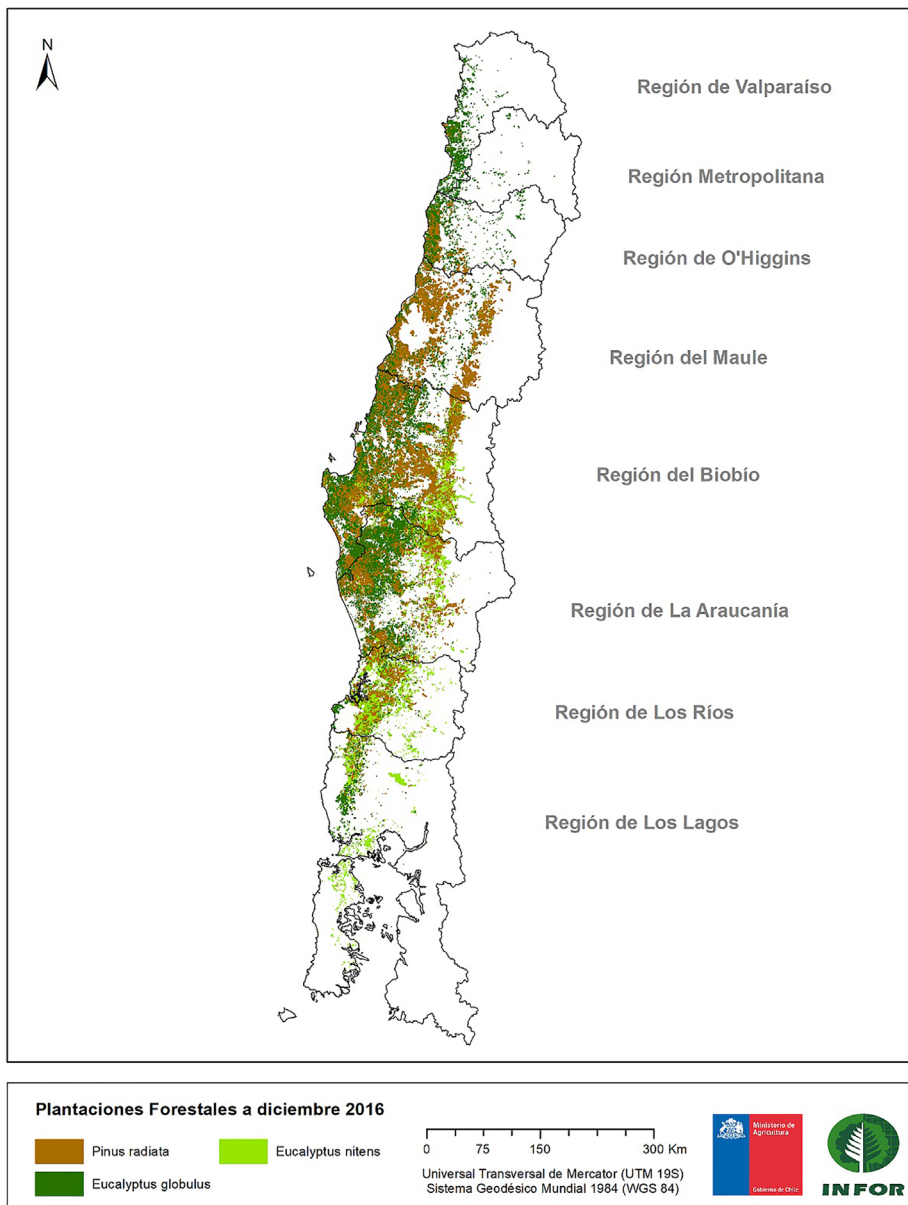


Figura N° 8
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS PLANTACIONES SEGÚN ESPECIE

2.2.2. Comparación de Superficies con Estudios Anteriores

Respecto de los estudios anteriores de disponibilidad de madera de plantaciones, la superficie plantada de pino ha presentado una tendencia decreciente en el período 1998 al 2016, disminuyendo en 116.892 ha (INFOR, 1999; INFOR, 2005 y INFOR, 2013). En cuanto a la información base utilizada en el estudio anterior del año 2010, se presenta una disminución de 94.050 ha (Cuadro N° 8).

Las cifras por tipo de propietario indican que el segmento de empresas presenta un aumento de 110.567 ha entre los años 1998 y 2016. En cambio, en el segmento de medianos y pequeños propietarios se observa una tendencia decreciente de la superficie plantada entre los años 1998 y 2016 (Cuadro N° 8). Disminución que se traduce en un 39,1 % menos con respecto a la superficie que había en 1998, equivalente a -227.460 ha. Cifra no menor considerando la importancia que presenta esta especie en la producción nacional y en el abastecimiento de las pymes madereras. Dentro de las razones que pueden explicar esta disminución dentro de este segmento se encuentra el cambio de especies de pino a eucaliptos, entre otras.

Previo a los incendios del 2017 la superficie de plantaciones de pino radiata alcanzaba a 1.369.618 ha a diciembre de 2016 (INFOR, 2018a). Disminuyendo esta cifra a 1.211.847 ha, producto principalmente de estos siniestros, que explican un descuento de 157.771 ha, además de los descuentos de superficies de plantaciones con edades mayores a 30 años, entre otros descuentos menores indicados anteriormente.

Cuadro N° 8
SUPERFICIE COMPARATIVA DE PINO RADIATA POR TIPO DE PROPIETARIO
UTILIZADA EN LOS ÚLTIMOS ESTUDIOS

Tipo Propietario	1998	2003	2010	2016	Diferencia 1998 a 2016 Antes Inc.	2016 Menos Inc.	Diferencia 1998 a 2016 Después Inc.*
	(ha)				(ha)	(ha)	(ha)
Empresas	905.444	996.935	1.079.985	1.016.011	110.567	920.802	15.358
Diferencia**		91.491	83.050	-63.974		-95.209	
PYMP	581.067	438.704	383.683	353.607	-227.460	291.045	-290.022
Diferencia**		-142.363	-55.021	-30.076		-62.562	
Total	1.486.511	1.435.639	1.463.668	1.369.618	-116.893	1.211.847	-274.664
Diferencia**		-50.872	28.029	-94.050		-157.771	

* Descuento de superficie en pie afectada por los incendios de 2017

** Diferencia respecto al período anterior.

En el caso de los eucaliptos, se presenta una tendencia creciente en superficie plantada considerando el período 2006 al 2016 (INFOR, 2007; INFOR, 2013). En *E. globulus* se observa un aumento de superficie de 191.836 ha, incrementándose en un 48,5 % respecto de la superficie del año 2006 y alcanzando las 586.849 ha a diciembre de 2016 (Cuadro N° 9). En cuanto a propietarios, esta superficie se incrementa en ambos segmentos, siendo mayor en el segmento de terceros (pequeños y medianos propietarios), que presenta un aumento de 143.420 ha, respecto al estudio del 2006 (INFOR, 2007).

En cuanto a *Eucalyptus nitens*, la superficie plantada desde el año 2006 al 2016 ha aumentado en un 96 %, equivalente a 131.478 ha (INFOR, 2007; INFOR, 2013). Se observa que este incremento de superficie plantada se presenta en ambos segmentos de propietarios, siendo levemente mayor en el segmento de empresas (Cuadro N° 9).

Respecto de la información de superficie posterior a los incendios, *Eucalyptus globulus* presentó una disminución de 40.467 ha respecto de la superficie base del año 2016, que corresponde a la superficie que fue afectada por estos eventos, alcanzando actualmente las 546.382 ha en pie. En *Eucalyptus nitens* la superficie afectada fue menor al 1%, alcanzando actualmente las 267.657 ha.

Cuadro N° 9
SUPERFICIE COMPARATIVA DE EUCALIPTOS POR TIPO DE PROPIETARIO
UTILIZADA EN LOS ÚLTIMOS ESTUDIOS

<i>Eucalyptus globulus</i>						
Tipo Propietario	2006	2010	2016	Diferencia 2006 a 2016 Antes Inc.	2016 Menos Inc.	Diferencia 2006 a 2016 Después Inc.*
	(ha)			(ha)	(ha)	(ha)
Empresas	184.347	218.462	232.763	48.416	221.563	37.216
Diferencia**		34.115	14.301		-11.200	
PYMP	210.666	289.938	354.086	143.420	324.819	114.153
Diferencia**		79.272	64.148		-29.267	
Total	395.013	508.400	586.849	191.836	546.382	151.369
Diferencia**		113.387	78.449		-40.467	
<i>Eucalyptus nitens</i>						
Tipo Propietario	2006	2010	2016	Diferencia 2006 a 2016 Antes Inc.	2016 Menos Inc.	Diferencia 2006 a 2016 Después Inc.*
	(ha)			(ha)	(ha)	(ha)
Empresas	108.671	151.216	186.434	77.763	185.942	77.271
Diferencia**		42.545	35.218		-492	
PYMP	28.070	52.391	81.785	53.715	81.715	53.645
Diferencia**		24.321	29.394		-70	
Total	136.741	203.607	268.219	131.478	267.657	130.916
Diferencia**		66.866	64.612		-562	

* Descuento de superficie en pie afectada por los incendios de 2017.

** Diferencia respecto al período anterior.

Al comparar las superficies por clase de edad en pino entre el estudio actual y el estudio anterior (base inventario 2010), se observa una tendencia decreciente de superficie acumulada

por estructura de edades, generando una estructura irregular de la acumulación de superficies por clase de edad.

Esta menor acumulación de superficies, se presenta en el rango de plantaciones menores a 8 años y en el rango entre los 13 y 21 años de edad, presentando en algunas edades grandes diferencias de superficie (entre los 3 y 7 años, como en el rango entre los 14 y 17 años).

Respecto de edades superiores, entre los 22 y 27 años, estas se observan levemente mayores en comparación al estudio anterior (Figura N° 9).

La menor superficie por clase de edad en pino es en gran parte explicada por el descuento de la superficie afectada por los incendios del 2017.

Posteriormente, estas cifras se verán reflejadas en las proyecciones de volumen de madera en el horizonte de proyección.



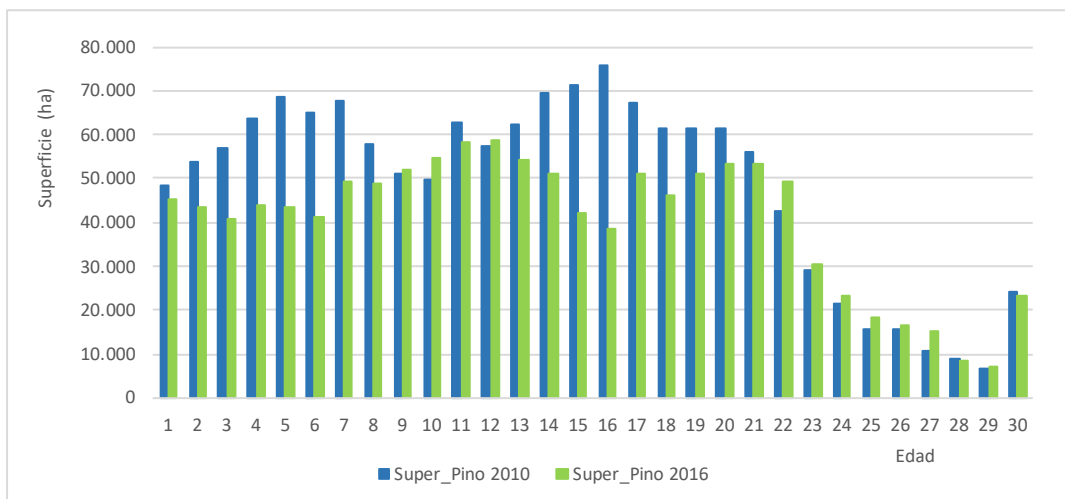


Figura N° 9
SUPERFICIE COMPARATIVA DE PINO RADIATA POR EDAD INVENTARIOS 2010 Y 2016

La comparación de las superficies de eucaliptos respecto del estudio anterior muestra una mayor acumulación de superficies en un amplio rango de edades, siendo mayor esta acumulación en edades sobre los 7 años que en el estudio anterior (Figura N° 10). Una menor acumulación de superficies se presenta en el rango entre los 4 y 7 años de edad.

Respecto a la información base del año 2010, la clase mayor de edad considerada era de 20 años y más y se aumentó para este estudio a 25 años, respondiendo a la tendencia de alargar las edades de rotación en estas especies, especialmente en *Eucalyptus nitens* para obtener mayor densidad de la madera.

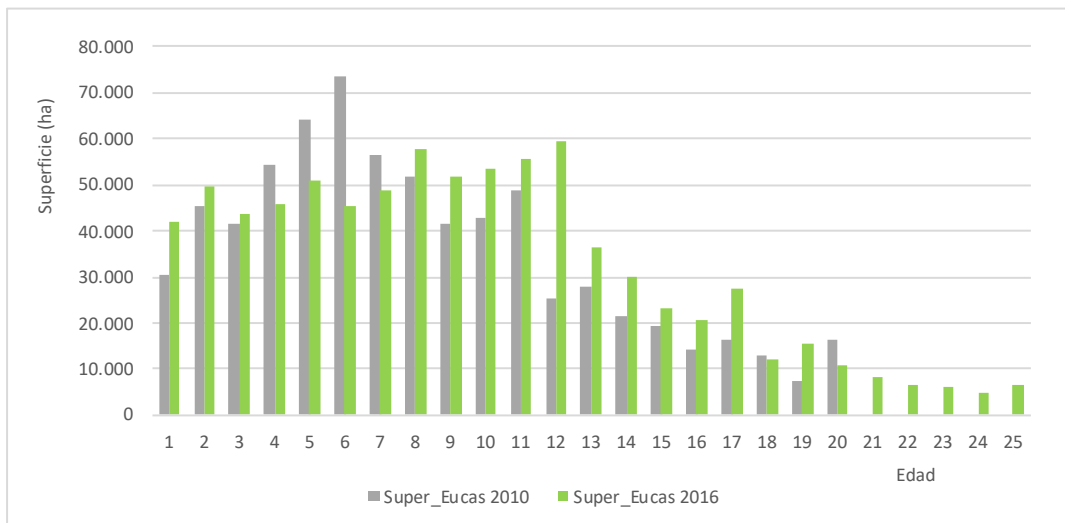


Figura N° 10
SUPERFICIE COMPARATIVA DE EUCALIPTOS POR EDAD INVENTARIOS 2010 Y 2016

En resumen, en el caso del pino se presenta una tendencia de disminución de las plantaciones en propiedad de terceros (pequeños y medianos propietarios) desde 1998 a 2016.

Esto se debe a diversas razones; fuerte baja de la forestación producto del fin de la legislación de fomento, tendencia al cambio de especie de pino a eucaliptos, y las pérdidas de plantaciones debido a los incendios de 2017.

Respecto a la proporcionalidad por segmentos de propietarios, se mantiene en un 76 % la concentración de la superficie plantada de pino en el segmento de empresas.

En el caso de las superficies de plantaciones de eucaliptos, se presenta una mayor superficie plantada respecto del estudio anterior producto de diversos factores, como la preferencia por parte de pequeños y medianos propietarios por estas especies (menor edad de rotación), la creación de masa crítica para abastecer al sector de la industria pulpable de fibra corta y al sector exportador de astillas, la búsqueda de la consolidación de esta madera para su utilización como leña, y la optimización en el uso de los suelos en sectores donde pino presenta crecimientos inferiores, entre otros.

Se aprecia un mayor incremento en *Eucalyptus globulus* en el segmento de terceros, en tanto que en *Eucalyptus nitens* el incremento se presenta en proporciones similares en ambos segmentos de propietarios (empresas y terceros).



3. ANTECEDENTES DE MANEJO Y RENDIMIENTO DE LAS PLANTACIONES

Los crecimientos de las plantaciones para diferentes especies están dados por las condiciones de sitio, dadas a su vez por la interacción del suelo y el clima en cada lugar para una especie determinada.

Al respecto, el país presenta una gran variabilidad, pero en términos generales las principales variables de clima varían en latitud, aumentando las precipitaciones de norte a sur y reduciéndose las temperaturas en igual sentido. Hay otras variables de clima que son de importancia, aunque de variabilidad más local, como temperaturas mínimas y máximas, ocurrencia de precipitaciones en forma de nieve y humedad ambiental.

Respecto de los suelos, hay grandes variaciones también que condicionan en mayor o menor medida el crecimiento de las plantaciones para diferentes especies, como textura, estructura, profundidad, acidez o salinidad y disponibilidad de nutrientes, entre otras.

Otros factores gravitantes en el crecimiento y rendimiento de las plantaciones están dados por la procedencia de las semillas y su calidad genética, el establecimiento de la plantación y su manejo posterior en función de diferentes productos. El rendimiento se expresa en general en volumen de madera por unidad de superficie (m^3/ha) y el crecimiento como el incremento anual del volumen por unidad de superficie ($m^3/ha/año$).

Manteniendo la experiencia del enfoque metodológico de los estudios anteriores, gran parte de la información utilizada en la actualidad, proviene de la validación, modificación y actualización, de las definiciones utilizadas en los estudios previos.

3.1. Zonas de Crecimiento y Sitios

A lo largo de la distribución geográfica donde se encuentran las plantaciones, las variables de sitio de mayor importancia son las precipitaciones, las temperaturas y los nutrientes en el suelo, factores de bastante variabilidad en el territorio.

Con el fin de delimitar geográficamente la productividad de los sitios, el Proyecto Modelo Nacional de Simulación de Pino Radiata estableció en 1990, con el apoyo de especialistas, las zonas de crecimiento para las especies. En estas zonas se muestran las distintas condiciones en que los árboles presentan similares formas de crecimiento en términos de área basal por unidad de altura dominante, para condiciones de bosques con densidad completa, reflejando de esta forma el efecto de los factores limitantes en el crecimiento de las plantaciones. Dentro de cada zona, el índice de sitio (altura de los 100 árboles más gruesos a los 20 años) complementa la descripción de la productividad en relación al volumen.

En la Figura N° 11 se describe la dispersión de las nueve zonas de crecimiento o zonas de productividad, sin embargo, en la práctica se utilizan solo siete zonas. Debido a que al igual que en el estudio anterior, las zonas 3 y 8 no contaban, al momento de establecerse las zonas, con plantaciones suficientes que aportasen con información para verificar empíricamente la hipótesis respecto a la relación entre volumetría y factores limitantes del crecimiento. Por este

motivo, las plantaciones de estas dos zonas son asimiladas a las zonas vecinas, analizando caso a caso, de acuerdo a su localización específica y proximidad a alguna de ellas, las cuales no representan magnitudes importantes en extensión.

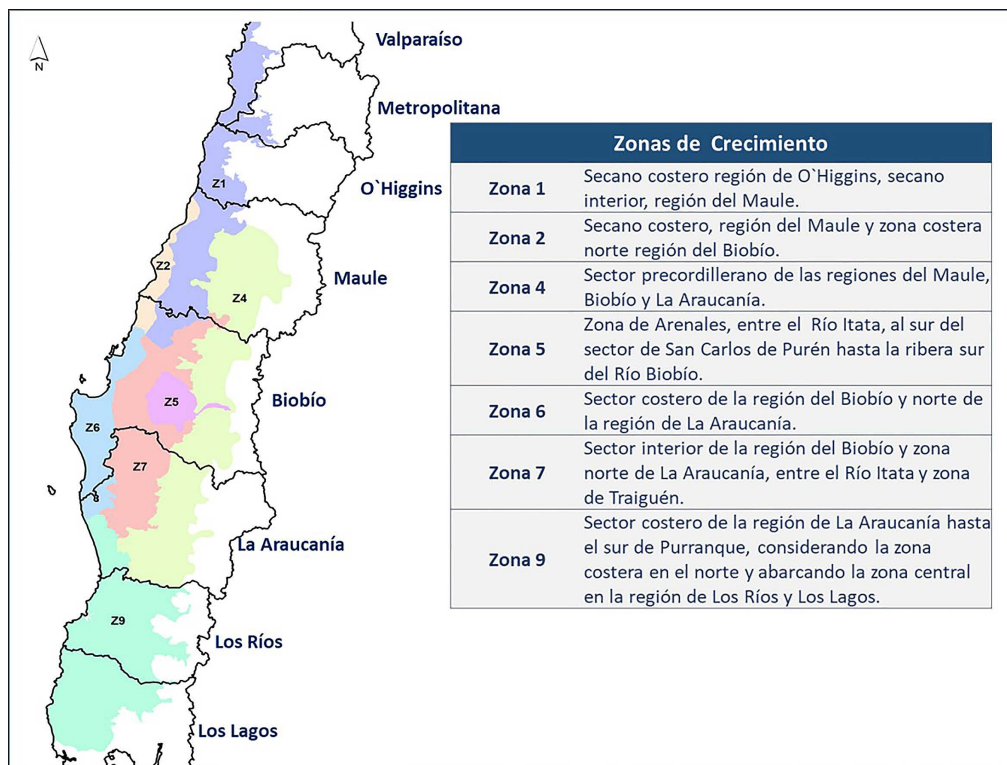


Figura N° 11
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ZONAS DE CRECIMIENTO DE PINO RADIATA UTILIZADAS EN EL ESTUDIO

Si bien es cierto que el Proyecto Modelo Nacional de Simulación desarrolló una zonificación independiente para las plantaciones de eucaliptos, en el presente estudio dichas zonas fueron asimiladas a las zonas correspondientes a pino radiata, con el objetivo de simplificar las proyecciones del recurso, especialmente en aquellos sectores donde se producen cambios de especies en las rotaciones siguientes. Finalmente, se trabajó con siete clases de zona de crecimiento de pino y se diferenció el rendimiento de acuerdo a cada especie.

Para pino radiata se ajustó el parámetro inicial de proyección de área basal a los 4 años, usada como base para el cálculo de los rendimientos de pino (Cuadro N° 10). De igual manera, se ajustaron los valores clase para las cuatro categorías de índice de sitio a utilizar en las distintas zonas de crecimiento.

Para todas las zonas se consideró una densidad de establecimiento de 1.100 árboles por hectárea. Si bien en la práctica se observan densidades iniciales de 1.100 a 1.600 árboles por hectárea, se optó por el valor señalado debido a la baja incidencia que tiene esta

variable en los rendimientos a la edad de cosecha (influyendo principalmente en los costos de establecimiento). Las proyecciones fueron aportadas por empresas participantes y su definición final se realizó tras el análisis por parte del Comité Técnico de los resultados obtenidos.

Cuadro N° 10
VALORES DE ÁREA BASAL INICIAL POR ZONA DE CRECIMIENTO Y SITIO
PARA PINO RADIATA

Sitio	Zona de crecimiento						
	1	2	4	5	6	7	9
	(m ² /ha a los 4 años)						
1	4,6	4,9	4,4	4,2	5,1	4,1	6,1
2	2,9	3,3	2,8	3,1	4,0	2,8	4,4
3	1,0	2,0	1,1	2,9	2,5	1,9	2,7
4	0,7	1,5	1,0	1,3	1,8	1,0	1,9

Para el caso de eucaliptos, las proyecciones fueron generadas por las empresas participantes, considerando situaciones modales para cada zona.

Según las categorías antes descritas, la superficie de plantaciones por zona de crecimiento e índice de sitio se presentan en el Cuadro N° 11.

En este cuadro también se entregan los índices de sitio medios que resultan en este estudio y los índices de sitio medios que se estimaron para los estudios anteriores.

Se observa que, aunque se calculen con distintos métodos, los índices de sitio medios son similares y las diferencias se explican por la mayor precisión del inventario actual.

Cuadro N° 11
VALORES ACTUALES Y PASADOS DE CLASE DE SITIO SEGÚN
ZONA DE CRECIMIENTO PARA PINO RADIATA

Zona de crecimiento	Clase Sitio				Sitio Medio			
	1	2	3	4	2018	2010	2003	1999
	(m)							
1	31,5	28,8	26,5	22,7	26,9	26,9	25,2	26,9
2	31,4	29,0	27,1	23,4	29,1	29,1	27,1	27,9
4	32,6	29,0	27,0	23,1	30,6	30,6	28,5	29,2
5	31,3	28,6	26,0	20,6	24,1	24,1	24,6	25,9
6	32,0	29,0	26,6	22,5	30,3	30,3	29,1	29,0
7	31,5	28,9	26,7	23,5	29,0	29,0	27,6	27,5
9	31,5	29,0	27,1	23,3	28,7	28,7	27,4	27,2
Media	32,0	28,9	26,7	22,3				

3.2. Esquemas de Manejo

3.2.1. Esquemas de Manejo en Pino radiata

El esquema de manejo a utilizar corresponde al mismo criterio utilizado en los estudios anteriores. Se presentan 7 esquemas de manejo definidos para esta especie, siendo homologados a las diferentes situaciones de manejo que se desarrollan actualmente en torno a estas plantaciones (Cuadros N° 12 y N° 13).

Cuadro N° 12
ESQUEMAS DE MANEJO DE PINO RADIATA

Esquema de Manejo	Código (*)
Sin manejo	1
1 raleo, densidad final 500-800	2
2 raleos, densidad final < 500	3
Poda baja	7
Poda alta	8
Manejo intensivo	9
- Variante poda baja	10

Fuente: INFOR 2013)

(*) Se han mantenido los mismos códigos de manejo de estudios anteriores con fines comparativos.

Cuadro N° 13
PARÁMETROS PARA DEFINICIÓN DE ESQUEMAS DE MANEJO DE PINO RADIATA

Código	Poda 1				Poda 2				Poda 3			
	HD (m)	HP (m)	P (ár/ha)	d/D (-)	HD (m)	HP (m)	P (ár/ha)	d/D (-)	HD (m)	HP (m)	P (ár/ha)	d/D (-)
1												
2												
3												
7	7,0	2,1	600	1,1	9,0	3,5	400	1,1				
8	7,0	2,1	600	1,1	9,0	3,5	400	1,1	11,5	5,2	400	
9	8,0	2,1	600	1,2	10,0	3,5	500	1,1	12,0	5,5	450	
10	9,5	2,1	600	1,1	12,0	3,5	400	1,1				

Código	Raleo Desecho			Raleo Comercial 1			Raleo Comercial 2		
	HD (m)	RES (ár/ha)	d/D (-)	HD (m)	RES (ár/ha)	d/D (-)	HD (m)	RES (ár/ha)	d/D (-)
1									
2				16,0	650	0,90			
3	7,0	700	0,90	17,0	450	0,90			
7	7,0	600	0,90	17,0	400	0,90			
8	7,0	600	0,90	17,0	400	0,90			
9				14,0	700	0,95	20,0	450	0,9
10	9,5	700	0,90	17,0	400	0,90			

(Fuente: INFOR, 2013)

HD: Altura Dominante. HP: Altura Poda. P: Árboles podados. RES: Árboles residuales
d/D: Razón de raleo: d: diámetro medio árboles removidos; D: diámetro medio de árboles residuales.
La definición de los esquemas de manejo en pino radiata busca representar la gran variabilidad de esquemas que se aplican actualmente, generando una versión simplificada que permita conocer en grandes números las tendencias de la oferta a nivel de trozas.

Los esquemas de manejo se han estratificado en tres categorías según el producto (o trozo) objetivo del esquema:

Pulpable: Esquema de manejo 1, sin raleos ni podas. Su objetivo es aprovechar el sitio en productos pulpables.

Aserrable Nudoso: Esquemas de manejo 2 y 3, que tienen solo raleo. Su propósito es generar trozas principalmente aserrables.

Aserrable Podado: Incluye los esquemas de manejo 7 al 10, los que varían según la altura de poda y la densidad final del rodal.

3.2.2. Esquemas de Manejo en Eucaliptos

Para el caso de los Eucaliptos, se consideró que el objetivo pulpable sigue siendo hasta el momento el principal destino de estas plantaciones. Sin embargo, se indica que en la realización de un próximo estudio se debe evaluar las tendencias en cuando al manejo de las plantaciones de *Eucalyptus nitens*, con el propósito de incluir productos aserrables en su definición de productos y esquemas de manejo. Actualmente, algunas estimaciones indican que a nivel nacional se presenta una superficie manejada en torno a las 23.000 ha

Recuadro 3

Al momento de realizar la proyección se asume que durante todo el horizonte de planificación en las plantaciones se seguirá aplicando el esquema de manejo inicial definido.

3.2.3. Superficie por Esquemas de Manejo

La superficie de los esquemas de manejo por tipo de propietarios, se presenta en el Cuadro N° 14. Se aprecia que los esquemas 1, 2, 8 y 9 concentran la mayor superficie de pino.

Cuadro N° 14
SUPERFICIES POR ESQUEMA DE MANEJO Y TIPO DE PROPIETARIO

Tipo de Manejo (Código)	Grandes Empresas	Empresas Medianas	Medianos Propietarios	Pequeños Propietarios	Total
	(ha)				
Pino sin manejo (1)	151.111	19.653	31.215	71.147	273.126
Pino Aserrable (2)	131.582	19.269	44.275	70.712	265.838
Pino Aserrable (3)	11.873	7.992	12.619	23.363	55.847
Pino Podado (7)	33.225	19.613	23.681	7.031	83.550
Pino Podado (8)	210.872	24.405	4.394	2.608	242.279
Pino Podado (9)	160.553	4.718	0	0	165.271
Pino Podado (10)	125.936	0	0	0	125.936
E. globulus	148.898	72.665	77.147	247.672	546.382
E. nitens	149.557	36.385	20.417	61.298	267.657
Total	1.123.607	204.700	213.748	483.831	2.025.886

En el Cuadro N° 15 y la Figura N° 12 se presenta la superficie por rangos de edad y la agrupación de los esquemas de manejo antes descrita. Lo cual entrega una expresión general de la regulación del inventario por manejo y especie.

Cuadro N° 15
SUPERFICIES DE PLANTACIONES POR RANGO DE EDAD Y ESQUEMA DE MANEJO

Rango de Edad (años)	Pino radiata				<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Eucalyptus nitens</i>	Total Eucaliptos	Total
	Pulpable	Aserrable	Podado	Total Pino				
0 - 5	50.506	59.712	106.878	217.096	153.739	78.787	232.526	449.622
6 - 10	50.565	60.232	135.298	246.095	158.990	98.681	257.671	503.766
11 - 15	68.482	68.427	127.014	263.923	159.582	45.087	204.669	468.592
16 - 20	49.566	64.650	125.914	240.130	56.611	30.103	86.714	326.844
21 - 25	30.532	46.285	97.732	174.549	17.460	14.999	32.459	207.008
26 - 30	23.475	22.379	24.200	70.054				70.054
Total	273.126	321.685	617.036	1.211.847	546.382	267.657	814.039	2.025.886

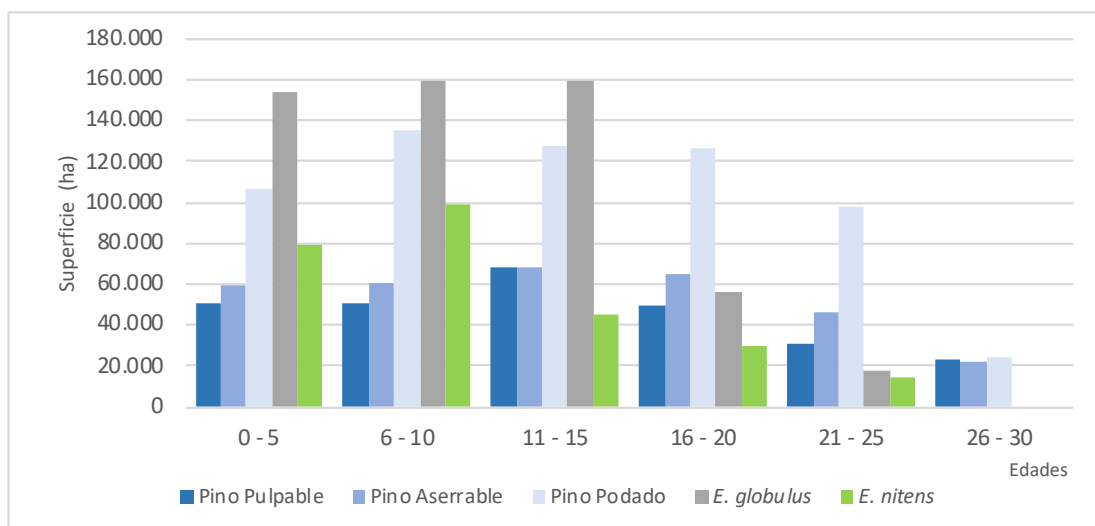


Figura N° 12
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESQUEMA DE MANEJO Y CLASE DE EDAD

En el Cuadro N° 16 se presenta una comparación de la superficie de pino radiata bajo la misma agrupación de esquemas de manejo. Se observa una tendencia de disminución de la superficie para el esquema de manejo podado en relación a la información base de los estudios anteriores de disponibilidad. El esquema aserrable presenta una disminución considerable respecto al estudio anterior. Esto se puede explicar debido a cambios en los requerimientos de abastecimiento por parte del sector, además de la pérdida de la superficie que fue afectada por los incendios de 2017.

Cuadro N° 16
COMPARACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES DE PINO RADIATA
POR ESQUEMA DE MANEJO

Estudio	Pulpable	Aserrable	Podado	Total
	(ha)			
2018	273.126	321.685	617.036	1.211.847
2010	310.088	490.274	663.306	1.463.668
2002	295.165	382.269	758.205	1.435.639
1998	235.000	486.000	765.000	1.486.000

En el Apéndice 3 se entrega la superficie nacional de plantaciones de pino radiata y eucaliptos por edad de plantación y régimen de manejo, y en Apéndice 4 la superficie regional de plantaciones de pino radiata y eucaliptos por edad de plantación.

3.2.4. Definición de Productos

En cuanto a la definición de los productos que se comercializan en el mercado nacional, se procedió a actualizar esta definición para pino para que reflejen el actual mercado de comercialización de trozas de esta especie. Con el Comité Técnico se actualizó esta información y el Cuadro N° 17 se describen los productos y sus dimensiones.

Cuadro N° 17
DEFINICIÓN DE PRODUCTOS PARA PINO RADIATA Y EUCALIPTOS

N°	Especie	Características del Producto			
		Producto	Código	Diámetros Límites (cm)	Largo (m)
1	Pino radiata	Podado 1 Largo	PL1_28	$\varnothing \geq 28$	5,25
2	Pino radiata	Podado 2 Largo	PL2_28	$\varnothing \geq 28$	5,00
3	Pino radiata	Podado 3 Corto	PL3_28	$\varnothing \geq 28$	2,62
4	Pino radiata	Aserrable ind_1	Aser Ind 28	$\varnothing \geq 28$	4,10
5	Pino radiata	Aserrable ind_2	Aser Ind 22	$\varnothing \geq 22$	4,10
6	Pino radiata	Aserrable Comercial	Aser Com 22	$\varnothing \geq 16$	3,30
7	Pino radiata	Aserrable Comercial 2 (Aserrable Pulpable)	MR Aser	$\varnothing \geq 16$	2,44
8	Pino radiata	Pulpable	Pulpable	$\varnothing \geq 8$	2,44
9	E. globulus	Pulpable-Globulus	Pulpable	$\varnothing \geq 6$	2,44
10	E. nitens	Pulpable-Nitens	Pulp_delgada	$6 \leq \varnothing < 20$	2,44
11	E. nitens	Pulpable-Nitens gruesa	Pulp_gruesa	$\varnothing \geq 20$	2,44

El diámetro límite de utilización es de 8 cm para pino y de 6 cm para eucaliptos.

La nueva actualización para pino radiata considera 3 tipos de productos podados (dos trozas largas y una troza corta), 4 tipos de trozas aserrables de diferentes largos que van entre 2,44 m a 4,1 m y diámetros mínimos en torno a 16 y 28 cm según producto, y un producto pulpable. En total se definieron 8 tipos de productos en pino radiata, considerando sus diámetros mínimos y largos, reduciendo en dos en relación al estudio anterior.

3.3. Rendimientos

En el análisis de los rendimientos a utilizar se tomó la decisión con el Comité Técnico de actualizar las estimaciones empleadas en el estudio anterior, debido principalmente a que se consideró extender la edad de cosecha de plantaciones de pino actualmente existentes hasta los 30 años, sumado a la redefinición de productos, y a que el modelo de simulación había incorporado nuevos ajustes que representaban mejor el desempeño de las plantaciones actuales.

Las proyecciones de crecimiento y rendimiento fueron realizadas a partir de las simulaciones obtenidas con el Simulador *INSIGNE* para pino y con el simulador *EUCASIM*² para las especies del género *Eucalyptus*, ambos en poder de las empresas en convenio, bajo parámetros iniciales acordados por el comité, buscando siempre acercarse a representar de mejor forma los resultados operacionales observados. Así, para cada esquema de manejo definido (Cuadro N° 13), sitio y zona de crecimiento, el simulador genera el volumen acumulado de acuerdo a la tabla de productos que se definió (Cuadro N° 17).

Las tablas de rendimiento que se obtienen con los simuladores están basadas en las proyecciones de crecimiento que generan funciones de variables agregadas de rodal (área basal, altura de árboles dominantes, mortalidad, copa). Al momento de la cosecha estas variables permiten, por desagregación, obtener la tabla de rodal, la altura de los árboles en cada clase de diámetro y, si los hubiere, los atributos de poda en cada clase. Sobre esta tabla de rodal un simulador de trozado recorre las clases y, utilizando una función de ahusamiento, obtiene de cada una de ellas los distintos tipos de trozas de acuerdo a una lista priorizada de productos definidos por el analista.

Para el caso de las plantaciones de propiedad de pequeños y medianos propietarios, al igual que en el segmento de grandes empresas, la información se obtiene en base a simulaciones y posteriormente es contrastada con información levantada en terreno para definir los parámetros de corrección.

Esto considerando que hay diferencias respecto al tipo de sitio, calidad de las plantas, actividades de manejo y otras variables que afectan el rendimiento de las plantaciones en propiedad de pequeños y medianos propietarios, en comparación con el del segmento grandes empresas.

En el Cuadro N° 18 se presenta el incremento medio anual en volumen (IMA) para cada esquema de manejo, zona y sitio. El IMA se calcula sacando la razón entre el volumen total a la edad de cosecha y la edad, este rendimiento no incluye aquel obtenido en los raleos.

² Simuladores que son de propiedad del modelo de simulación nacional, de la Universidad de Concepción.

Recuadro 4

La simulación entrega una cuantificación de los distintos productos y no considera la degradación y desclasificación de trozas que se produce y detecta en las faenas de cosecha. En el Cuadro N° 18 se entregan los volúmenes de acuerdo a cómo se obtienen del simulador. Es decir, volúmenes en pie y sin considerar la desclasificación de productos a trozas pulpables. La desclasificación de trozas aserrables o podadas a pulpables ocurre y se detecta en la etapa de cosecha y corresponde más bien a factores empíricos.

Cuadro N° 18
INCREMENTO MEDIO ANUAL EN VOLUMEN DE PLANTACIONES DE PINO RADIATA Y EUCALIPTOS
POR ZONA DE CRECIMIENTO Y ESQUEMA DE MANEJO

Zona de Crecimiento	Sitio	Esquemas de Manejo									
		1	2	3	7	8	9	10	11	12	
		20 años	22 años	22 años	24 años	24 años	24 años	24 años	12 años	12 años	
(m ³ /ha/año)											
1	1	29	24	23	21	20	19	20	10	20	
	2	23	19	18	17	16	15	16	8	13	
	3	17	14	13	12	12	11	12	6	12	
	4	12	10	9	8	8	8	9	5	11	
2	1	30	27	25	23	22	21	23	16	19	
	2	25	21	20	18	18	17	18	11	18	
	3	20	18	16	15	15	14	15	8	16	
	4	15	12	11	10	10	9	11	8	16	
4	1	32	26	25	21	21	18	22	21	37	
	2	25	20	18	15	16	15	16	22	32	
	3	21	17	16	14	13	12	12	18	26	
	4	17	13	13	10	9	10	11	16	20	
5	1	14	11	10	9	9	8	9	19	21	
	2	11	9	8	7	7	7	7	16	18	
	3	9	7	6	6	6	5	6	11	14	
	4	7	5	5	4	4	5	5	7	11	
6	1	31	26	24	22	21	18	22	31	43	
	2	24	20	18	16	16	15	17	28	36	
	3	20	16	15	17	14	12	14	25	28	
	4	15	12	11	10	10	9	10	18	21	
7	1	29	25	24	21	21	20	21	22	36	
	2	25	21	20	18	18	16	18	18	32	
	3	21	18	17	15	15	14	15	16	25	
	4	16	13	13	11	11	10	11	11	17	
9	1	30	24	22	20	19	18	20	24	43	
	2	23	18	17	14	14	14	15	21	38	
	3	17	14	13	11	11	10	11	17	33	
	4	13	10	9	7	7	7	7	14	25	

Esquemas 1 a 10 corresponden a plantaciones de pino radiata
 Esquema 11 corresponde a plantaciones de *Eucalyptus globulus*
 Esquema 12 corresponde a plantaciones de *Eucalyptus nitens*
 No se contempla volumen de raleo

Los rendimientos obtenidos fueron analizados por el Comité Técnico y consultados también con oficinas regionales de CONAF, que a través de sus extensionistas y profesionales dan cuenta de los actuales rendimientos en pequeños y medianos propietarios, así como de empresas que se abastecen de este segmento de propietarios. Los rendimientos también fueron comparados con los utilizados en el estudio anterior de disponibilidad, de forma de cuantificar la magnitud de los cambios (INFOR, 2005; INFOR, 2007; INFOR, 2013). De acuerdo a esta comparación en volumen de la suma de productos, en el caso del pino para cada esquema de manejo, zona y sitio de crecimiento se aprecia que las zonas 2, 5 y 7 presentaron variaciones más altas en relación al estudio anterior. Menores diferencias se observan en las zonas 1, 4, 6 y 9 (Figura N° 13).

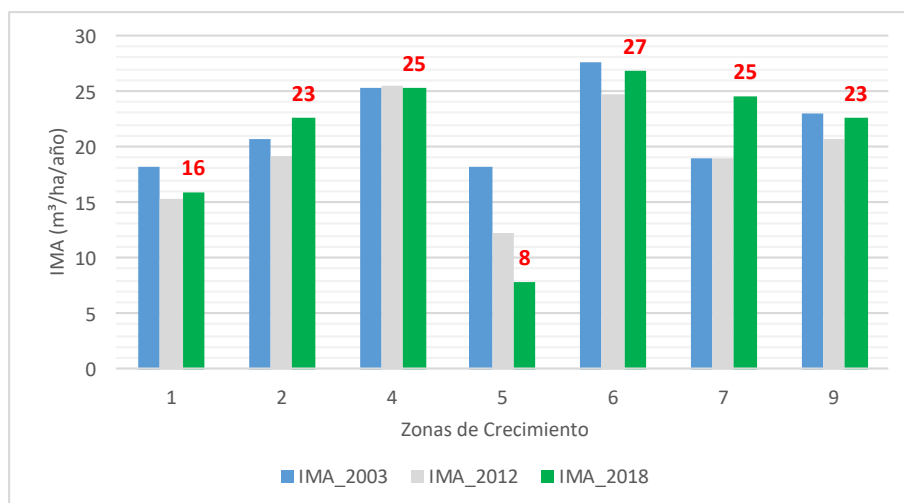


Figura N° 13
COMPARACIÓN DEL INCREMENTO MEDIO ANUAL EN VOLUMEN
PARA EL ESQUEMA SIN MANEJO DE PINO

Los rendimientos obtenidos con *Eucalyptus globulus* fueron corregidos a la baja debido a los menores volúmenes de cosecha que se han obtenido en los últimos años. Se observa una disminución en el crecimiento de 20 % a 30 % (Figura N° 14 y Cuadro N° 19).

Dentro de las causas que explican esta disminución se encuentran el efecto de plagas y de reducciones de precipitaciones.

El principal agente de daño para esta especie corresponde al defoliador *Gonipterus platensis*, coleóptero que se alimenta de las hojas y brotes nuevos afectando el crecimiento de las plantaciones de esta especie.

Se suman a esto los efectos de la prolongada sequía que ha sufrido la zona central del país, que en menor o mayor medida está afectando las tasas de crecimiento de esta especie.

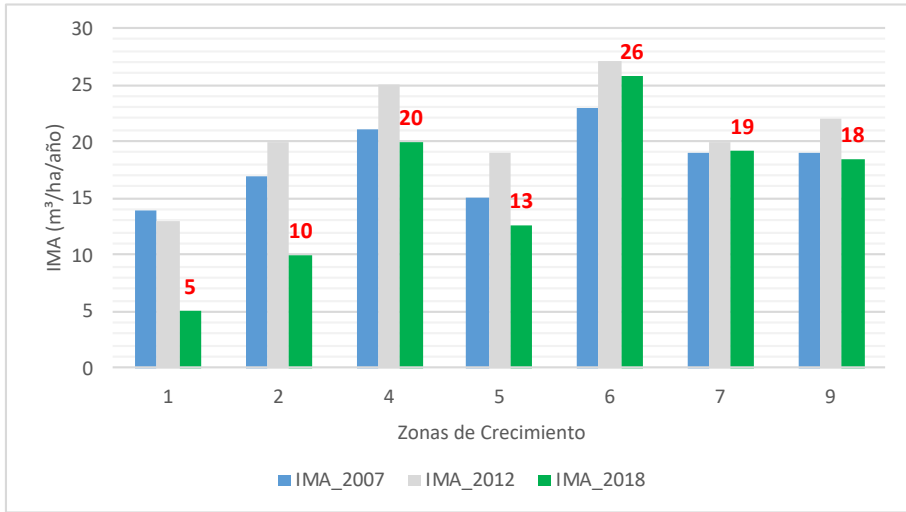


Figura N° 14
COMPARACIÓN DEL INCREMENTO MEDIO ANUAL EN VOLUMEN DE *Eucalyptus globulus*
A LA EDAD DE 12 AÑOS POR ZONA DE CRECIMIENTO RESPECTO A ESTUDIOS ANTERIORES

En el caso de *Eucalyptus nitens* los rendimientos aparecen en torno a los 34 m³/ha/año (Figura N° 15 y Cuadro N° 19), considerando que gran parte de su superficie plantada corresponde a las zonas 4, 6, 7 y 9, con mejores condiciones de crecimiento para la especie. En contraste, el bajo crecimiento de *E. nitens* en las zonas 1, 2 y 5 se explica porque no representan zonas aptas para su desarrollo por lo que acumula escasa superficie de plantaciones.

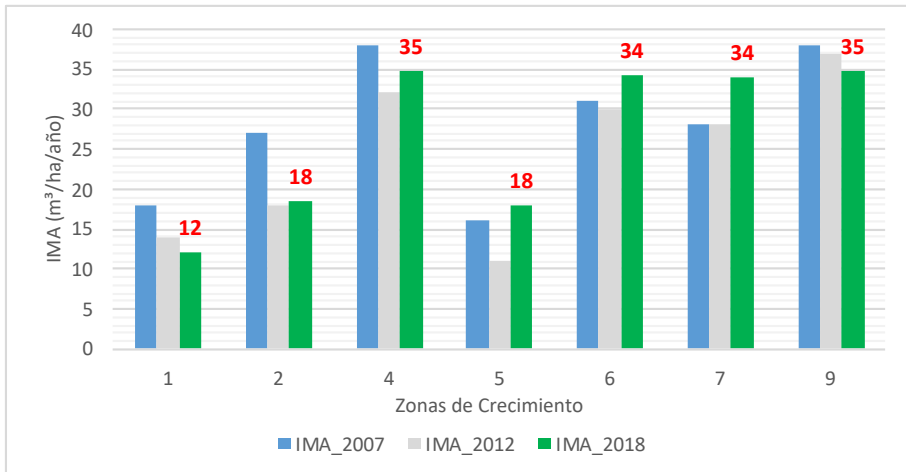


Figura N° 15
COMPARACIÓN DEL INCREMENTO MEDIO ANUAL EN VOLUMEN DE *Eucalyptus nitens*
A LA EDAD DE 12 AÑOS POR ZONA DE CRECIMIENTO RESPECTO A ESTUDIOS ANTERIORES

Cuadro N° 19
COMPARACIÓN DEL INCREMENTO MEDIO ANUAL EN VOLUMEN DE EUCALIPTOS
A LA EDAD DE 12 AÑOS POR ZONA DE CRECIMIENTO RESPECTO A ESTUDIOS ANTERIORES

Zona de Crecimiento	<i>E. globulus</i>			<i>E. nitens</i>		
	IMA_ 2007	IMA_ 2012	IMA_ 2018	IMA_ 2007	IMA_ 2012	IMA_ 2018
(m ³ /ha/año)						
1	14	13	5	18	14	12
2	17	20	10	27	18	18
4	21	25	20	38	32	35
5	15	19	13	16	11	18
6	23	27	26	31	30	34
7	19	20	19	28	28	34
9	19	22	18	38	37	35

4. MODELO DE PROYECCIÓN DE DISPONIBILIDAD

En la obtención de las estimaciones de oferta de volumen de madera en pie se trabajó con el modelo de programación matemática utilizado en los últimos estudios de disponibilidad de madera.

Se trata de un modelo programado en plataforma AMPL, donde CPLEX es el solver (INFOR, 2013) y que tiene por objetivo maximizar la oferta física de madera en pie de plantaciones de las tres especies en forma conjunta.

El modelo debe satisfacer restricciones previamente definidas, como edades de cosecha, características del flujo de maderas (no decreciente para cada una de las especies, junto con un flujo no decreciente para ciertos tipos de productos), y de inventario final, que garantice la sustentabilidad física de la oferta en los últimos años del horizonte de proyección.

El modelo además debe considerar una serie de supuestos y parámetros bases, previamente definidos con actores del sector público y privado a través de los comités estratégico y técnico del proyecto.

Los datos para la proyección corresponden al inventario actualizado de plantaciones a diciembre del 2016, descontada la superficie de plantaciones afectada por los incendios del 2017.

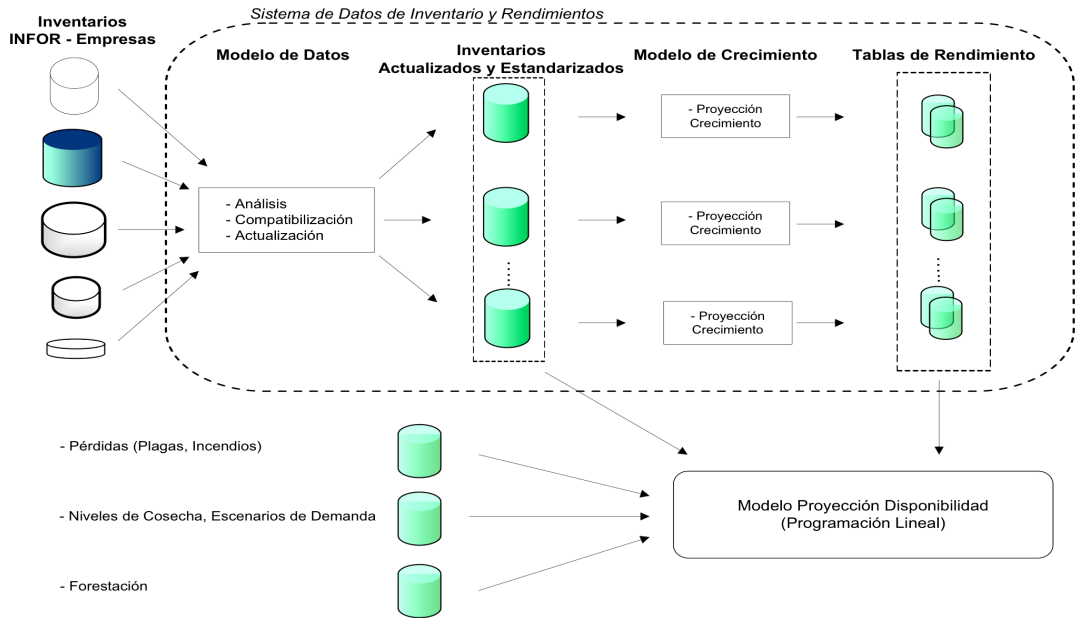
Para la variable de rendimientos, las tablas se presentan asociadas a cada uno de las situaciones posibles de cosecha, considerando edades de corta y esquemas de manejo.

Aparte de los datos que conforman la base del modelo, se utilizan una serie de parámetros que configuran los escenarios de proyección, destacando clasificación de productos, esquemas de manejo actuales y futuros, edades de cosecha según tipo de propietario, rendimientos actuales y futuros, factores de pérdidas por plagas e incendios, estructura de edades proyectada para el inventario final, supuestos sobre los niveles de forestación, entre los parámetros principales.

En la Figura N° 16 se describe la relación de las diferentes fuentes de información que requiere el modelo.

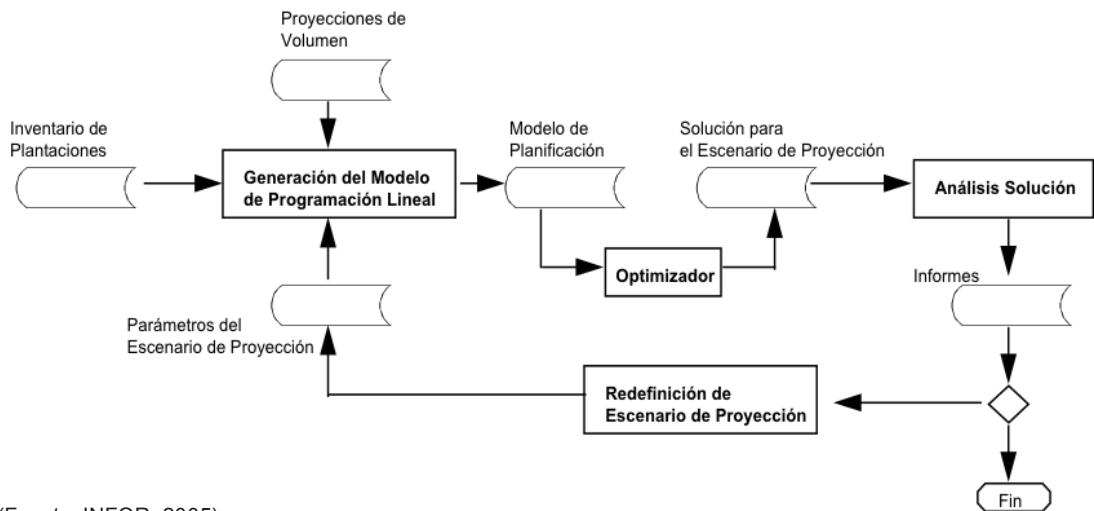
En cuanto a las etapas de ejecución del modelo de proyección, se destacan como procesos principales la generación de la matriz del modelo, el análisis de soluciones (generación de informes de salida) y la redefinición de los escenarios de proyección a fin de obtener las nuevas soluciones.

En la Figura N° 17 se presenta un esquema con los bloques del modelo de disponibilidad.



(Fuente: INFOR, 2005).

Figura N° 16
DIFERENTES FUENTES DE INFORMACIÓN DEL MODELO DE DISPONIBILIDAD



(Fuente: INFOR, 2005).

Figura N° 17
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MODELO DE DISPONIBILIDAD

Respecto del conjunto de restricciones definidas para el modelo de proyección, estas son las siguientes:

- La superficie de plantaciones disponible es la definida por el inventario, más la definida por las intenciones de forestación por parte de las empresas participantes, considerando en la reforestación las intenciones de cambio de especies y las estimaciones de cambio en terceros de acuerdo a los antecedentes entregados en capítulos anteriores.

También se descuentan, luego de la cosecha, aquellas plantaciones que se reconvierten de uso plantaciones a uso bosque nativo, según información dada por las empresas participantes. Estas corresponden aproximadamente a 23.000 hectáreas, cambio que ocurre durante los próximos 10 años.

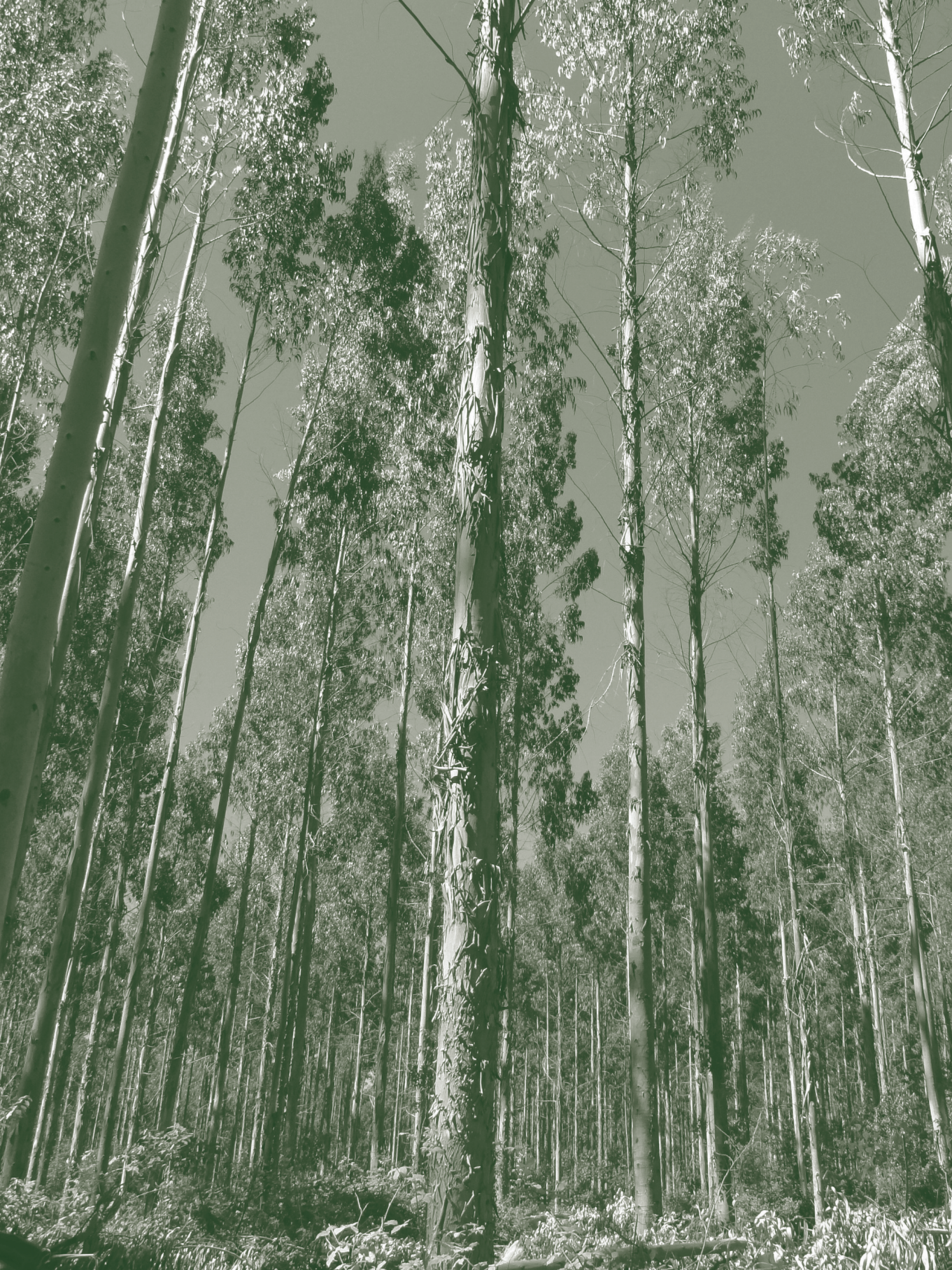
En las estimaciones de reforestación se incluye en este caso la reforestación de la superficie incendiada. En el caso de pequeños propietarios se considera solo la reforestación de un 70% de la superficie incendiada para este segmento de propietarios, bajo el supuesto que algunos propietarios que perdieron totalmente su bosque, por temor a lo sucedido no continúen con este tipo de cubierta forestal de especies exóticas.

- El volumen obtenido por corta final y raleos está determinado por las tablas de rendimiento, sujeto a las correcciones correspondientes a los parámetros de castigos por plantaciones establecidas antes del año 1996 y de pérdidas por cosecha, plagas e incendios.

Para el escenario relacionado al mejoramiento genético, se incluye el factor de mejora en el rendimiento, que se diferencia por especie y tipo de propietario.

- La solución debe satisfacer la restricción de oferta total de madera no decreciente, habiendo primero satisfecho la demanda observada para el año 2017 para los productos que se definen. El flujo también debe ser no decreciente para cada una de las especies en su producto total y, además, no decreciente en pino por categorías de producto; considerando en conjunto los productos: pulpable, metro ruma aserrable y aserrable comercial. Al producto podado también se le restringe a un flujo no decreciente.
- Se especifica una estructura deseada para el inventario final, de modo de contar con una cota inferior de superficie por cada esquema de manejo, en cada clase de edad, desde cero hasta la edad máxima de cosecha. Esta estructura de inventario final permite garantizar que la oferta posterior al horizonte de proyección será sustentable.

La formulación matemática del modelo de programación lineal correspondiente al Modelo de Oferta se describe en Apéndice 5.



5. SUPUESTOS DE PROYECCIÓN

En relación a los supuestos que considera el modelo de proyección, estos se definieron través del Comité Técnico, buscando representar de mejor forma la actual operatividad del sector forestal.

A continuación, se describen los principales supuestos y parámetros utilizados para los diferentes escenarios de proyección definidos en el marco del estudio.

5.1. Macro Regiones

El inventario de plantaciones y la presentación de los resultados de disponibilidad de madera, se han estratificado geográficamente de acuerdo a su localización, en relación a los principales centros de consumo nacional, dando origen a tres macro regiones.

La definición de las macro regiones y sus límites fueron determinadas por el Comité Técnico, en concordancia con las cuencas de abastecimiento que presentan los principales mercados locales de madera (Figura N° 18) y considerando además mantener las definiciones previas para un mejor análisis de los cambios en la oferta de madera a través del tiempo.

Macro Región I: Valparaíso

Metropolitana

O'Higgins

Macro Región II: Maule

Bio Bio

La Araucanía parte norte:

Provincia de Malleco y las comunas de la Provincia de Cautín:
Carahue, Nueva Imperial, Chol Chol, Galvarino, Perquenco,
Lautaro, Temuco, Vilcún, Puerto Saavedra, Teodoro Schmidt,
Padre Las Casas, Freire, Cunco y Melipeuco.

Macro Región III: La Araucanía parte sur:

Restantes comunas de la Provincia de Cautín; Toltén,
Pitrufoquén, Gorbea, Loncoche, Villarrica, Pucón y
Curarrehue.

Los Ríos.

Los Lagos.

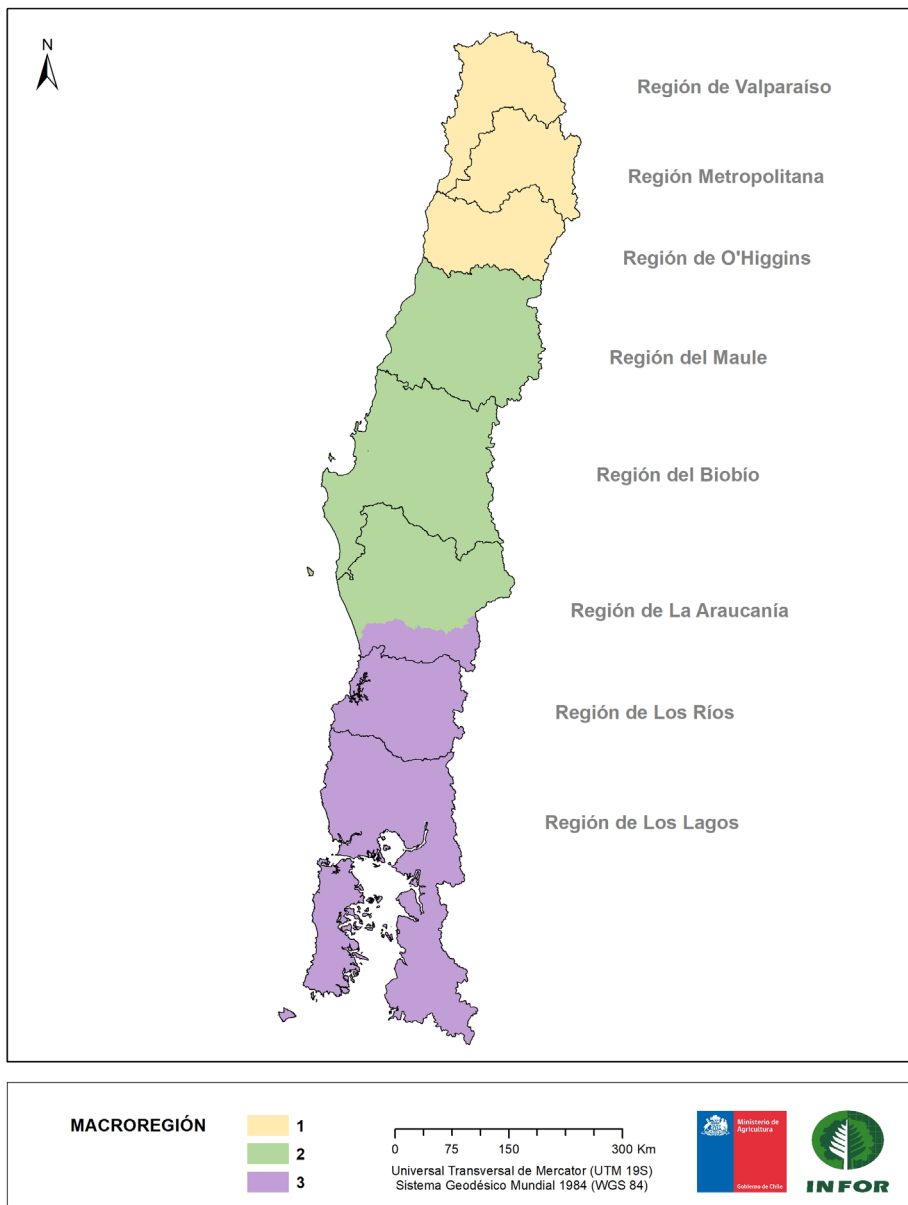


Figura N° 18
MACRO REGIONES

5.2. Forestación

El vector de forestación corresponde a las superficies que se incorporan al sistema, sean estas nuevas plantaciones o la reforestación de superficies cosechadas a diciembre del 2016. En particular en este estudio se considera además la incorporación de la superficie de incendios que fue excluida en el inicio de la proyección (en estricto rigor por reforestación), y que, por su magnitud, se incorpora paulatinamente al modelo durante los primeros ocho períodos.

En el caso de nuevas plantaciones se consideraron dos fuentes de información según tipo de propietario, las declaraciones de intención de forestación de las empresas participantes en el Comité Técnico del estudio y que corresponde a la categoría de propietarios de grandes empresas y empresas medianas, y en el caso de los pequeños y medianos propietarios, se utilizó la información estadística de CONAF para asignar un promedio de forestación para los próximos años.

En resumen, se consideran:

Reforestación: Información de Empresas + Incendios de Terceros + Cosecha de Terceros = 266.522 ha.

Forestación: Promedio anual = 2.009 ha.

Total Vector Forestación: 268.531 ha.

5.3. Cambio de Especies

La tendencia de cambio de especie desde pino a eucaliptos ha disminuido en los últimos años, situación que se da en pequeños y medianos propietarios, y en menor medida en empresas, y que responde a optimizar los sitios considerando los requerimientos de cada especie y a la ventaja de rotaciones más cortas.

De acuerdo a la información proporcionada por los integrantes del Comité, se consideraron las cifras de cambios de especies en las plantaciones indicadas en el Cuadro N° 20, para el segmento de grandes empresas y empresas medianas.

Cuadro N° 20
CAMBIO DE ESPECIES SEGMENTO DE EMPRESAS Y EMPRESAS MEDIANAS

Manejo Actual	Manejo Futuro	Superficie de Cambio (ha)
E. globulus	Pino radiata	35.723
E. nitens	Pino radiata	2.720
E. nitens	E. globulus	319
Pino radiata	E. globulus	34.422
Pino radiata	E. nitens	12.874
E. globulus	E. nitens	434
Total		86.492

Respecto del segmento de medianos y pequeños propietarios, el cambio de especies ha disminuido considerablemente en el periodo 2012 y 2016, presentando valores promedios menores a 150 ha de cambio. En base a estos antecedentes se definió no considerar el cambio de especies del segmento de medianos y pequeños propietarios en el modelo de proyección.

En el caso de la reconversión de plantaciones a bosque nativo, se informó una superficie de 23.040 ha, donde el 87 % corresponde a plantaciones de pino radiata, el 5 % a *E. globulus* y el 8 % a *E. nitens*; cambio de superficie que se consideró en el modelo dentro de los primeros 10 años del horizonte de proyección.

5.4. Superficie Descontada por Incendios Forestales

En el supuesto de incendios forestales se utilizó información de superficie quemada proveniente de las estadísticas de CONAF, a nivel de región y especie para el período 2002 a 2016, generando un valor promedio, donde no se consideraron superficies de eventos extremos.

La información fue analizada por especie y regiones del estudio, donde los tratamientos de valores extremos fueron excluidos de acuerdo a una probabilidad de excedencia de un 80%, sobre una serie temporal de 15 años, para pino y eucaliptos, por región.

Para el modelo de proyección, se optó por el descuento de la superficie quemada en promedio cada año por especie, a partir del período 1, sin incluir los valores extremos, que se entregan solo a modo de información.

En el Cuadro N° 21 se presenta la información de superficie afectada promedio, a aplicar en cada período de proyección, para pino y eucaliptos.

Cuadro N° 21
VALORES PROMEDIOS Y EXTREMOS DE SUPERFICIE AFECTADA POR INCENDIOS

Regiones	Pino radiata		Eucaliptos	
	Promedio	Valor Extremo	Promedio	Valor Extremo
	(ha)			
Valparaíso	230	1.569	561	2.473
Metropolitana	1	84	111	851
O'Higgins	301	1.628	392	1.883
Maule	1.466	12.896	165	3.478
Biobío	4.394	20.207	1.467	5.566
La Araucanía	1.491	10.037	553	4.687
Los Ríos	19	120	52	558
Los Lagos	8	89	23	155
Total	7.910		3.324	

(Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de CONAF, 2018)

Para las plantaciones de eucaliptos se aplica una proporción a nivel regional para la superficie afectada por incendios respecto a la superficie existente para cada especie (Cuadro N° 22).

Cuadro N° 22
PROPORCIÓN DE SUPERFICIE AFECTADA POR INCENDIOS PARA EUCALIPTOS

Regiones	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>
	(%)	
Valparaíso	100	
Metropolitana	100	
O'Higgins	100	
Maule	100	
Biobío	69	31
La Araucanía	71	29
Los Ríos	27	73
Los Lagos	42	58

5.5. Pérdidas en Cosechas

De acuerdo a la información proporcionada por las diferentes empresas integrantes del Comité Técnico del estudio, se definió una pérdida por concepto de cosecha de un 3 %, considerando cualquier tipo de producto, especie, segmento de propietario y región.

Durante las faenas de cosecha de las plantaciones, se produce desclasificación o degradación de las trozas de productos podados y aserrables a trozas pulpables, originada en errores en los cortes y en el dimensionado de los productos, quebraduras en el volteo, entre otras causas. Esta degradación no se considera en la estimación de disponibilidad de volúmenes en pie.

5.6. Plagas y Enfermedades

Respecto de plagas y enfermedades, se definió un descuento de un 3%, para pino y eucaliptos en todas las regiones.

Producto de los menores crecimientos observados en los últimos años debido al ataque del defoliador *Gonipterus platensis*, coleóptero que se alimenta de las hojas y brotes nuevos, afectando en el crecimiento de las plantaciones de *Eucalyptus globulus*, se consideró un factor de corrección de los rendimientos, asociado a las tablas de parámetros de rendimientos de la especie.

5.7. Silvicultura y Mejoramiento Genético

A partir del año 1996 se considera en las plantaciones una silvicultura intensiva, que ha sido incorporada en los simuladores para generar las proyecciones en el tiempo. Sin embargo, de acuerdo al inventario según clase de edad aún quedan plantaciones establecidas con menos tecnología, cuyos rendimientos son menores a los que hoy se esperan. Para corregir este

efecto el rendimiento las plantaciones anteriores al año 1996 se castiga en un 10% en todos los propietarios.

En el caso del mejoramiento genético, en el escenario base se asume que el efecto de la ganancia por este concepto ya se encuentra incorporado en las variables de desarrollo de las plantaciones. Por lo tanto, solo se considera en un escenario específico, que incluye el mejoramiento genético en las plantaciones realizadas desde el año 2012 de acuerdo al tipo de propietario. Estos valores se entregan en el Cuadro N° 23.

Cuadro N° 23
FACTORES DE INCREMENTO EN RENDIMIENTO COMO EFECTO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO
PARA EL ESCENARIO DE GENÉTICA

Tipo de Propietario	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>
	(%)		
Grandes empresas	10	11	12
Empresas medianas	10	10	11
Medianos propietarios	5	5	10
Pequeños propietarios	3	3	5

5.8. Edad de Cosecha

En un modelo de proyección de la oferta que opera bajo los principios de la programación lineal, maximizando la oferta física total durante el horizonte de planificación, los rangos de edades de cosecha para los distintos esquemas de manejo y tipo de propietarios tienen una gran importancia, ya que permiten emular el comportamiento de los agentes económicos propietarios de las plantaciones.

Se utilizan valores promedios por especie, tipo de productos y segmento de propietarios, de acuerdo a la información proveniente de las empresas integrantes del Comité Técnico. Se genera un rango de edades de cosecha a nivel de especie, esquema de manejo y tipo de propietario. En el Cuadro N° 24 se presenta la información de edades de cosecha para pino radiata, según tipo de propietario y productos, y en el Cuadro N° 25 se presenta la información de edades de cosecha para las especies de eucaliptos.

Cuadro N° 24
RANGOS DE EDAD DE COSECHA SEGÚN ESQUEMA DE MANEJO
Y PROPIETARIO EN PLANTACIONES DE PINO

Manejo	GE	EM	PYMP
	(Años)		
Pino Pulpable	18 - 23	18 - 22	18 - 22
Pino Aserable	20 - 23	20 - 23	20 - 23
Pino Podado	22 - 26	22 - 25	22 - 25

Cuadro N° 25
RANGOS DE EDAD DE COSECHA SEGÚN ESQUEMA DE MANEJO Y PROPIETARIO
EN PLANTACIONES DE EUCALIPTOS

Manejo	GE	EM	PYMP
	(Años)		
<i>E. globulus</i>	11 - 18	11 - 14	11 - 14
<i>E. nitens</i>	13 - 18	14 - 18	14 - 18

Debido a la existencia de plantaciones con edades mayores a los rangos señalados y con el fin de incluir estas plantaciones en el modelo, se considera la cosecha de rodales antiguos, tanto para pino como para eucaliptos solo durante los 10 primeros períodos de planificación. Para esto se permite ampliar el rango de edades de cosecha manteniendo rendimiento a la edad máxima de 30 años en el caso del pino y 25 en el caso de los eucaliptos. En relación a esto último, se generó un escenario que considera mantener los rendimientos constantes a la edad de cosecha señalada (plantaciones con edades mayores a los rangos de cosecha).

5.9. Proyección de Vector de Demanda

Como una forma de ajustar el resultado de las proyecciones, se realiza una estimación del volumen de consumo de madera en troza para el período inicial de la proyección. La necesidad de este ajuste radica en que cada vez que el modelo entrega un resultado, asume que la magnitud de la disponibilidad se cosecha totalmente, antes de calcular la disponibilidad del año siguiente. Comenzando así el proceso de simulación sin un sesgo inicial.

A continuación, se presenta la información de proyección de consumo de demanda de volumen de madera en troza para el período 2017 - 2022, generada a partir de dos fuentes de información; proyecciones de consumo CORMA, respecto al consumo de fibra y madera aserrable de las empresas en convenio, y las estadísticas oficiales de consumo de trozas de pino radiata y eucaliptos en el año 2017 (INFOR, 2018) (Cuadro N° 26).

Cuadro N° 26
PROYECCIÓN CORMA DE CONSUMO INDUSTRIAL ANUAL DE MADERA ASERRABLE Y PULPABLE
PARA EL PERÍODO 2017 – 2022

Año	Pino radiata		<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>
	Trozas Aserrable*	Trozas Pulpable**	Trozas Pulpable	Trozas Pulpable
(m³ ssc)				
2017	9.577.656	16.483.712	6.501.930	7.168.677
2018	9.750.242	17.154.123	6.415.504	7.334.307
2019	9.641.768	14.741.426	6.827.760	8.184.636
2020	9.642.768	14.819.510	7.472.172	8.948.813
2021	9.902.768	14.836.114	9.975.742	9.556.796

Considera solo a las empresas participantes en el estudio de disponibilidad de madera.

* Incluye trozas debobinables

** Considera el volumen proveniente de astillas (desechos de aserrío).

Como los consumos del 2017 están ya ejecutados, se utilizaron las estadísticas señaladas de INFOR (INFOR, 2018) para despejar el consumo de astillas y establecer los parámetros para las proyecciones de consumo de madera en trozas. Las cifras de consumo 2017 se entregan en el Cuadro N° 27.

Cuadro N° 27
CONSUMO DE MADERA EN TROZA A NIVEL NACIONAL PARA EL PERÍODO 2017
SEGÚN TIPO DE INDUSTRIA

Industria	Total (1)	Pino radiata	Eucaliptos
	(m ³ ssc)		
Pulpa	17.233.365	9.951.957	7.275.025
Madera Aserrada	16.075.599	15.580.610	9.618
Tableros (2)	4.429.471	3.998.564	300.697
Trozos Exportación	140.757	99.829	34.100
Astillas (3)	7.543.595	696.260	6.840.525
Postes y Polines (4)	346.945	343.486	2.617
Total	45.769.732	30.670.706	14.462.582

(Fuente: INFOR, 2018)

(1) El consumo total nacional incluye especies nativas y otras exóticas.

(2) Considera el consumo de trozos debobinables para la fabricación de cajas, cajones, bins y madera hilada.

(3) Volumen de astillas provenientes de trozas pulpables.

(4) Consumo de trozos en la industria de postes y polines impregnados y sulfatados.

Con la información indicada de los cuadros anteriores se calibró el año 2017 para el caso de plantaciones de pino radiata y eucaliptos. La demanda industrial de trozas aserrables y pulpables se proyectó de acuerdo a las variaciones anuales del vector informadas por CORMA para las empresas en convenio, asumiendo que el resto de la industria nacional tendrá un consumo constante al mismo nivel del año 2017. La proyección del consumo de trozas de pino radiata y eucaliptos se presenta en el Cuadro N° 28.

Cuadro N° 28
PROYECCIÓN DE CONSUMO DE MADERA EN TROZA A NIVEL NACIONAL
PARA EL PERÍODO 2017 – 2022

Año	Pino radiata			<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Eucaliptos
	Trozos Aserrable (1)	Trozos Pulpable (2)	Total	Trozos Pulpable	Trozos Pulpable	Total
	(m ³ ssc)					
2017	18.975.102	11.695.604	30.670.706	6.560.133	7.902.448	14.462.581
2018	19.147.687	12.366.016	31.513.703	6.473.707	8.068.078	14.541.785
2019	19.039.214	9.953.318	28.992.532	6.885.963	8.918.407	15.804.370
2020	19.040.214	10.031.402	29.071.616	7.530.375	9.682.584	17.212.959
2021	19.300.214	10.048.006	29.348.220	10.033.946	10.290.567	20.324.513
2022	19.720.213	10.075.303	29.795.516	10.936.608	10.515.541	21.452.149

(1) Considera trozas para el sector aserrío, tableros y chapas.

(2) Considera solo el volumen de trozas pulpables.

En el Cuadro N° 29 se presenta la información respecto del volumen de trozas aserrables y del volumen proveniente de desecho del aserrío.

Cuadro N° 29
PROYECCIÓN DE CONSUMO DE MADERA EN TROZAS ASERRABLES DE PINO Y PARTICIPACIÓN DEL VOLUMEN DE DESECHO PROVENIENTE DEL SECTOR ASERRÍO PARA EL PERÍODO 2017 – 2022

Año	Pino radiata		
	TrozAs Aserrable (1)	TrozAs sector Aserrío (2)	Volumen desecho de Aserrío (3)
	(m³ ssc)		(m³ ssc)
2017	18.975.102	15.580.610	5.126.021
2018	19.147.687	15.720.251	5.171.963
2019	19.039.214	15.631.194	5.142.663
2020	19.040.214	15.632.015	5.142.933
2021	19.300.214	15.845.475	5.213.161
2022	19.720.214	16.190.295	5.326.607

- (1) Considera trozas para el sector de aserrío, tableros y chapas;
 (2) Considera solo el volumen de trozas para el sector del aserrío.
 (3) Volumen proveniente del sector de aserrío; Volumen de desechos de aserradero que aportan al volumen de astillas destinados al sector de pulpa (75% del volumen), tableros (15% del volumen),

La proyección de consumo de madera en trozas de pino por macro región se entrega en el Cuadro N° 30 y la proyección de consumo de madera en troza de *E. globulus* y *E. nitens* por macro región, se muestran en el Cuadro N° 31

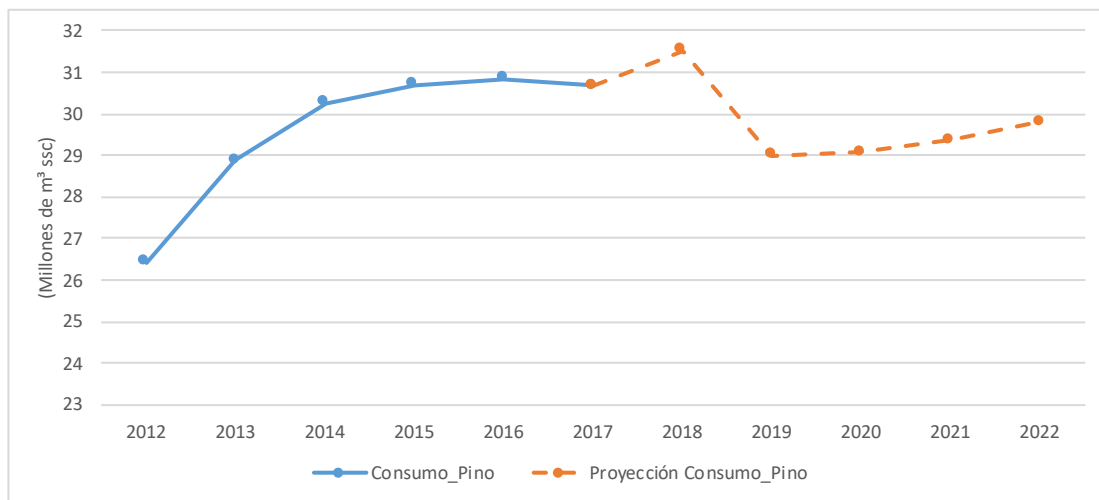
Cuadro N° 30
PROYECCIÓN DE CONSUMO DE MADERA EN TROZA DE PINO RADIATA POR MACRO REGIÓN PARA EL PERÍODO 2017 – 2022

Año	Trozas Aserrable Pino			Trozas Pulpable Pino			Total
	I	II	III	I	II	III	
	(m³ ssc)						
2017	569.253	16.650.455	1.755.394	102.215	10.119.300	1.474.089	30.670.706
2018	574.430	16.931.431	1.641.826	105.894	10.483.509	1.776.613	31.513.703
2019	571.177	16.815.561	1.652.476	99.152	9.816.018	38.148	28.992.532
2020	571.207	16.816.615	1.652.392	99.932	9.893.226	38.244	29.071.616
2021	579.007	17.090.228	1.630.979	100.097	9.909.643	38.266	29.348.220
2022	591.606	17.529.939	1.598.668	100.370	9.936.634	38.299	29.795.516

Cuadro N° 31
PROYECCIÓN DE CONSUMO DE MADERA EN TROZA DE EUCALIPTOS MACRO REGIÓN
PARA EL PERÍODO 2017 – 2022

Año	Trozas Pulpable <i>E. globulus</i>			Trozas Pulpable <i>E. nitens</i>			Total
	I	II	III	I	II	III	
	(m³ ssc)						
2017	137.229	5.913.842	509.062	0	5.776.946	2.125.502	14.462.581
2018	137.246	5.871.138	465.323	0	5.921.749	2.146.329	14.541.785
2019	137.171	5.869.828	878.964	0	5.883.737	3.034.670	15.804.370
2020	202.706	6.110.945	1.216.724	0	5.896.194	3.786.390	17.212.959
2021	202.313	8.617.269	1.214.364	0	6.522.431	3.768.136	20.324.513
2022	202.215	9.520.613	1.213.780	0	6.753.584	3.761.957	21.452.149

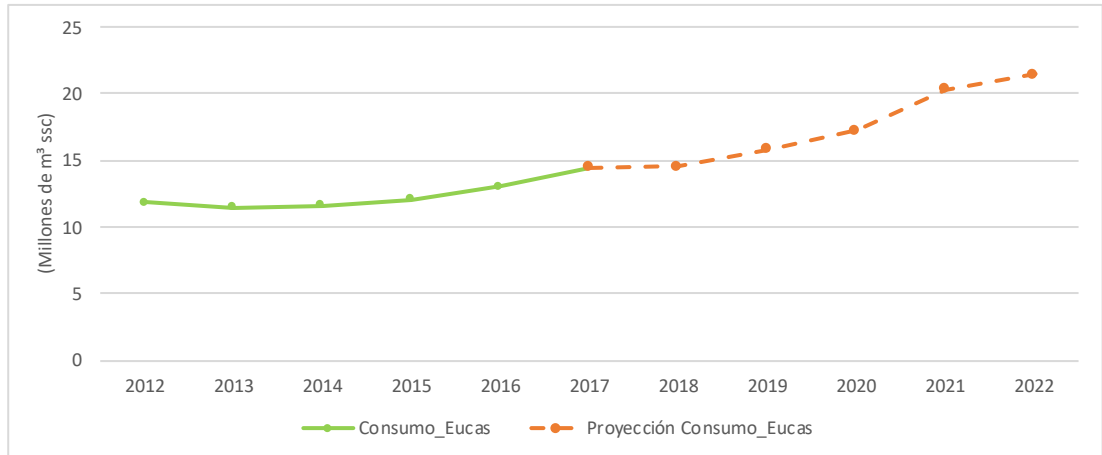
La tendencia a la expansión que había presentado la demanda de trozas de pino radiata en los estudios anteriores llega a su término, presentando una estabilización del consumo en torno a los 30,6 millones de m³ ssc en los últimos años (Figura N° 19). En cuanto a la proyección de consumo, se observa una disminución de este, producto de cambios en la demanda de abastecimiento industrial, relacionados con cambios en los procesos industriales de unidades ya establecidas, lo que explica esta estabilización de la demanda de trozas de pino.



(Fuente: Elaboración propia basada en INFOR, 2018)

Figura N° 19
CONSUMO HISTÓRICO DE TROZAS DE PINO Y SUPUESTO DE PROYECCIÓN DE DEMANDA

Respecto de la demanda de trozas de eucaliptos (*Eucalyptus globulus* y *E. nitens*), su escenario se proyecta en forma creciente, producto del desarrollo de nuevos centros industriales y cambios de producción en otros, proyectando un aumento en la demanda de volumen de madera en troza del orden de los 6,9 millones de m³ ssc para 2022, alcanzando un volumen total máximo en torno a los 21,4 millones de m³ ssc (Figura N° 20).



(Fuente: Elaboración propia basada en INFOR, 2018)

Figura N° 20
CONSUMO HISTÓRICO DE TROZAS DE EUCALIPTOS Y SUPUESTO DE PROYECCIÓN DE DEMANDA

5.10. Aporte de Volumen Proveniente de Plantaciones Afectadas por Incendios 2017

Este supuesto tiene por fin definir el aporte de las plantaciones de pino afectadas por los incendios del 2017 en el abastecimiento de la industria para los años 2017 y 2018.

En base a estimaciones de la superficie total afectada de pino y el monitoreo de superficies que fueron cosechadas, se estimó un volumen de madera proveniente de estas plantaciones. En este ámbito, se consideró lo siguiente:

Se consideraron las plantaciones de pino radiata, mayores a 14 y menores a 35 años (se descartaron 85.802 ha < 14 años).

Superficie a considerar 70.342 ha.

Se asume que el 50% de la superficie se ha cosechado 35.171 ha (período hasta julio de 2018). Donde el 72% se ha cosechado el 2017 y el 28% el 2018.

Volúmenes que se descuentan del vector de demanda para el período 0 (2017) y 1 (2018).

Para el año 2017, se estimó un aporte de 6,5 millones de m³ssc (5,6 millones m³ssc de trozas aserrables y 0,94 millones m³ssc de trozas pulpables), que correspondían a trozas cosechadas de rodales con algún tipo de daño producto de los incendios. En cuanto al período 2018, el volumen considerado fue de 3,1 millones de m³ssc, considerando 2,0 millones de m³ssc aserrables y 1,0 millón de m³ssc pulpables.

En base a estas últimas cifras, el vector final de demanda utilizado para la proyección se presenta en el siguiente Cuadro N° 32.

Cuadro N° 32
PROYECCIÓN DE CONSUMO DE MADERA EN TROZA DE EUCALIPTOS MACRO REGIÓN
PARA EL PERÍODO 2017 – 2022

Año	Pino radiata			Aporte Plantaciones de Pino afectadas			Total (m ³ ssc)
	Trozas Aserrable	Trozas Pulpable	Total (1)	Trozas Aserrable	Trozas Pulpables	Total	
	(m ³ ssc)			(m ³ ssc)			
2017	13.361.606	10.755.604	24.117.210	5.613.496	940.000	6.553.496	30.670.706
2018	17.119.617	11.286.016	28.405.633	2.028.070	1.080.000	3.108.070	31.513.703
2019	19.039.214	9.953.318	28.992.532	-	-	-	28.992.532
2020	19.040.214	10.031.402	29.071.616	-	-	-	29.071.616
2021	19.300.214	10.048.006	29.348.220	-	-	-	29.348.220
2022	19.720.213	10.075.303	29.795.516	-	-	-	29.795.516

(1) Vector final de demanda utilizado para las proyecciones.

6. RESULTADOS DE LA DISPONIBILIDAD EN PIE

6.1. Escenarios

Los resultados se generan con la aplicación del modelo de programación, utilizando la información base y los supuestos ya presentados. Los efectos por cambio de algunos de los supuestos, considerando modificaciones más pesimistas y otras más optimistas, se enfrentan mediante la consideración de distintos escenarios.

- Escenario Base (A)

La proyección base consideró un Flujo de Oferta No Decreciente (FND) para cada especie (*Pino radiata*, *E. globulus* y *E. nitens*) después de satisfacer el consumo por especie del año 2017. En el caso de pino además se consideró un Flujo no Decreciente para los productos Podado y Pulpable. Adicionalmente se consideró la Forestación de Empresas Grandes y Medianas, y la reforestación de la superficie incendiada de empresas dentro de un período de 5 años. Para la reforestación de áreas incendiadas pertenecientes a Pequeños y Medianos Propietarios, se consideró un supuesto de incorporar en un plazo de 10 años, solo un 70% de la superficie incendiada, con lo cual se busca representar la posible merma en la oferta debido al cambio que este tipo de propietarios puedan realizar en las especies a reforestar a otras que no están dentro del estudio y a propietarios que solo dejen la regeneración natural sin manejo, o aquellos que simplemente no vuelvan a establecer plantaciones.

- Escenario de Genética (B)

Considera un escenario más optimista que el escenario base, ya que refleja la mejora en los rendimientos producto del mejoramiento genético. Mantiene los mismos supuestos que el escenario base, pero mejora los rendimientos en las plantaciones establecidas a partir del año 2017 en pino, 2011 en *E. globulus* y 2016 en *E. nitens*, diferenciando la mejora de acuerdo a la especie y tipo de propietario, según se presentó en el Cuadro N° 23.

- Escenario Macro Regional (C)

El escenario macro regional, también mantiene los parámetros iniciales del escenario base, considerando las variables de rendimientos, forestación y reforestación, cambio de especies y reconversión de plantaciones a bosque nativo. Sin embargo, los consumos a satisfacer por especies para el año 2017, se generan a nivel de Macroregiones. El FND se mantuvo solo a nivel nacional, dado que, por las características de los grandes incendios en cuanto a la distribución territorial de las plantaciones, que afectó principalmente a la Macro Región II se convierte en una restricción demasiado rígida en el modelo, que no reflejaría apropiadamente los flujos de madera en las regiones.

- Escenario de Rendimientos Constantes (D)

Considerado un escenario más pesimista que el escenario base. La única diferencia respecto a este último, se produce en que en el modelo, aquellas plantaciones que se inician con edades mayores a las edades de cosecha fijadas para los distintos manejos, se cosechan dentro de un plazo de 10 años, a fin de regular que no se produzca una corta artificial de todas ellas en el primer período, sino que reflejar una corta sucesiva.

En este contexto para el escenario base, el rendimiento de estas plantaciones sigue aumentando año tras año hasta que cumplen los 30 años, en el caso del pino, y 20, en el caso de eucaliptos, para luego mantenerse constante. En este escenario alternativo, de rendimientos constantes, estos se mantienen constantes a partir de la edad máxima de cosecha de cada manejo, sin llegar a los 30 o 20 años que para cada especie se fija como máximo. El resto de las condiciones se mantienen iguales que en el escenario base.

- Escenario Pesimista en Zonas 1 y 2 Pino o escenario Z1 - Z2 (E)

Escenario considerado levemente más pesimista que el escenario base y que el escenario de rendimientos constantes. En este caso se plantea que los rendimientos de pino en las zonas de crecimiento 1 y 2 puedan mantenerse iguales a los del estudio anterior (2010). Esto debido a que en estas zonas el efecto de las sequias se ha manifestado más fuertemente y porque la participación de pequeños y medianos propietarios es mayoritaria en estas zonas. El resto de las condiciones se mantienen iguales que el escenario base.

6.2. Resultados del Escenario Base

La disponibilidad total está representada por aquella resultante del escenario base, que constituye el resultado global del presente estudio. En las proyecciones se aprecia una tendencia a la recuperación de la oferta, especialmente a finales del horizonte de proyección, sin llegar a la oferta que se tenía antes de los incendios. En el caso del pino radiata la proyección se estabiliza en torno a los 24,2 millones de m³ssc, presentando un aumento de la oferta a finales del horizonte de proyección correspondiente a la recuperación de la superficie afectada por los incendios. Para los eucaliptos estas se estabilizan en los 9 millones de m³ssc en *Eucalyptus globulus* y en cerca de 10 millones de m³ssc en *E. nitens* (Cuadro N° 33, Figura N° 21 y Apéndice 6).

Cuadro N° 33
DISPONIBILIDAD TOTAL POR ESPECIE PARA EL ESCENARIO BASE

Período	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Volumen Total
	(m ³ ssc/año)			
2017-2019	24.117.210	9.020.618	9.526.134	42.663.962
2020-2022	24.146.722	9.020.618	9.835.512	43.002.852
2023-2025	24.205.746	9.020.618	9.990.200	43.216.564
2026-2028	24.205.746	9.020.618	9.990.200	43.216.564
2029-2031	24.205.746	9.020.618	9.990.200	43.216.564
2032-2034	24.205.746	9.020.618	9.990.200	43.216.564
2035-2037	24.205.746	9.020.618	9.990.200	43.216.564
2038-2040	24.205.746	9.020.618	9.990.200	43.216.564
2041-2043	26.305.748	9.020.618	9.990.200	45.316.566
2044-2046	27.703.294	9.020.618	9.990.200	46.714.112

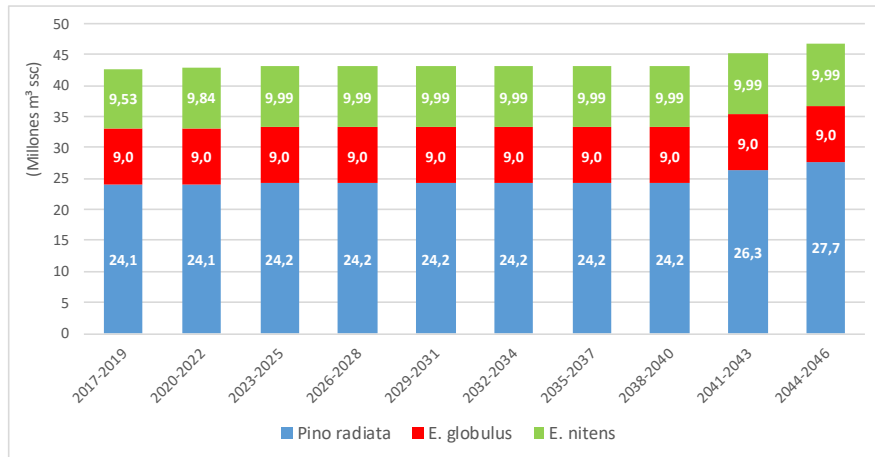


Figura N° 21
DISPONIBILIDAD TOTAL POR ESPECIE EN EL ESCENARIO BASE

6.3. Comparación de Disponibilidad según Escenario

Las proyecciones obtenidas bajo los distintos escenarios se presentan en los siguientes cuadros y figuras.

6.3.1. Oferta Pino Radiata

En el caso de pino radiata, en el escenario que considera mayores rendimientos por el mejor material genético utilizado en las plantaciones más actuales, se logra en los últimos periodos recuperar la oferta que sostenía los niveles de consumo reportados previo a los incendios (Apéndice 7). Tanto el escenario de rendimientos constantes como el escenario Z1-Z2 presentan una menor oferta debido a cambios en la variable de rendimientos indicados en la definición de los escenarios (Cuadro N° 34).

Cuadro N° 34
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE PINO SEGÚN ESCENARIO DE PROYECCIÓN

Período	Pino Base	Pino Genética	Pino Macro-Re	Pino Rend Cte	Pino Z1-Z2
	(m³ ssc/año)				
2017-2019	24.117.210	24.117.210	21.463.421	23.596.992	23.720.422
2020-2022	24.146.722	24.272.895	24.038.756	23.596.992	23.720.422
2023-2025	24.205.746	24.584.265	24.211.138	23.661.294	23.720.422
2026-2028	24.205.746	24.584.265	24.211.138	23.789.900	23.720.422
2029-2031	24.205.746	24.584.265	24.211.138	23.789.900	23.720.422
2032-2034	24.205.746	24.584.265	24.211.138	23.789.900	23.720.422
2035-2037	24.205.746	24.584.265	24.211.138	23.789.900	23.720.422
2038-2040	24.205.746	24.584.265	24.211.138	23.789.900	23.720.422
2041-2043	26.305.748	27.854.941	25.719.300	27.898.651	25.277.625
2044-2046	27.703.294	30.176.990	27.472.664	28.352.014	27.097.070

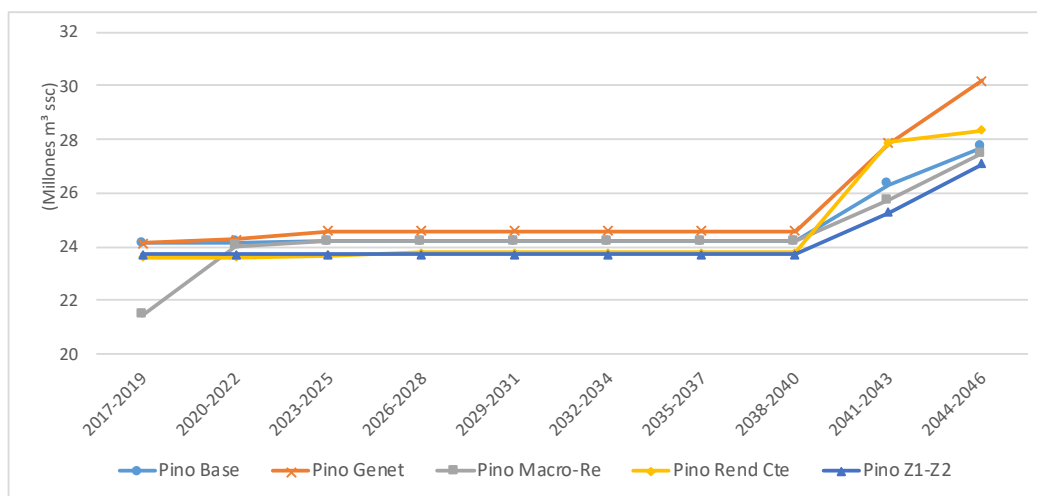


Figura N° 22
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE PINO RADIATA SEGÚN ESCENARIOS DE PROYECCIÓN

6.3.2. Oferta *Eucalyptus globulus*

La disponibilidad de volumen anual de madera de *E. globulus* bajo el escenario base alcanza los 9 millones de m³ssc de madera en troza. Cifra inferior a los 10,6 millones de m³ssc proyectados en el estudio anterior. Si bien existe un aumento de la superficie plantada con respecto al estudio anterior, esta disminución de la oferta de volumen proyectado se explica por los menores rendimientos en crecimiento (20 % a 30 % menor) que presenta la especie producto del ataque del defoliador *Gonipterus platensis*. Este factor está considerado en las tablas de parámetro de rendimiento de la especie.

En el caso del Escenario Genética (escenario optimista) la proyección alcanza a cifras cercanas a 9,4 millones de m³ssc, siendo el escenario que proyecta una mayor oferta en el período evaluado (Cuadro N° 35 y Apéndice 8).

Cuadro N° 35
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE *E. globulus* SEGÚN ESCENARIO DE PROYECCIÓN

Período	E_glo Base	E_glo Genética	E_glo Macro-Re	E_glo Rend Cte	E_glo Z1-Z2
	(m³ ssc/año)				
2017-2019	9.020.618	9.376.213	8.824.133	9.002.479	9.002.376
2020-2022	9.020.618	9.376.213	8.824.133	9.002.479	9.002.376
2023-2025	9.020.618	9.376.213	8.824.133	9.002.479	9.002.376
2026-2028	9.020.618	9.376.213	8.824.133	9.002.479	9.002.376
2029-2031	9.020.618	9.376.213	8.824.133	9.002.479	9.002.376
2032-2034	9.020.618	9.376.213	8.824.133	9.002.479	9.002.376
2035-2037	9.020.618	9.376.213	8.824.133	9.002.479	9.002.376
2038-2040	9.020.618	9.376.213	8.824.133	9.002.479	9.002.376
2041-2043	9.020.618	9.376.213	8.824.133	9.002.479	9.002.376
2044-2046	9.020.618	9.376.213	8.824.133	9.002.479	9.002.376

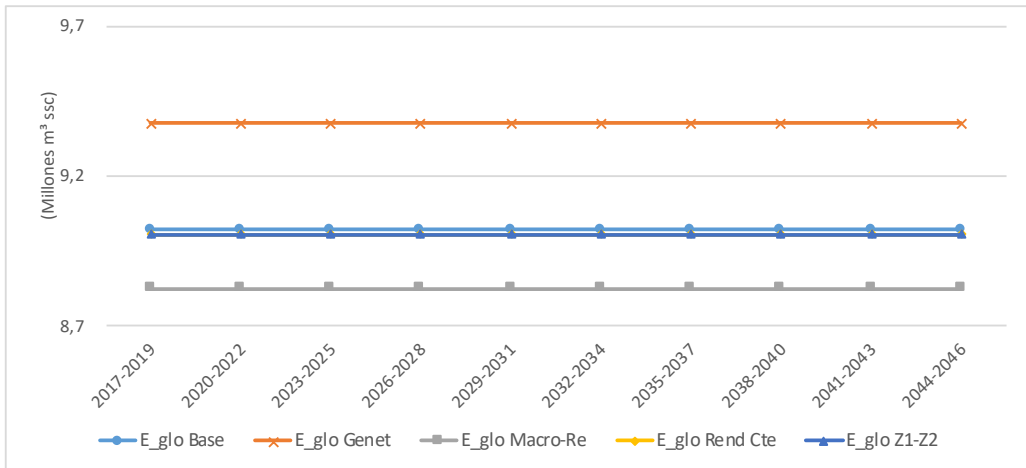


Figura N° 23

DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE *E. globulus*, PARA LOS DIFERENTES ESCENARIOS DE PROYECCIÓN

6.3.3. Oferta *Eucalyptus nitens*

La disponibilidad de volumen de *E. nitens*, presenta una mayor oferta en relación al estudio anterior, subiendo de 7 a 9,9 millones de m³ssc en el período proyectado (Cuadro N° 35). Este aumento de la oferta de volumen se explica por la superficie plantada de esta especie, que alcanza a 267.657 ha (31,4 % más, en relación a la superficie base del 2010).

Bajo el Escenario Genética (escenario optimista), alcanza una proyección en torno a los 10,5 millones de m³ssc, presentando un aumento del 6 % en volumen respecto al escenario base (Cuadro N° 36 y Apéndice 9).

Cuadro N° 36
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE *E. nitens* SEGÚN ESCENARIO DE PROYECCIÓN

Período	E_nit Base	E_nit Genética	E_nit Macro-Re	E_nit Rend Cte	E_nit Z1-Z2
	(m ³ ssc/año)				
2017-2019	9.526.134	9.152.287	9.413.078	9.344.843	9.526.131
2020-2022	9.835.512	9.629.902	9.331.620	9.533.851	9.835.511
2023-2025	9.990.200	10.585.133	9.331.620	9.911.868	9.990.201
2026-2028	9.990.200	10.585.133	9.331.620	9.911.868	9.990.201
2029-2031	9.990.200	10.585.133	9.355.315	9.911.868	9.990.201
2032-2034	9.990.200	10.585.133	9.483.640	9.911.868	9.990.201
2035-2037	9.990.200	10.585.133	9.483.640	9.911.868	9.990.201
2038-2040	9.990.200	10.585.133	9.483.640	9.911.868	9.990.201
2041-2043	9.990.200	10.585.133	9.483.640	9.911.868	9.990.201
2044-2046	9.990.200	10.585.133	9.483.640	9.911.868	9.990.201

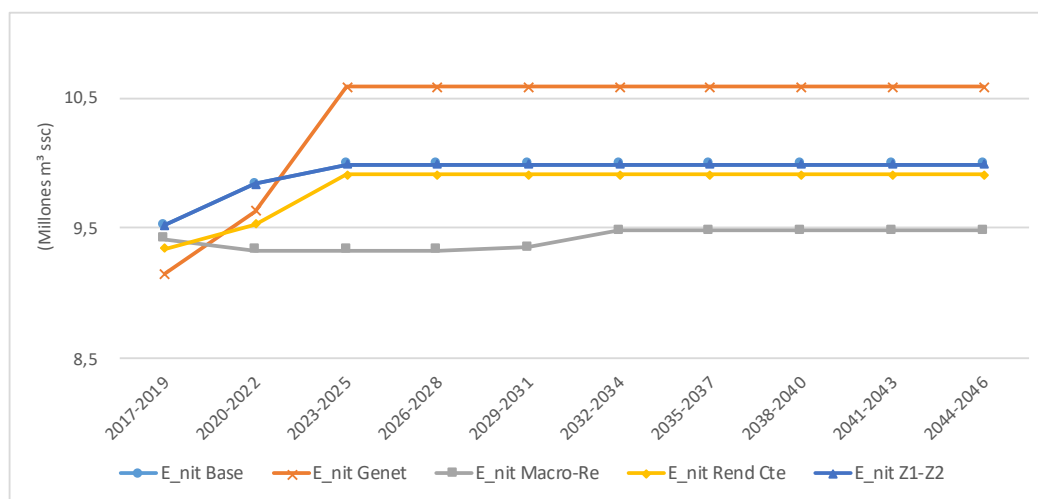


Figura N° 24

DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE *E. nitens* PARA LOS DIFERENTES ESCENARIOS DE PROYECCIÓN

6.4. Disponibilidad en Escenario Macro Regional

Al simular la disponibilidad a nivel nacional, el modelo supone libre movilidad de las maderas de cualquier punto a otro. Por esta razón, al restringir la zona geográfica, el agregado de las ofertas regionales puede ser inferior a la disponibilidad del total nacional.

Dado que el Macro Regional es un escenario localmente más restringido que los anteriores, ya que se exige un flujo continuo y sin intercambio de maderas entre cada una de las 3 macro regiones definidas, la oferta acumulada total es más baja que en el escenario base, principalmente en el caso de pino, para los eucaliptos es solo levemente inferior.

El resultado de sumar geográficamente la disponibilidad a partir de simulaciones individuales regionalmente y comparar con la simulación agregada, se observa una merma cercana a los 2,3 millones de metros cúbicos a partir del 2016.

La disponibilidad de volumen de madera se concentra geográficamente en la macro región II, presentando el 77,4 % de la oferta en volumen de madera en pie para el conjunto de especies. Después se ubican la macro región II con el 19,9% y la macro región I con un 2,7% de la oferta de volumen de madera en pie.

Por especies, la macro región II, concentra el 83,3 % del volumen de pino radiata, el 84,7 % del volumen de *E. globulus* y el 59,3 % del volumen de *E. nitens*. En tanto, la macro región III, concentra el 40,7 % del volumen de *E. nitens* (Cuadro N° 37, Figura N° 25 y Apéndice 10).

Cuadro N° 37
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN TOTAL POR ESPECIE PARA EL ESCENARIO MACRO-REGIÓN TOTAL

Período	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Volumen Total
	(m³ ssc/año)			
2017-2019	21.463.421	8.824.134	9.413.078	39.700.633
2020-2022	24.038.756	8.824.133	9.331.620	42.194.509
2023-2025	24.211.138	8.824.133	9.331.620	42.366.891
2026-2028	24.211.138	8.824.133	9.331.620	42.366.891
2029-2031	24.211.138	8.824.134	9.355.315	42.390.587
2032-2034	24.211.138	8.824.133	9.483.640	42.518.911
2035-2037	24.211.138	8.824.133	9.483.640	42.518.911
2038-2040	24.211.138	8.824.133	9.483.640	42.518.911
2041-2043	25.719.300	8.824.133	9.483.640	44.027.073
2044-2046	27.472.664	8.824.133	9.483.640	45.780.437

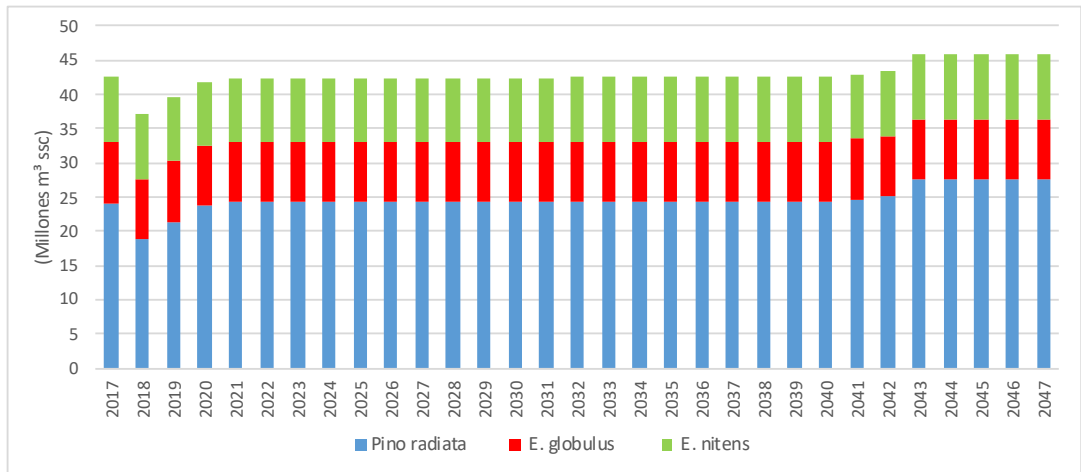


Figura N° 25
DISPONIBILIDAD TOTAL POR ESPECIE ESCENARIO MACRO-REGIÓN

6.4.1. Macro Región I

En la Macro Región I la disponibilidad de madera de pino radiata y *E. globulus* presentan en forma conjunta una oferta constante en torno a 0,8 millones de m³ ssc de madera en troza, hasta el trienio 2040.

Por especies, pino radiata ofrece 472.943 m³ ssc y *E. globulus* 327.317 m³ ssc en el período proyectado (Cuadro N° 38 y Figura N° 26).

Cuadro N° 38
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN POR ESPECIE EN LA MACRO-REGIÓN I

Período	Pino Macro I	<i>E. globulus</i> Macro I	<i>E. nitens</i> Macro I	Volumen Total
	(m³ ssc/año)			
2017-2019	593.498	327.317	-	920.815
2020-2022	472.943	327.317	-	800.260
2023-2025	472.943	327.317	-	800.260
2026-2028	472.943	327.317	-	800.260
2029-2031	472.943	327.317	-	800.260
2032-2034	472.943	327.317	-	800.260
2035-2037	472.943	327.317	-	800.260
2038-2040	472.943	327.317	-	800.260
2041-2043	934.363	327.317	-	1.261.680
2044-2046	934.363	327.317	-	1.261.680

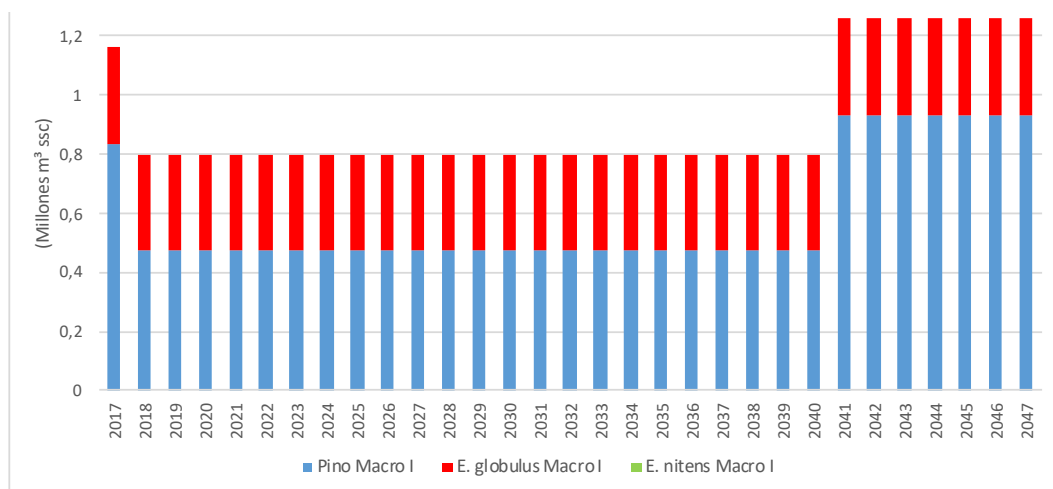


Figura N° 26
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN POR ESPECIE EN LA MACRO-REGIÓN I

6.4.2. Macro Región II

La Macro Región II muestra un nivel de disponibilidad anual de 34 millones de m³ ssc al trienio 2023-2025, conservando esta magnitud hasta el trienio 2038-2040.

La especie predominante en esta macro región corresponde a pino radiata que presenta una oferta estable en torno a los 21 millones de m³ ssc, presentando similar comportamiento *E. globulus* con 7,4 millones de m³ ssc y *E. nitens* con 5,5 millones de m³ ssc (Cuadro N° 39 y Figura N° 27).

Cuadro N° 39
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN POR ESPECIE EN LA MACRO-REGIÓN II

Período	Pino Macro II	<i>E. globulus</i> Macro II	<i>E. nitens</i> Macro II	Volumen Total
	(m ³ ssc/año)			
2017-2019	17.863.625	7.477.670	5.614.029	30.955.324
2020-2022	20.877.250	7.477.670	5.532.571	33.887.491
2023-2025	21.049.632	7.477.670	5.532.571	34.059.873
2026-2028	21.049.632	7.477.670	5.532.571	34.059.873
2029-2031	21.049.632	7.477.670	5.556.267	34.083.569
2032-2034	21.049.632	7.477.670	5.684.591	34.211.893
2035-2037	21.049.632	7.477.670	5.684.591	34.211.893
2038-2040	21.049.632	7.477.670	5.684.591	34.211.893
2041-2043	22.096.373	7.477.670	5.684.591	35.258.634
2044-2046	23.849.738	7.477.670	5.684.591	37.011.999

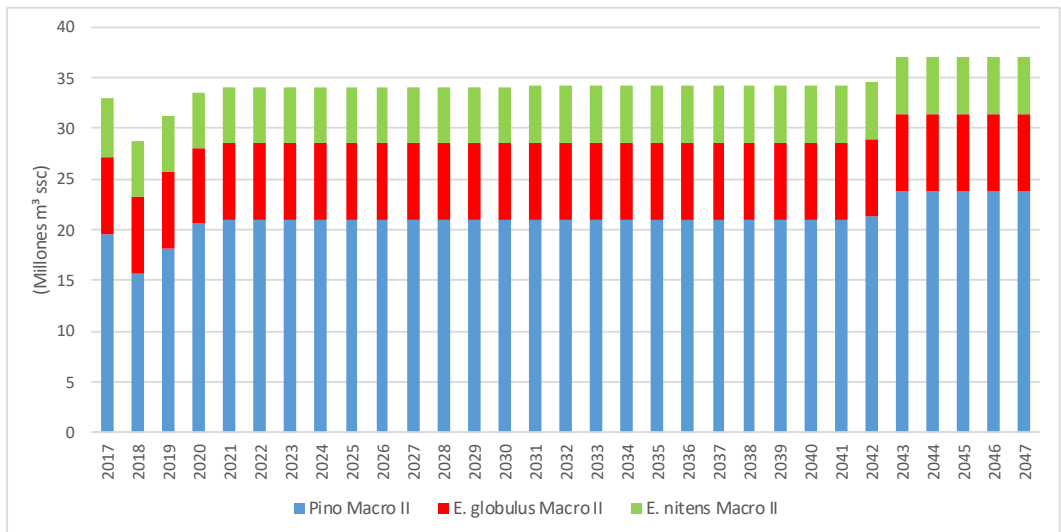


Figura N° 27
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN POR ESPECIE EN LA MACRO-REGIÓN II

6.4.3. Macro Región III

La Macro Región III presenta un nivel de disponibilidad media anual de 7,5 millones de m³ssc y aparece *E. nitens* como la principal especie con 3,7 millones de m³ssc de volumen de madera en pie. Pino radiata en tanto presenta una oferta media anual estable de volumen de madera de 2,6 millones de m³ssc y *E. globulus* una disponibilidad media anual de 1,0 millón de m³ssc en el período proyectado (Cuadro N° 40 y Figura N° 28).

Cuadro N° 40
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN POR ESPECIE EN LA MACRO-REGIÓN III.

Período	Pino Macro III	E. globulus Macro III	E. nitens Macro III	Volumen Total
	(m³ ssc/año)			
2017-2019	3.006.299	1.019.146	3.799.049	7.824.494
2020-2022	2.688.563	1.019.146	3.799.049	7.506.758
2023-2025	2.688.563	1.019.146	3.799.049	7.506.758
2026-2028	2.688.563	1.019.146	3.799.049	7.506.758
2029-2031	2.688.563	1.019.146	3.799.049	7.506.758
2032-2034	2.688.563	1.019.146	3.799.049	7.506.758
2035-2037	2.688.563	1.019.146	3.799.049	7.506.758
2038-2040	2.688.563	1.019.146	3.799.049	7.506.758
2041-2043	2.688.563	1.019.146	3.799.049	7.506.758
2044-2046	2.688.563	1.019.146	3.799.049	7.506.758

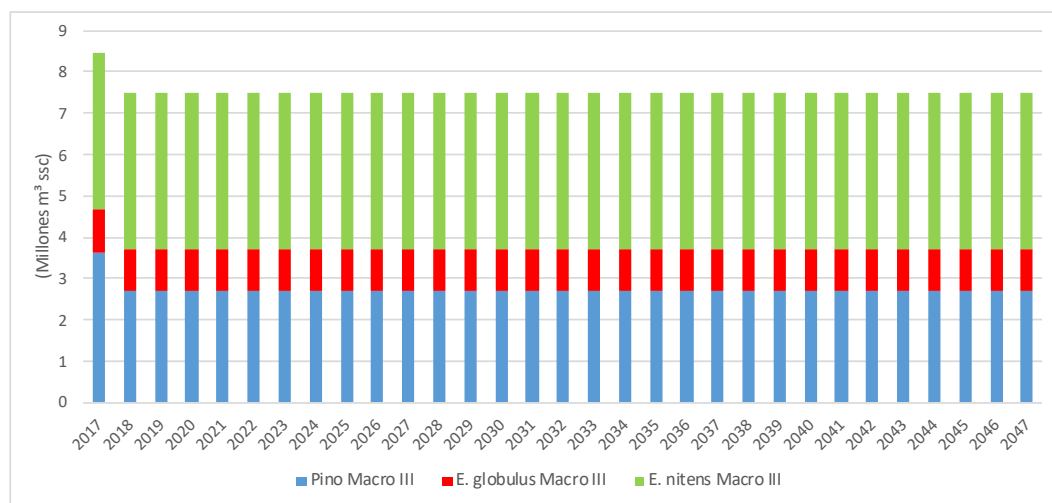


Figura N° 28
DISPONIBILIDAD TOTAL POR ESPECIE PARA EL ESCENARIO MACRO-REGIÓN III

6.5. Disponibilidad en Escenario Base por Producto

En la información presentada anteriormente se observa una disminución del volumen de oferta de madera en pie en pino radiata y *E. globulus*, en comparación a los resultados obtenidos en el estudio anterior (INFOR, 2013).

En cuanto a *E. nitens*, su disponibilidad se presenta en forma creciente, estabilizándose en torno a los 9,9 millones de m³ ssc en el trienio 2023-2025.

Sin embargo, para realizar un análisis correcto de los resultados, es necesario desagregar la información por tipo genérico de producto, destacando los productos de trozas pulpables y trozas aserrables según especie.

Cuadro N° 41
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN ANUAL DE PINO RADIATA POR TIPO DE TROZA - ESCENARIO BASE

Año	Volumen de productos en Pino radiata (m³ ssc/año)											Total		
	PL 1_28	PL 2_28	PC 3_28	Aser Ind 28	Aser Ind 22	Aser Com 22	MR Aser	Pulpable						
2017	643.723	126.519	392.840	4.133.637	7.390.485	6.402.278	384.144	4.643.584	24.117.210					
2018	365.034	1.434.657	824.036	3.412.248	6.651.231	6.431.082	399.516	4.599.406	24.117.210					
2019	1.136.820	685.527	801.379	2.999.284	7.064.195	6.373.722	396.196	4.660.087	24.117.210					
2020	685.809	637.455	1.300.463	3.272.535	6.790.944	6.552.685	392.233	4.485.086	24.117.210					
2021	432.023	627.727	1.563.976	3.495.215	6.568.264	6.322.793	430.600	4.676.612	24.117.210					
2022	694.383	759.867	1.169.476	2.956.609	7.195.406	6.525.127	401.964	4.502.914	24.205.746					
2023	1.018.012	729.543	876.172	2.609.682	7.466.224	6.732.827	410.601	4.362.685	24.205.746					
2024	895.291	663.567	1.064.868	2.846.641	7.229.265	6.732.039	414.406	4.359.669	24.205.746					
2025	454.190	387.387	1.782.150	3.700.074	6.375.832	6.044.993	415.673	5.045.447	24.205.746					
2026	608.530	937.974	1.077.222	2.690.536	6.268.575	6.014.286	414.872	6.193.751	24.205.746					
2027	375.626	1.273.330	974.770	2.506.713	6.452.398	6.153.337	434.879	6.034.693	24.205.746					
2028	752.059	1.180.900	690.767	2.427.116	6.531.994	6.674.662	444.874	5.503.374	24.205.746					
2029	1.290.527	800.840	532.359	2.913.499	6.045.611	5.724.532	422.076	6.476.302	24.205.746					
2030	690.956	557.988	1.374.782	1.905.322	7.053.788	6.141.288	426.937	6.054.685	24.205.746					
2031	883.947	1.525.174	214.605	2.914.888	5.984.930	5.952.579	442.556	6.287.067	24.205.746					
2032	1.378.689	1.020.408	224.629	2.694.765	6.205.053	6.613.660	508.409	5.560.133	24.205.746					
2033	2.070.194	369.046	184.486	2.614.191	5.842.802	7.387.755	450.356	5.286.916	24.205.746					
2034	1.018.278	1.325.001	280.447	1.980.550	6.476.443	7.926.068	452.150	4.746.809	24.205.746					
2035	1.565.190	383.409	789.574	1.828.715	6.513.831	4.549.798	291.380	8.283.849	24.205.746					
2036	1.246.139	877.131	614.902	1.542.997	6.799.549	6.807.366	430.521	5.887.141	24.205.746					
2037	1.190.964	990.071	557.137	1.965.669	6.376.878	7.371.766	457.079	5.296.182	24.205.746					
2038	973.507	1.144.820	619.845	1.698.256	6.644.291	7.554.418	461.658	5.108.951	24.205.746					
2039	1.033.165	834.805	870.203	1.795.542	6.547.004	7.123.716	500.622	5.500.689	24.205.746					
2040	24.075	1.717.183	996.915	2.184.775	6.157.772	6.859.001	439.207	5.826.818	24.205.746					
2041	292	1.796.712	941.169	2.021.833	6.605.287	7.237.021	501.694	5.386.311	24.490.319					
2042	731.256	952.968	1.254.736	3.094.576	7.565.066	7.200.822	443.178	5.481.027	26.723.629					
2043	1.101.669	38.435	1.798.857	3.354.900	7.938.110	7.393.635	488.037	5.589.651	27.703.294					
2044	855.925	71.240	2.011.796	4.869.063	7.423.947	7.164.671	505.038	5.801.614	27.703.294					
2045	1.543.598	328.974	1.066.389	2.798.715	8.346.075	7.783.757	478.147	5.357.639	27.703.294					
2046	804.468	450.791	1.683.702	3.624.114	7.520.677	7.418.250	479.571	5.721.721	27.703.294					
2047	554.544	589.580	1.794.837	3.676.376	7.468.414	7.312.325	512.927	5.794.291	27.703.294					

PL1_28: Trozas podadas, largo 5,25 m y diámetros ≥ 28 cm

PL2_28: Trozas podadas, largo 5,0 m y diámetros ≥ 28 cm

PC3_28: Trozas podadas, largo 2,62 m y diámetros ≥ 28 cm

Aser Ind 28: Trozas aserrables, largo 4,10 m y diámetros ≥ 28 cm

Aser Ind 22: Trozas aserrables, largo 4,10 m y diámetros ≥ 22 cm

Aser Com 22: Trozas aserrables, largo 3,30 m y diámetros ≥ 16 cm

MR Aser: Trozas aserrables, largo 2,44 m y diámetros ≥ 16 cm

Pulpable: Trozas pulpables, largo 2,44 m y diámetros ≥ 8 cm

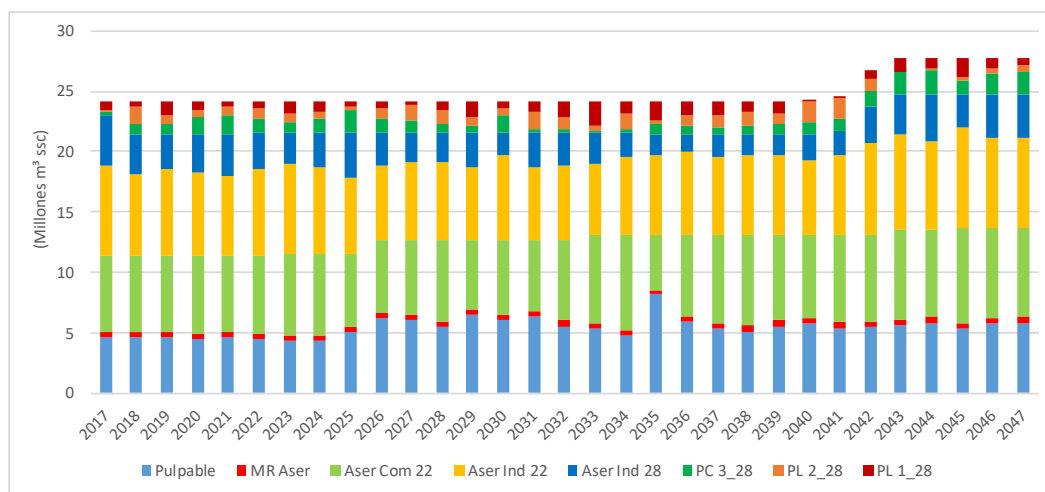


Figura N° 29
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN ANUAL DE PINO POR TIPO DE TROZA. ESCENARIO BASE

La oferta de trozas pulpables de pino radiata entre el período 2018 – 2025 en el escenario base se presenta en el rango de 4,4 a 5,0 millones de m³ssc. Considerando que el consumo de trozas pulpables alcanzó un valor cercano a los 11,6 millones de m³ssc (sin considerar el volumen proveniente de astillas), se observa un déficit para este sector industrial.

Cabe señalar que para suplir la demanda de este producto que, dada la capacidad instalada industrial en el país, se considera una demanda rígida, es posible que deban considerarse productos aserrables de menor valor para suplir este déficit de oferta de trozos pulpables.

La oferta de trozas aserrables se presenta en el rango de 12,8 a 18,9 millones de m³ssc en el período proyectado, presentando un promedio de 16,5 millones de m³ssc para el período 2018 a 2025. En cuanto a las trozas podadas, estas presentan una oferta estable de entre 2,6 y 2,9 millones de m³ssc.

En el Apéndice 11 se entregan los volúmenes de pino radiata en pie por tipo de troza de acuerdo a los resultados obtenidos para los demás escenarios; mejora genética, rendimientos constantes y pesimista.

Respecto de la disponibilidad de las especies de eucaliptos, la oferta de troza pulpable de *E. globulus* en el escenario base se presenta estable en el período evaluado, alcanzando los 9 millones de m³ssc de volumen de madera en pie. En cuanto a *E. nitens*, este presenta una oferta estable total en torno a los 9,9 millones de m³ssc, diferenciándose dos tipos de productos pulpables que son las trozas pulpables delgadas y gruesas, con una mayor disponibilidad de volumen en el producto pulpable de mayor diámetro.

En el Apéndice 11 se entregan los volúmenes de *E. globulus* y *E. nitens* en pie por tipo de troza de acuerdo a los resultados obtenidos para los escenarios de mejora genética, rendimientos constantes y pesimista.

Cuadro N° 42
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN ANUAL DE *E. globulus* Y *E. nitens* POR TIPO DE TROZA

Año	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>		Volumen Total
	Pulpable	Pulpa Delgada	Pulpa Gruesa	
	(m ³ ssc/año)			
2017	9.020.618	2.584.715	6.941.419	18.546.752
2018	9.020.618	2.629.666	6.896.468	18.546.752
2019	9.020.618	2.787.358	6.738.776	18.546.752
2020	9.020.618	3.158.696	6.367.438	18.546.752
2021	9.020.618	3.716.711	6.273.489	19.010.818
2022	9.020.618	3.782.540	6.207.660	19.010.818
2023	9.020.618	4.123.366	5.866.834	19.010.818
2024	9.020.618	3.294.800	6.695.400	19.010.818
2025	9.020.618	3.635.769	6.354.431	19.010.818
2026	9.020.618	3.278.332	6.711.868	19.010.818
2027	9.020.618	3.558.915	6.431.285	19.010.818
2028	9.020.618	3.571.204	6.418.996	19.010.818
2029	9.020.618	3.577.138	6.413.062	19.010.818
2030	9.020.618	3.615.820	6.374.380	19.010.818
2031	9.020.618	3.477.443	6.512.757	19.010.818
2032	9.020.618	3.565.422	6.424.778	19.010.818
2033	9.020.618	3.588.729	6.401.471	19.010.818
2034	9.020.618	3.658.091	6.332.109	19.010.818
2035	9.020.618	3.554.855	6.435.345	19.010.818
2036	9.020.618	3.439.491	6.550.709	19.010.818
2037	9.020.618	3.304.678	6.685.522	19.010.818
2038	9.020.618	3.028.234	6.961.966	19.010.818
2039	9.020.618	3.434.058	6.556.142	19.010.818
2040	9.020.618	3.287.463	6.702.737	19.010.818
2041	9.020.618	3.330.386	6.659.814	19.010.818
2042	9.020.618	2.961.385	7.028.815	19.010.818
2043	9.020.618	3.210.759	6.779.441	19.010.818
2044	9.020.618	3.048.846	6.941.354	19.010.818
2045	9.020.618	3.262.352	6.727.848	19.010.818
2046	9.020.618	3.131.900	6.858.300	19.010.818
2047	9.020.618	3.292.507	6.697.693	19.010.818

Para representar de mejor forma la operatividad del sector respecto de la transformación de disponibilidad de volumen en pie de pino radiata a volumen en destino, se consideran situaciones de ajustes de volúmenes de otros productos destinados a la categoría pulpable, situaciones que ocurren y se detectan en las faenas de cosecha.

En este contexto, las simulaciones de crecimiento en pino radiata para estimar volúmenes en pie realizadas en el simulador Radiata, no consideran factores en relación a torceduras, bifurcaciones, ramas demasiado gruesas u otros defectos en las trozas que las descalifican de la categoría a la cual son asignadas por el simulador de trozado y son, en la práctica, consideradas como volumen pulpable.

Tampoco consideran las quebraduras o daños producidos en las faenas de cosecha y madereo de los fustes. Por lo tanto, se requiere considerar tales factores de desclasificación o degradación de productos a la categoría pulpable para un balance realista de demanda-disponibilidad de madera.

Como se aprecia en la Figura N° 29, desde los primeros años del horizonte las industrias de celulosa y tableros de fibra y partículas comenzarían a consumir todo el volumen aserrable de 16 cm y parte del volumen aserrable de 18 cm.

Por lo tanto, y para obtener los volúmenes que efectivamente llegan a las plantas industriales, luego de cosechados y clasificados, es necesario utilizar los siguientes factores que indican la proporción del volumen, por tipo de trozas aserrable, podadas multipropósito y podadas, que es degradado a producto pulpable. Estos factores son empíricos y corresponden a los factores utilizados en el estudio anterior y que resultaron de la información indicada por el sector industrial (Cuadro N° 43).

Cuadro N° 43
FACTORES DE DEGRADACIÓN A TROZA PULPABLE EN PINO POR TIPO DE PRODUCTO EN PIE

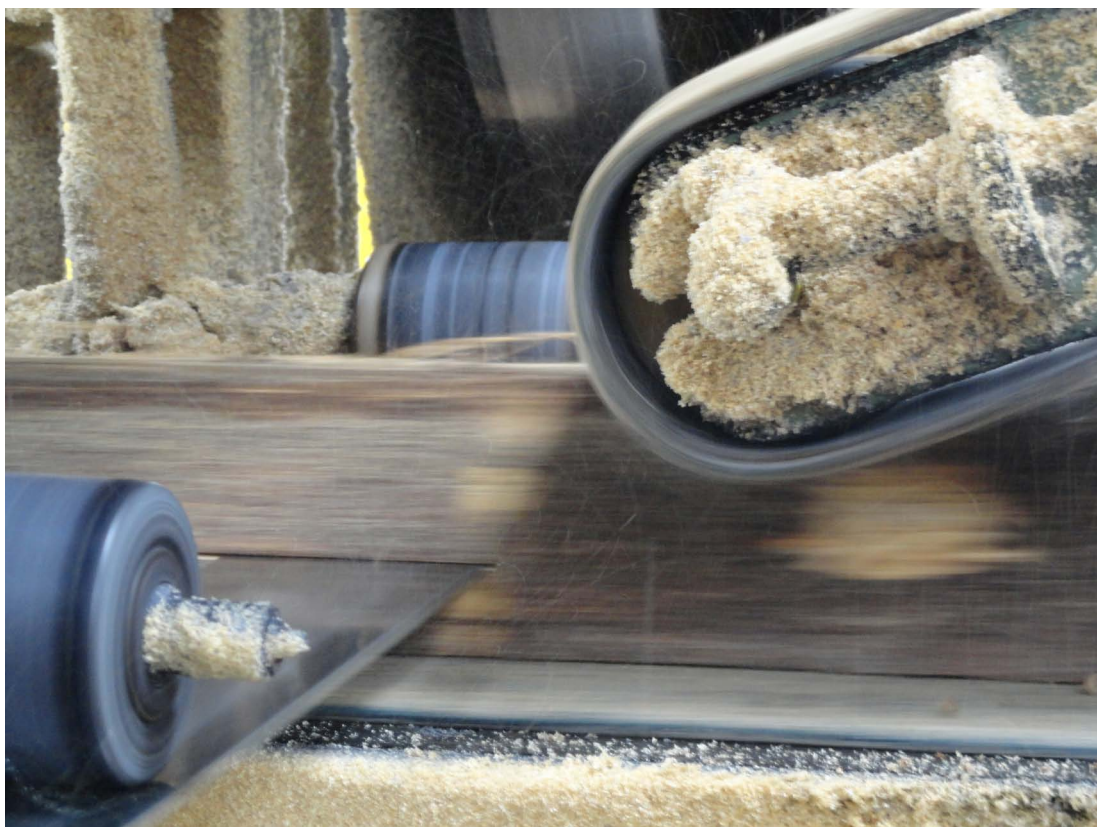
Factores de Ponderación	PL 1_28	PL 2_28	PC 3_28	Aser Ind 28	Aser Ind 22	Aser Com 22	MR Aser	Pulpable
	0,05	0,05	0,1	0,05	0,15	0,25	0,15	0

Cuadro N° 44
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN ANUAL DE PINO POR TIPO DE TROZA CORREGIDO - ESCENARIO BASE

Año	Volumen de productos en Pino radiata										Total
	PL 1_28	PL 2_28	PC 3_28	Aser Ind 28	Aser Ind 22	Aser Com 22	MR Aser	Pulpable	Total		
					(m³ ssc/año)						
2017	611.537	120.193	353.556	3.926.955	6.281.912	4.801.709	326.522	7.694.826	24.117.210		
2018	346.782	1.362.924	741.632	3.241.636	5.653.546	4.823.312	339.589	7.607.789	24.117.210		
2019	1.079.979	651.251	721.241	2.849.320	6.004.566	4.780.292	336.765	7.693.796	24.117.210		
2020	651.519	605.582	1.170.417	3.108.908	5.772.302	4.914.514	333.398	7.560.570	24.117.210		
2021	410.422	596.341	1.407.578	3.320.454	5.583.024	4.742.095	366.010	7.691.286	24.117.210		
2022	659.664	721.874	1.052.528	2.808.779	6.116.095	4.893.845	341.669	7.611.292	24.205.746		
2023	967.111	693.066	788.555	2.479.198	6.346.290	5.049.620	349.011	7.532.895	24.205.746		
2024	850.526	630.389	958.381	2.704.309	6.144.875	5.049.029	352.246	7.515.991	24.205.746		
2025	431.481	368.018	1.603.935	3.515.070	5.419.457	4.533.745	353.321	7.980.719	24.205.746		
2026	578.104	891.075	969.500	2.556.009	5.328.289	4.510.715	352.640	9.019.414	24.205.746		
2027	356.845	1.209.664	877.293	2.381.377	5.484.538	4.615.003	369.647	8.911.379	24.205.746		
2028	714.456	1.121.855	621.690	2.305.760	5.552.195	5.005.997	378.143	8.505.650	24.205.746		
2029	1.226.001	760.798	479.123	2.767.824	5.138.769	4.293.399	358.765	9.181.067	24.205.746		
2030	656.408	530.089	1.237.304	1.810.056	5.995.720	4.605.966	362.896	9.007.307	24.205.746		
2031	839.750	1.448.915	193.145	2.769.144	5.087.191	4.484.434	376.171	9.026.996	24.205.746		
2032	1.309.755	969.388	202.166	2.560.027	5.274.295	4.960.245	432.147	8.497.723	24.205.746		
2033	1.966.684	350.594	166.037	2.483.481	4.966.382	5.504.816	382.803	8.348.949	24.205.746		
2034	967.364	1.258.751	252.402	1.881.523	5.504.977	5.944.551	384.327	8.011.851	24.205.746		
2035	1.486.931	364.239	710.617	1.737.279	5.536.756	3.412.349	247.672	10.709.903	24.205.746		
2036	1.183.832	833.274	553.412	1.465.847	5.779.617	5.105.525	365.942	8.918.297	24.205.746		
2037	1.131.416	940.567	501.423	1.867.386	5.420.346	5.528.825	388.517	8.427.266	24.205.746		
2038	924.832	1.087.579	557.861	1.613.343	5.647.647	5.665.814	392.408	8.316.262	24.205.746		
2039	981.507	793.065	783.183	1.705.765	5.564.953	5.342.787	425.528	8.608.958	24.205.746		
2040	22.871	1.631.324	897.224	2.075.536	5.234.106	5.144.251	373.326	8.827.108	24.205.746		
2041	277	1.706.876	847.052	1.920.741	5.614.494	5.427.766	426.441	8.546.672	24.490.319		
2042	694.693	905.320	1.129.262	2.939.847	6.430.306	5.400.617	376.701	8.846.883	26.723.629		
2043	1.046.586	36.513	1.618.971	3.187.155	6.747.394	5.545.226	414.831	9.106.618	27.703.294		
2044	1.831.129	67.678	1.810.616	3.675.610	6.310.355	5.373.503	429.282	9.223.121	27.703.294		
2045	1.466.418	312.525	959.750	2.658.779	7.094.164	5.837.818	406.425	8.967.415	27.703.294		
2046	764.245	428.251	1.515.332	3.442.908	6.392.575	5.563.688	407.635	9.188.660	27.703.294		
2047	526.817	560.101	1.615.353	3.492.557	6.348.152	5.484.244	435.988	9.240.082	27.703.294		

Aser Ind 22: Trozas aserrables, largo 4,10 m y diámetros ≥ 22 cm
 Aser Com 22: Trozas aserrables, largo 3,30 m y diámetros ≥ 16 cm
 MR Aser: Trozas aserrables, largo 2,44 m y diámetros ≥ 16 cm
 Pulpable: Trozas pulpables, largo 2,44 m y diámetros ≥ 8 cm
 PL1_28: Trozas podadas, largo 5,25 m y diámetros ≥ 28 cm
 PL2_28: Trozas podadas, largo 5,0 m y diámetros ≥ 28 cm
 PC3_28: Trozas podadas, largo 2,62 m y diámetros ≥ 28 cm
 Aser Ind 28: Trozas aserrables, largo 4,10 m y diámetros ≥ 28 cm

Tras la aplicación de los factores de degradación de productos se observa que la oferta de trozas pulpables de pino radiata aumenta en promedio un 68%, equivalente a 3,0 millones de m³ssc de madera en troza para el período 2020 – 2025, aumento de volumen promedio que se mantiene para los próximos años. Sin embargo, este aumento de oferta de trozas pulpables no logra satisfacer la tendencia actual de consumos que presenta el sector equivalente a 11,6 millones de m³ssc y que posteriormente descendería a 10 millones de m³ssc. En este ámbito un menor volumen de madera aserrable proveniente de los segmentos de 16 y 22 cm será destinado a suplir este déficit, para una demanda considerada como rígida en el sector.



7. COSECHA PROYECTADA EN ESCENARIO BASE

En los siguientes cuadros se presenta la información sobre las variables de superficie, rendimientos y edades de cosecha, considerando los diferentes esquemas de manejo, agrupados por tipo de productos, esto es la suma agregada de productos que salen de este tipo de manejo sin considerar el tipo de producto en específico.

7.1. Superficies

En el Cuadro N° 45 se describen las superficies medias anuales de cosecha del escenario base, para los distintos esquemas de manejo agrupados en los siguientes regímenes:

Pulpable: Esquema 1 (sin raleos ni podas)

Aserrable Nudoso: Esquemas 2 (un raleo) y 3(dos raleos)

Aserrable Podado: Esquemas 7 a 10 Poda baja y alta, y distintas densidades finales a la cosecha.

Cuadro N° 43

FACTORES DE DEGRADACIÓN A TROZA PULPABLE EN PINO POR TIPO DE PRODUCTO EN PIE

Trienio	Pino radiata				<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>
	Pulpable	Aserrable	Podado	Total Pino	Pulpable	Pulpable
	(ha/año)					
2017-2019	18.252	13.638	21.095	52.985	42.998	14.108
2020-2022	11.478	18.049	30.727	60.254	46.506	19.496
2023-2025	11.286	16.678	31.320	59.284	49.376	17.561
2026-2028	14.400	13.865	27.770	56.035	58.752	17.888
2029-2031	11.692	19.172	24.860	55.724	47.607	17.108
2032-2034	23.934	14.062	18.325	56.321	49.103	17.533
2035-2037	12.258	12.715	28.981	53.954	48.548	17.905
2038-2040	13.119	19.210	26.920	59.249	55.558	18.308
2041-2043	15.056	17.670	27.565	60.291	61.837	14.605
2044-2046	13.626	20.592	32.164	66.382	35.644	16.070

7.2. Edades y Volúmenes de Cosecha

En los Cuadros N° 46 y N° 47 se presenta la información respecto a las edades medias de cosecha final y los volúmenes medios de cosecha final por régimen de manejo y trienio.

Cuadro N° 46
EDADES MEDIAS DE COSECHA FINAL SEGÚN TIPO DE MANEJO PARA CADA ESPECIE

Trienio	Pino Radiata			<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>
	Pulpable	Aserrable	Podado	Pulpable	Pulpable
	(años)				
2017-2019	25	26	25	17	20
2020-2022	23	25	25	15	16
2023-2025	22	24	25	14	16
2026-2028	23	23	24	13	16
2029-2031	22	22	24	12	16
2032-2034	21	21	25	13	17
2035-2037	19	21	25	13	17
2038-2040	21	22	23	13	17
2041-2043	23	23	25	11	18
2044-2046	23	23	26	15	17

Cuadro N° 47
VOLUMEN MEDIO ANUAL DE COSECHA FINAL SEGÚN TIPO DE MANEJO PARA CADA ESPECIE

Trienio	Pino Radiata			<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>
	Pulpable	Aserrable	Podado	Pulpable	Pulpable
	(m ³ /ha)				
2017-2019	470	448	447	210	675
2020-2022	443	356	411	194	504
2023-2025	409	384	421	183	569
2026-2028	410	425	447	154	558
2029-2031	416	368	494	189	584
2032-2034	450	295	507	184	570
2035-2037	425	411	475	186	558
2038-2040	409	384	426	162	546
2041-2043	417	403	468	146	684
2044-2046	432	340	461	253	622

Dentro de los esquemas de manejo podado se encuentra el manejo intensivo (9), que es el que genera mayor volumen total e incluye el volumen a la cosecha y los volúmenes de los raleos anteriores.

La tendencia marcada por las empresas es que los manejos podados se aplican en los mejores sitios y es por esto que sus rendimientos son mayores.

Cuadro N° 48
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN PROVENIENTE DE RALEO

Trienio	Pino Radiata	
	Aserrable	Podado
	(m ³ ssc)	
2017-2019	411.391	1.174.671
2020-2022	374.272	1.113.222
2023-2025	467.074	927.486
2026-2028	752.413	1.866.191
2029-2031	689.880	2.519.812
2032-2034	307.232	989.376
2035-2037	1.036.541	2.506.167
2038-2040	526.657	1.434.027
2041-2043	454.382	1.389.305
2044-2046	495.677	1.382.424

Estos resultados obtenidos en el modelo de proyección para el escenario base fueron también comparados, en forma resumida, con los resultados operativos de las empresas participantes del estudio, referidos a la cosecha y raleo anual de los últimos 5 períodos.

En base a estos antecedentes se obtuvo la superficie promedio y total de cosecha, los volúmenes medios y sus correspondientes edades a la cosecha, lo que finalmente aproxima los valores de Incremento Medio Anual a la edad de cosecha para las especies estudiadas. Estos no representan el total nacional, ya que no se incluyen las cifras provenientes de otros propietarios, como sí se incluyen en los datos resúmenes de este estudio, que aparece en la última columna (Cuadro N° 49).

Cuadro N° 49
COMPARACIÓN DE RESULTADOS OPERACIONALES DE EMPRESAS
Y SALIDAS DE PROYECCIÓN ESCENARIO BASE

Especie	Información de Cosecha y Raleos							Estudio Actual
	Variables	2013	2014	2015	2016	2017	Promedio	
Pino radiata	Superficie de cosecha final (ha)	47.976	47.221	47.304	43.647	48.484		
	Rendimiento (m ³ /ha)	392	414	413	423	413		
	Edad promedio de cosecha (años)	22	22	22	22	22	22	24
	IMA (m ³ /ha/año)	18	18	19	19	19	18	18
<i>E. globulus</i>	Superficie de cosecha final (ha)	10.612	9.632	10.062	10.523	11.418		
	Rendimiento (m ³ /ha)	275	263	273	255	252		
	Edad promedio de cosecha (años)	12	12	14	14	14	13	13
	IMA (m ³ /ha/año)	23	21	20	18	19	20	14
<i>E. nitens</i>	Superficie de cosecha final (ha)	5.066	5.217	6.869	6.340	9.111		
	Rendimiento (m ³ /ha)	713	720	661	691	613		
	Edad promedio de cosecha (años)	15	16	17	16	17	16	17
	IMA (m ³ /ha/año)	46	46	40	42	37	42	34

Se observa que el estudio actual emplea valores cercanos a las cifras operativas de empresas, aunque con incrementos de menor magnitud. Esto considerando que las plantaciones en manos de medianos y pequeños propietarios muestran en general rendimientos más bajos, especialmente en el caso de los eucaliptos, lo que se aproxima bastante bien a lo esperado.



8. BALANCE OFERTA Y DEMANDA DE VOLUMEN EN EL ESCENARIO BASE

En los últimos años la superficie de plantaciones de pino radiata ha presentado una tendencia decreciente, disminución que se viene manifestando desde 1998, principalmente en el segmento de pequeños y medianos propietarios, presentando una disminución de 227.460 ha. Esta situación se acentuó con los daños de los grandes incendios del año 2017.

En este contexto, los resultados de la oferta de volumen disponible de pino radiata muestran un déficit en relación a la demanda proyectada por la industria para los próximos períodos. La reposición de las superficies afectadas por los incendios del 2017 solo se reflejará al final del horizonte de proyección, alcanzando los 27,7 millones de m³ssc (Figura N° 30).

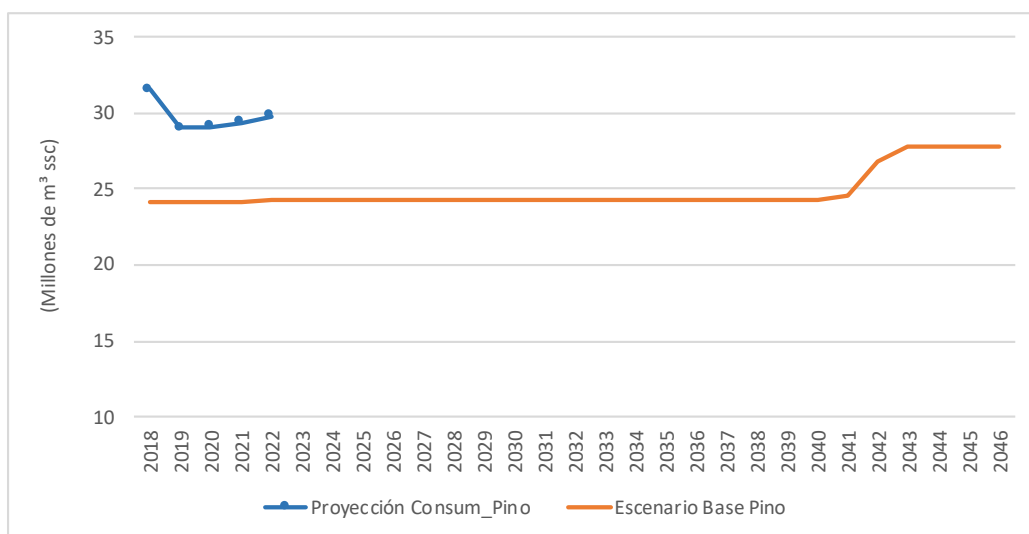


Figura N° 30

DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN TOTAL DE PINO EN EL ESCENARIO BASE Y DEMANDA PROYECTADA

La disponibilidad de madera para las especies *E. globulus* y *E. nitens* en forma conjunta, alcanza en forma estable los 19 millones de m³ssc en el horizonte de proyección.

En cuanto a la demanda proyectada, actualmente se presentan proyectos en desarrollo en relación a cambios de abastecimientos de especie (pino a eucaliptos) y a la construcción de nuevos complejos industriales, antecedentes que han sido considerados en este vector de demanda.

En este contexto, la oferta y demanda de volumen de madera en troza se presenta en forma ajustada en los próximos años (mediano y largo plazo) (Figura N° 31).

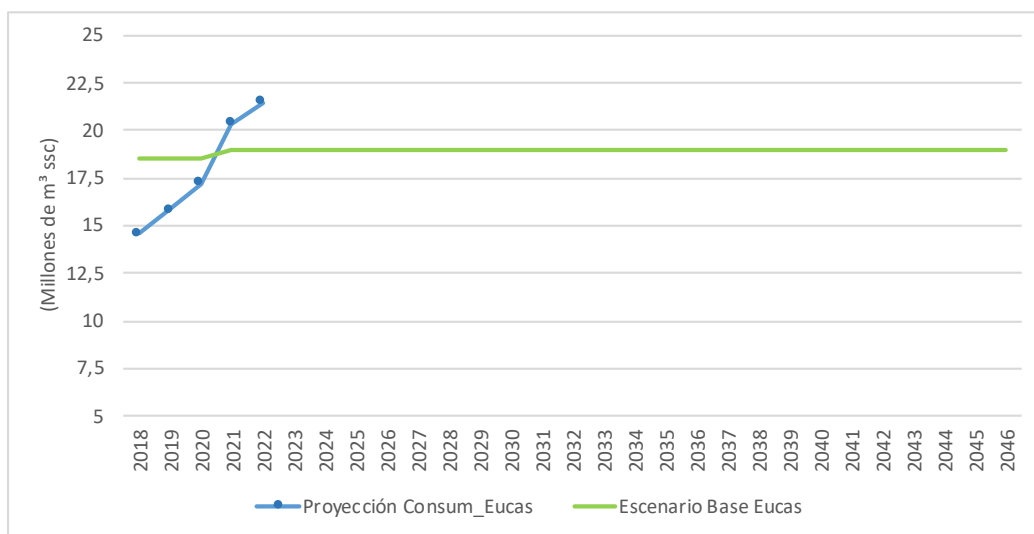


Figura N° 31
DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN TOTAL DE EUCALIPTOS EN EL ESCENARIO BASE
Y DEMANDA ROYECTADA

En resumen, el balance en cifras de disponibilidad proyectada de madera frente a la demanda proyectada por las empresas para el período 2017 a 2022 es el que se indica en los Cuadros N° 50, N° 51 y N° 52.

La demanda proyectada representa en realidad una expectativa de consumo por parte de las empresas siguiendo la tendencia de años anteriores, pero se aprecia claramente que el recurso no soporta esta demanda y por esta razón no se proyectó demanda hasta el fin del período de este estudio (2047), el consumo obviamente estará restringido a la disponibilidad del recurso.

Cuadro N° 50
BALANCE DISPONIBILIDAD PROYECTADA FRENTE A CONSUMO PROYECTADO POR LAS EMPRESAS
PINO RADIATA 2017 A 2022

Pino Radiata							
Año	Aserrable			Pulpable			Diferencia Total Pino
	Proy. Disponibilidad	Proy. Consumo	Diferencia	Proy. Disponibilidad	Proy. Consumo	Diferencia	
	(m³ ssc)			(m³ ssc)			(m³ ssc)
2017	16.422.384	18.975.102	-2.552.718	7.694.826	11.695.604	-4.000.778	-6.553.496
2018	16.509.421	19.147.687	-2.638.266	7.607.789	12.366.016	-4.758.227	-7.396.493
2019	16.423.414	19.039.214	-2.615.800	7.693.796	9.953.318	-2.259.522	-4.875.322
2020	16.556.640	19.040.214	-2.483.574	7.560.570	10.031.402	-2.470.832	-4.954.406
2021	16.425.924	19.300.214	-2.874.290	7.691.286	10.048.006	-2.356.720	-5.231.010
2022	16.594.454	19.720.214	-3.125.760	7.611.292	10.075.303	-2.464.011	-5.589.771

Cuadro N° 51
BALANCE DISPONIBILIDAD PROYECTADA FRENTE A CONSUMO PROYECTADO POR LAS EMPRESAS
EUCALIPTOS 2017 A 2022

Eucaliptos							
Año	<i>Eucalyptus globulus</i>			<i>Eucalyptus nitens</i>			Diferencia Total Eucaliptos (m³ ssc)
	Pulpable			Pulpable			
	Proy. Disponibilidad	Poy. Consumo	Diferencia	Proy. Disponibilidad	Proy. Consumo	Diferencia	
	(m³ ssc)			(m³ ssc)			
2017	9.020.618	6.560.133	2.460.485	9.526.134	7.902.448	1.623.686	4.084.171
2018	9.020.618	6.473.707	2.546.911	9.526.134	8.068.078	1.458.056	4.004.967
2019	9.020.618	6.885.963	2.134.655	9.526.134	8.918.407	607.727	2.742.382
2020	9.020.618	7.530.375	1.490.243	9.526.134	9.682.584	-156.450	1.333.793
2021	9.020.618	10.033.946	-1.013.328	9.990.200	10.290.567	-300.367	-1.313.695
2022	9.020.618	10.936.608	-1.915.990	9.990.200	10.515.542	-525.342	-2.441.332

Cuadro N° 52
BALANCE DISPONIBILIDAD PROYECTADA FRENTE A CONSUMO PROYECTADO POR LAS EMPRESAS
PINO RADIATA Y EUCALIPTOS 2017 A 2022

Año	Proy. Disponibilidad	Proy. Consumo	Diferencia
(m³ ssc/año)			
2017	42.663.962	45.133.287	-2.469.325
2018	42.663.962	46.055.488	-3.391.526
2019	42.663.962	44.796.902	-2.132.940
2020	42.663.962	46.284.575	-3.620.613
2021	43.128.028	49.672.733	-6.544.705
2022	43.216.564	51.247.667	-8.031.103
2023-2025	43.216.564		
2026-2028	43.216.564		
2029-2031	43.216.564		
2032-2034	43.216.564		
2035-2037	43.216.564		
2038-2040	43.216.564		
2041-2043	45.316.566		
2044-2046	46.714.112		

Se observa para el período un notorio déficit de madera de pino radiata tanto para aserrío como para pulpa. El consumo del año 2017 es el que realmente ocurrió y el déficit se cubrió con importantes volúmenes recuperados de las plantaciones afectadas por los incendios, pero con menor severidad de daños. Sin embargo, en adelante el déficit se mantendrá durante prácticamente todo el período de proyección del estudio (hasta 2047) iniciándose una recuperación en 2041.

En el caso de los eucaliptos empieza a aparecer un déficit de madera en 2020 para *Eucalyptus nitens* y en 2021 para *E. globulus*, sin embargo, este no es tal dado que en los años anteriores hay una importante sobreoferta de madera que cubre estos déficits proyectados y los de algunos años más. Por otra parte, una fracción de la demanda corresponde a exportación de astillas, la que puede ajustarse con relativa flexibilidad a la disponibilidad remanente.

En lo referente al balance total (Cuadro N° 52), incluyendo pino radiata y eucaliptos, se aprecia que habría un importante déficit de madera frente a la proyección de demanda efectuada por las empresas, no obstante, se reitera que el efecto real de este balance negativo puede ser menor debido por una parte a la sobreoferta que había de eucaliptos para el período 2017-2022 y, por otra, a que la demanda proyectada corresponde a una expectativa dado que seguía la tendencia de consumo sin considerar la restricción que impondrá la reducción del recurso disponible.

No obstante, está claro que no se podría alcanzar un nivel de consumo como el del año 2017 hasta el período 2041-2043, esto es en más de 20 años.



9. CONCLUSIONES

Las cifras de proyección de madera en pie en el escenario base muestran una disminución en la oferta de volumen total de madera futura, considerando la suma de las tres especies, de cerca de un 8 % respecto al estudio anterior.

En cuanto a pino radiata, se presenta una menor superficie de plantaciones en comparación al estudio anterior y en la proyección de esta, situación que se debe a diversos factores que suman su efecto, como algunos planes de reconversión que realizarán las empresas en los próximos años reforestando con especies nativas; cambio de especies que es una tendencia manifiesta en pequeños y medianos propietarios, que plantan eucaliptos o reforestan con eucaliptos después de cosechar pino radiata, motivados por las menores rotaciones; muy baja tasa de forestación en los últimos años debido al término de los incentivos estatales a esta; y evidentemente las pérdidas de plantaciones debidas a los grandes incendios forestales del año 2017.

Este último factor generó una pérdida de 157.771 ha, alterando los stocks del recurso en el período evaluado, disminuyendo de 28,9 a 24,2 millones de m³ la proyección de oferta de madera para los próximos años, respecto de la proyección anterior. Cualquier medida que se implemente para reponer esta superficie perdida se verá reflejada en un período no menor a 27 o 28 años.

Las superficies de plantaciones de *Eucalyptus globulus* y *E. nitens*, aumentaron en relación a la información base utilizada en el último estudio de disponibilidad.

En cuanto a *Eucalyptus globulus*, se registra un aumento de la superficie plantada, pero la oferta en volumen proyectada es inferior a la obtenida en el último estudio, reduciéndose de 10,6 a 9,0 millones de m³. Esto se debe a disminuciones de los rendimientos de estas plantaciones por daños provocados por el defoliador *Gonipterus platensis* y por la prolongada sequía en la zona central del país. El monitoreo de variables de estado de las plantaciones por parte de empresas permite estimar la disminución en los rendimientos por razones fitosanitarias y climáticas en un 20 a 30 % en comparación con el último estudio.

Respecto de *Eucalyptus nitens*, la oferta en volumen proyectada es mayor a la obtenida en el estudio anterior, subiendo de 7 a 9,9 millones de m³, oferta que se consolida en las regiones del Bio Bio a Los Lagos. Este aumento se explica principalmente por la mayor superficie plantada, siendo esta mayor en un 32 % (64.612 ha) que la del año 2010. Si se incorporan los efectos del mejoramiento genético (Escenario Genética), la oferta de volumen proyectado alcanza a 10,5 millones de m³.

El estudio muestra que lamentablemente el sector forestal muestra detenido su histórico crecimiento, declinando su consumo de materia prima y su producción a partir del año 2018, y que no podría recuperar su nivel en los próximos 20 años. Solo en el año 2041 habría nuevamente una disponibilidad de materia prima similar al consumo registrado en el año 2017.

No obstante, para que en 2041 se reinicie un crecimiento sostenido es necesario incrementar la tasa de plantación anual a la brevedad, cosa que las grandes empresas con seguridad

harán, además de recuperar las superficies quemadas, pero no así los pequeños y medianos propietarios, que sin una nueva legislación de fomento a la forestación no podrán continuar forestando y tampoco les será posible recuperar las casi 100 Mha perdidas en los incendios de 2017.

Se debe recordar que este segmento de pequeños y medianos propietarios representa el estrato no integrado en materia de producción, en el cual el negocio en general está representado solo por la venta de la madera de sus plantaciones, las que comúnmente son de menor rendimiento y calidad que las de los propietarios mayores, debido a brechas tecnológicas que cubren desde las plantas utilizadas inicialmente hasta el manejo de la plantación y su cosecha.

Este déficit de madera para los próximos años afectará a toda la producción forestal y en la industria forestal hay demandas que son más rígidas que otras. La industria de celulosa representa una demanda muy rígida dadas las grandes inversiones en sus plantas productoras de pulpa química, principal producto exportado por el sector forestal, en consecuencia, se verá obligada a desplegar grandes esfuerzos para lograr niveles de abastecimiento lo más cercanos posibles a su capacidad instalada y con seguridad deberá recurrir a las disponibilidades de madera aserrada de las categorías más bajas y a comprar astillas a quienes están en el rubro de exportación de esta materia prima. Esto evidentemente involucrará un incremento en los costos de producción de esta industria.

La industria de tableros y chapas, también con importantes inversiones en sus plantas, estará en una situación semejante, aunque indudablemente sus demandas son menores.

En cuanto a la industria del aserrío, esta se verá afectada por la menor disponibilidad de materia prima, limitación que se hará más aguda por el desplazamiento de madera aserrable hacia la industria de celulosa y posiblemente hacia la de tableros y chapas. Bajo estas circunstancias la industria de aserrío evidenciará un claro decrecimiento.

Cabe esperar que la pyme forestal se vea, al menos inicialmente, beneficiada por mayores precios de venta de su madera, pero no será así con la pyme maderera que por disponibilidad y precios de la madera verá seriamente limitado su abastecimiento y muy probablemente este segmento experimentará una reducción en su nivel de operación.

RECONOCIMIENTOS

La Subsecretaría de Agricultura y el Instituto Forestal agradecen en primer lugar al Fondo de Inversión Estratégica (FIE), del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que financió durante los años 2017 y 2018 la ejecución de este estudio.

Se agradece también la cooperación de organizaciones del sector público y del sector privado que participaron activamente en facilitar, analizar y validar la información presentada a través de las instancias de participación del proyecto, lográndose así representar de mejor forma la marcha del sector forestal y sus escenarios. En este ámbito, se agradece a MASISA SA, CORMA, Forestal Tierra Chilena Ltda., CMPC Celulosa; CAMBIUM SA, Forestal Los Lagos, ARAUCO, COMACO, PYMEMAD, Forestal Anchile, CONAF, Bosques Cautín; Programa de Madera de Alto Valor (PEMM) de CORFO y a representantes de los Ministerios de Economía y de Agricultura.

El equipo de trabajo agradece igualmente los aportes del Sr. Mauricio Ruiz-Tagle, asesor informático del modelo de proyección, por su experiencia y visión para este tipo de estudios.

REFERENCIAS

CONAF, 2011. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Corporación Nacional Forestal. En línea: <http://sit.conaf.cl/exp/ficha.php>. (Consulta 18 de enero 2018).

CONAF, 2017. Sistema de Información Territorial. Santiago, Chile. SIT-CONAF. Corporación Nacional Forestal. Disponible en: <https://sit.conaf.cl/>.

INFOR, 1999. Disponibilidad de Madera de Plantaciones de Pino Radiata en Chile: 1998-2027. Informe Técnico N° 142, enero 1999. Instituto Forestal - CORFO. 45p.

INFOR, 2005. Disponibilidad de Madera de Plantaciones de Pino Radiata en Chile: 2003-2032. Informe Técnico N° 170, julio 2005. Instituto Forestal – MINAGRI. 103 p.

INFOR, 2007. Disponibilidad de Madera de Eucalyptus en Chile: 2006 - 2025. Informe Técnico N° 173, febrero 2007. Instituto Forestal – MINAGRI. 57p.

INFOR, 2013. Disponibilidad de Madera de Plantaciones de Pino Radiata y Eucalipto (2010-2040). Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 194. P. 77.

INFOR, 2017. Anuario Forestal 2017. Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico N° 159. P. 168.

INFOR, 2018. Anuario Forestal 2018. Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico N° 163. P. 170.

INFOR, 2018a . Los Recursos Forestales de Chile 2017. En: <https://ifn.infor.cl/>. Instituto Forestal, Chile.



APÉNDICES

Apéndice 1

CONSUMO DE MADERA EN TROZA DE PINO RADIATA Y EUCALIPTOS, POR RUBRO INDUSTRIAL 1990 – 2017

AÑO	PINO RADIATA									
	TOTAL	PULPA MECÁNICA	PULPA QUÍMICA (1)	MADERA ASERRADA	TABLETROS Y CHAPAS	TROZAS ASERRABLES EXPORTACIÓN	TROZAS PULPABLES EXPORTACIÓN	ASTILLAS	OTROS (2)	
1990	10.717,7	413,7	2.023,4	6.000,3	456,6	1.030,4	234,9	386,6	171,8	
1991	11.374,0	472,3	2.917,3	5.822,5	449,7	751,1	312,8	504,6	143,7	
1992	14.007,1	499,8	5.718,3	5.426,5	607,5	1.029,0	161,9	446,7	251,0	
1993	14.625,9	463,4	5.465,2	5.635,3	607,5	1.390,3	62,1	711,8	290,3	
1994	16.005,6	500,6	5.976,9	6.182,2	642,3	1.549,5	121,7	701,6	330,8	
1995	18.547,7	755,4	6.253,0	7.403,1	722,3	1.664,5	274,4	1.158,9	316,1	
1996	17.995,1	523,8	5.998,1	7.852,4	634,6	1.391,2	131,7	1.111,3	352,0	
1997	18.369,1	525,8	5.773,1	8.925,5	620,2	1.436,1	105,1	658,8	324,5	
1998	16.409,2	577,2	5.654,0	8.469,9	643,4	221,3	115,5	511,7	216,2	
1999	17.739,2	634,6	5.281,0	9.700,7	730,8	395,2	95,7	389,4	511,8	
2000	18.806,3	763,8	5.732,9	10.618,3	809,6	64,0	94,9	276,3	446,5	
2001	20.384,6	1.012,2	6.441,3	11.287,6	954,7	38,8	117,5	162,0	370,5	
2002	20.187,8	852,4	5.268,4	11.999,4	1.192,8	139,1	136,9	158,7	440,1	
2003	22.087,5	814,6	5.992,4	13.143,7	1.325,5	25,0	148,0	229,4	408,9	
2004	25.801,6	1.286,9	7.277,7	14.911,0	1.584,7	68,0	116,9	108,2	448,2	
2005	25.729,1	1.206,2	6.775,2	15.400,9	1.775,4	1,6	62,5	44,3	463,0	
2006	25.539,4	1.201,8	5.782,1	16.092,0	2.095,9	-	31,3	5,4	330,9	
2007	27.495,0	1.291,9	8.301,5	15.342,2	2.189,4	8,0	5,8	29,2	327,0	
2008	26.952,6	1.303,5	8.916,5	13.369,6	2.830,0	-	-	230,0	303,0	
2009	24.752,9	1.378,4	8.929,1	10.899,9	3.039,9	0,1	-	266,3	237,1	
2010	22.888,9	1.252,8	6.337,6	11.638,3	3.045,1	0,1	0,6	309,0	305,4	
2011	26.211,7	829,3	8.541,8	12.627,9	3.450,2	40,8	0,2	358,9	362,6	
2012	26.420,8	1.200,8	8.119,3	13.199,8	3.048,3	3,9	-	466,3	382,3	
2013	28.864,6	911,9	9.261,4	14.493,0	3.360,2	7,1	-	453,8	377,1	
2014	30.286,5	568,7	9.764,0	15.054,8	4.029,7	23,5	-	485,7	340,2	
2015	30.688,5	808,8	8.949,0	15.766,8	4.317,6	3,0	-	557,5	285,8	
2016	30.847,0	748,1	8.859,8	16.052,5	4.417,1	25,7	-	425,1	318,7	
2017	30.670,7	737,9	9.214,0	15.580,6	3.998,6	99,8	-	696,3	343,5	

AÑO	EUCALIPTO										ASTILLAS	OTROS (2)
	TOTAL	PULPA MECÁNICA	PULPA QUÍMICA (1)	MADERA ASERRADA	TABLEROS Y CHAPAS (miles de m ³ ssc)	TROZAS ASERRABLES EXPORTACIÓN	TROZAS PULPABLES EXPORTACIÓN	TROZAS ASERRABLES EXPORTACIÓN	TROZAS PULPABLES EXPORTACIÓN	TROZAS ASERRABLES EXPORTACIÓN		
1990	1.150,1	-	158,3	86,9	17,9	0,2	343,8	543,0	-	-	-	-
1991	2.610,1	-	810,1	129,5	25,2	-	268,6	1.376,7	-	-	-	-
1992	1.820,1	-	767,8	114,1	19,4	-	82,2	836,6	-	-	-	-
1993	1.734,3	-	740,9	104,3	20,2	0,1	92,9	775,9	-	-	-	-
1994	1.929,6	1,6	739,8	86,8	23,5	5,7	151,4	920,8	-	-	-	-
1995	2.214,3	1,6	951,0	52,8	22,8	-	224,0	962,1	-	-	-	-
1996	1.799,4	-	837,4	43,8	18,9	-	73,1	826,2	-	-	-	-
1997	2.024,8	-	921,1	32,5	22,1	-	146,6	902,5	-	-	-	-
1998	2.368,0	-	1.175,0	22,1	20,8	-	70,1	1.080,0	-	-	-	-
1999	3.306,3	-	1.360,0	19,0	17,0	0,1	412,5	1.489,6	8,1	-	-	8,1
2000	3.987,2	-	1.548,8	22,1	17,9	0,8	505,4	1.888,8	3,4	-	-	3,4
2001	3.974,6	-	1.205,3	17,2	13,6	-	347,0	2.385,8	5,7	-	-	5,7
2002	4.388,7	-	1.835,9	14,2	10,8	-	233,5	2.289,6	4,7	-	-	4,7
2003	4.596,1	-	1.737,7	12,0	10,4	-	120,6	2.713,6	1,8	-	-	1,8
2004	5.341,2	6,0	2.641,1	11,3	6,9	-	81,3	2.590,0	4,6	-	-	4,6
2005	5.946,7	92,2	2.805,1	25,0	10,0	0,1	16,0	2.989,1	9,2	-	-	9,2
2006	6.769,5	82,5	3.339,0	33,0	1,2	0,1	16,2	3.282,4	15,1	-	-	15,1
2007	10.057,7	-	6.188,2	25,8	1,8	-	0,2	3.824,0	17,7	-	-	17,7
2008	12.055,1	-	6.749,2	6,7	285,7	-	-	5.007,7	5,9	-	-	5,9
2009	10.909,9	-	6.290,5	6,8	152,9	0,8	0,1	4.454,7	4,2	-	-	4,2
2010	10.879,6	21,8	5.147,2	6,0	329,1	2,0	23,8	5.346,7	3,0	-	-	3,0
2011	12.209,2	-	6.203,5	4,7	273,6	1,4	-	5.721,8	4,0	-	-	4,0
2012	11.826,4	13,6	6.220,3	9,8	335,2	1,5	-	5.237,1	8,9	-	-	8,9
2013	11.447,5	-	6.365,8	10,7	403,8	0,2	-	4.659,4	7,7	-	-	7,7
2014	11.635,3	-	6.407,9	12,1	302,7	4,0	-	4.902,0	6,6	-	-	6,6
2015	12.096,3	-	6.995,8	26,1	278,0	21,2	-	4.771,8	3,3	-	-	3,3
2016	13.018,9	-	6.305,0	19,8	277,1	14,0	-	6.400,8	2,1	-	-	2,1
2017	14.475,4	-	7.275,0	15,9	300,7	40,6	-	6.840,5	2,6	-	-	2,6

(Fuente: INFOR, 2018)

(1) No incluye el consumo de astillas provenientes de aserradero.

(2) Incluye trozos para postes y polines; cajas y cajones; pallets; bins y madera hilada. El consumo de trozos para postes y polines comienza a registrarse a partir de 1999. A partir del año 2015 los trozos para "Otros productos" (trozos de bobinables para cajas y cajones, bins y madera hilada) se incluyen en tableros y chapas.

Apéndice 2

EVOLUCIÓN DE LAS TASAS ANUALES DE FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN PARA EL PERÍODO 2000 – 2016

Años	Forestación		Reforestación	
	<i>Pinus radiata</i>	<i>Eucalyptus</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Eucalyptus</i>
(ha)				
2000	16.453	23.173	42.958	13.607
2001	14.884	22.739	33.548	15.806
2002	15.183	19.689	23.890	16.785
2003	17.137	31.029	41.077	18.623
2004	18.067	32.657	43.494	19.374
2005	22.171	40.693	38.148	15.530
2006	19.179	40.256	32.750	18.754
2007	22.922	24.927	41.394	18.703
2008	15.058	11.433	48.134	23.073
2009	12.783	12.895	36.521	25.222
2010	7.553	10.769	44.838	26.510
2011	8.902	10.499	42.634	31.265
2012	7.804	8.308	45.061	40.044
2013	3.136	3.086	48.255	39.922
2014	2.053	2.009	46.091	48.065
2015	1.366	1.151	46.369	40.765
2016	1.312	707	53.586	42.082

(Fuente: INFOR, 2018)

Apéndice 3

SUPERFICIE TOTAL NACIONAL DE PLANTACIONES POR ESPECIE, EDAD Y RÉGIMEN DE MANEJO

Edad	Pino radiata			<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Total
	Pulpable 1	Aserrable 2 y 3	Podados 7 al 10	11	12	
	(ha)					
1	6.716	13.189	25.206	28.436	13.750	87.297
2	6.495	11.131	25.985	33.308	16.220	93.139
3	5.760	12.197	22.814	29.676	14.215	84.662
4	14.911	12.847	16.282	28.680	17.117	89.837
5	16.624	10.347	16.592	33.639	17.485	94.687
6	10.962	9.522	20.883	26.926	18.415	86.708
7	10.384	12.485	26.335	29.826	19.080	98.110
8	10.320	11.735	26.930	34.696	23.041	106.722
9	8.664	11.915	31.336	30.395	21.594	103.904
10	10.235	14.575	29.814	37.147	16.551	108.322
11	13.791	16.604	27.739	41.054	14.489	113.677
12	17.892	14.807	25.918	48.009	11.613	118.239
13	15.183	13.065	25.867	28.868	7.379	90.362
14	12.771	13.675	24.549	23.572	6.409	80.976
15	8.847	10.275	22.941	18.078	5.197	65.338
16	9.894	10.353	18.398	15.729	4.931	59.305
17	9.864	15.093	25.987	20.085	7.391	78.420
18	9.675	10.074	26.374	7.160	4.955	58.238
19	9.556	12.550	28.843	8.006	7.697	66.652
20	10.577	16.581	26.311	5.631	5.129	64.229
21	7.686	11.957	33.664	3.203	5.011	61.521
22	8.636	13.139	27.637	3.572	3.015	55.999
23	5.954	8.124	16.362	3.162	3.098	36.700
24	4.798	7.046	11.288	2.802	2.111	28.045
25	3.457	6.019	8.781	4.722	1.764	24.743
26	3.896	5.813	6.689	0	0	16.398
27	4.528	4.552	6.033	0	0	15.113
28	2.234	3.100	2.990	0	0	8.324
29	2.353	2.532	2.172	0	0	7.057
30	10.463	6.383	6.316	0	0	23.162
Total	273.126	321.685	617.036	546.382	267.657	2.025.886

(Fuente: Elaboración propia basada en INFOR, 2018)

Apéndice 4

SUPERFICIE REGIONAL DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y EDAD

REGIÓN DE VALPARAÍSO

Edad	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	Total
	(ha)		
1	0	1.571	1.571
2	0	1.017	1.017
3	8	1.486	1.494
4	18	1.066	1.084
5	17	2.230	2.247
6	63	2.030	2.093
7	143	3.061	3.204
8	87	2.057	2.144
9	86	1.041	1.127
10	225	2.261	2.486
11	67	2.851	2.918
12	132	2.644	2.776
13	50	3.095	3.145
14	236	1.983	2.219
15	224	1.480	1.704
16	304	1.668	1.972
17	472	2.963	3.435
18	168	522	690
19	467	274	741
20	164	324	488
21	83	236	319
22	452	283	735
23	385	297	682
24	153	408	561
25	139	359	498
26	371	0	371
27	356	0	356
28	246	0	246
29	123	0	123
30	966	0	966
Total	6.205	37.207	43.412

(Fuente: Elaboración propia en base a INFOR, 2018a)

REGIÓN METROPOLITANA

Edad	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	Total
	(ha)		
1	0	217	217
2	0	465	465
3	0	222	222
4	0	255	255
5	0	253	253
6	0	309	309
7	0	173	173
8	0	317	317
9	0	774	774
10	0	237	237
11	0	194	194
12	0	236	236
13	0	140	140
14	0	247	247
15	0	124	124
16	3	256	259
17	0	139	139
18	0	15	15
19	0	99	99
20	0	23	23
21	0	31	31
22	0	12	12
23	0	13	13
24	10	0	10
25	4	10	14
Total	17	4.761	4.778

(Fuente: Elaboración propia en base a INFOR, 2018a)

REGIÓN DE O'HIGGINS

Edad	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	Total
	(ha)		
1	1.103	871	1.974
2	554	697	1.251
3	1.352	1.392	2.744
4	2.601	2.005	4.606
5	2.083	2.477	4.560
6	1.746	1.683	3.429
7	3.644	2.768	6.412
8	1.764	3.890	5.654
9	528	3.070	3.598
10	585	2.346	2.931
11	894	2.434	3.328
12	2.025	4.415	6.440
13	1.848	2.549	4.397
14	2.619	2.148	4.767
15	1.682	1.692	3.374
16	2.422	849	3.271
17	4.925	2.028	6.953
18	1.444	108	1.552
19	3.947	779	4.726
20	1.001	95	1.096
21	123	32	155
22	2.487	287	2.774
23	1.831	395	2.226
24	1.712	272	1.984
25	706	333	1.039
26	588	0	588
27	1.487	0	1.487
28	199	0	199
29	140	0	140
30	1.358	0	1.358
Total	49.398	39.615	89.013

(Fuente: Elaboración propia en base a INFOR, 2018a)

REGIÓN DEL MAULE

Edad	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Total
	(ha)			
1	9.999	590	0	10.589
2	9.348	1.125	9	10.482
3	9.795	2.325	651	12.771
4	7.947	1.093	266	9.306
5	8.119	2.083	358	10.560
6	7.316	1.404	363	9.083
7	8.343	1.160	239	9.742
8	8.944	2.368	36	11.348
9	9.049	2.217	45	11.311
10	12.456	3.425	186	16.067
11	15.130	2.828	111	18.069
12	14.800	6.998	1	21.799
13	14.443	2.694	67	17.204
14	10.325	2.127	0	12.452
15	10.350	1.084	22	11.456
16	9.458	545	0	10.003
17	9.404	474	0	9.878
18	11.812	129	0	11.941
19	9.201	248	0	9.449
20	13.177	265	0	13.442
21	10.886	150	120	11.156
22	9.048	265	19	9.332
23	7.054	351	36	7.441
24	5.052	439	0	5.491
25	3.913	393	0	4.306
26	3.277	0	0	3.277
27	2.835	0	0	2.835
28	1.953	0	0	1.953
29	1.788	0	0	1.788
30	4.926	0	0	4.926
Total	260.148	36.780	2.529	299.457

(Fuente: Elaboración propia en base a INFOR, 2018a)

REGIÓN DEL BIO BIO

Edad	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Total
	(ha)			
1	20.692	15.543	5.359	41.594
2	18.702	16.741	6.766	42.209
3	16.665	16.389	6.380	39.434
4	19.767	15.614	8.487	43.868
5	20.289	14.908	9.317	44.514
6	18.795	11.858	9.476	40.129
7	22.746	9.447	7.890	40.083
8	24.090	12.718	10.225	47.033
9	26.990	9.476	10.734	47.200
10	26.265	18.075	5.107	49.447
11	25.862	16.780	5.242	47.884
12	25.873	14.904	2.740	43.517
13	24.610	11.497	2.087	38.194
14	26.773	10.060	1.497	38.330
15	20.060	8.108	1.607	29.775
16	16.963	7.580	703	25.246
17	23.764	6.020	1.801	31.585
18	21.782	3.592	602	25.976
19	24.321	2.620	2.056	28.997
20	24.413	2.246	1.529	28.188
21	26.841	1.339	1.180	29.360
22	20.226	1.396	570	22.192
23	9.779	921	818	11.518
24	5.329	767	552	6.648
25	3.233	1.405	954	5.592
26	4.049	0	0	4.049
27	4.276	0	0	4.276
28	2.792	0	0	2.792
29	2.189	0	0	2.189
30	7.944	0	0	7.944
Total	536.080	230.004	103.679	869.763

(Fuente: Elaboración propia en base a INFOR, 2018a)

REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

Edad	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Total
	(ha)			
1	10.520	7.764	3.829	22.113
2	12.696	10.166	4.665	27.527
3	8.938	6.695	4.524	20.157
4	9.520	6.501	4.286	20.307
5	9.364	9.380	3.348	22.092
6	8.738	7.521	4.609	20.868
7	9.807	10.074	5.696	25.577
8	8.619	10.171	6.095	24.885
9	10.194	11.793	3.132	25.119
10	11.150	9.388	2.254	22.792
11	11.981	14.568	1.840	28.389
12	12.384	17.256	2.989	32.629
13	10.109	6.890	1.059	18.058
14	7.624	5.342	1.685	14.651
15	7.457	3.793	731	11.981
16	7.388	3.396	1.253	12.037
17	9.044	5.212	1.432	15.688
18	8.033	1.479	1.284	10.796
19	9.697	2.379	2.293	14.369
20	10.761	1.770	2.239	14.770
21	10.444	755	2.032	13.231
22	13.509	990	628	15.127
23	7.709	478	1.138	9.325
24	6.595	540	760	7.895
25	5.860	789	433	7.082
26	4.606	0	0	4.606
27	3.446	0	0	3.446
28	1.564	0	0	1.564
29	1.061	0	0	1.061
30	4.194	0	0	4.194
Total	253.012	155.090	64.234	472.336

(Fuente: Elaboración propia en base a INFOR, 2018a)

REGIÓN DE LOS RÍOS

Edad	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Total
	(ha)			
1	2.201	399	3.884	6.484
2	2.104	1.302	3.202	6.608
3	3.798	202	2.026	6.026
4	3.865	606	2.882	7.353
5	3.511	378	3.130	7.019
6	4.483	301	2.653	7.437
7	4.228	643	3.457	8.328
8	4.633	611	4.149	9.393
9	4.100	415	3.541	8.056
10	3.570	559	3.559	7.688
11	3.286	1.016	4.801	9.103
12	2.704	717	3.846	7.267
13	2.458	1.263	2.844	6.565
14	2.857	1.321	2.454	6.632
15	2.053	1.223	1.870	5.146
16	1.998	1.000	2.053	5.051
17	3.115	2.197	3.273	8.585
18	2.797	1.108	2.767	6.672
19	2.935	1.109	1.993	6.037
20	3.364	424	1.204	4.992
21	3.953	320	1.504	5.777
22	2.155	107	710	2.972
23	2.981	577	386	3.944
24	3.452	343	351	4.146
25	3.625	1.274	280	5.179
26	3.417	0	0	3.417
27	2.441	0	0	2.441
28	1.543	0	0	1.543
29	1.737	0	0	1.737
30	3.174	0	0	3.174
Total	92.538	19.415	62.819	174.772

(Fuente: Elaboración propia en base a INFOR, 2018a)

REGIÓN DE LOS LAGOS

Edad	Pino radiata	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Total
	(ha)			
1	597	1.481	678	2.756
2	207	1.796	1.577	3.580
3	216	964	635	1.815
4	323	1.541	1.196	3.060
5	180	1.932	1.332	3.444
6	226	1.819	1.314	3.359
7	293	2.500	1.799	4.592
8	848	2.564	2.536	5.948
9	968	1.609	4.141	6.718
10	372	855	5.445	6.672
11	913	384	2.495	3.792
12	699	841	2.037	3.577
13	596	740	1.323	2.659
14	558	344	773	1.675
15	237	573	966	1.776
16	108	435	922	1.465
17	220	1.050	885	2.155
18	86	207	302	595
19	381	499	1.356	2.236
20	589	485	157	1.231
21	978	340	174	1.492
22	1.535	232	1.088	2.855
23	701	128	720	1.549
24	829	32	448	1.309
25	777	159	97	1.033
26	91	0	0	91
27	272	0	0	272
28	27	0	0	27
29	20	0	0	20
30	602	0	0	602
Total	14.449	23.510	34.396	72.355

(Fuente: Elaboración propia en base a INFOR, 2018a)

Apéndice 5

DESCRIPCIÓN MATEMÁTICA DEL MODELO DE OFERTA MODELO DISPONIBILIDAD PINO Y EUCALIPTO

Descripción de las variables del modelo de programación lineal

- $X_{przsmij}$: Superficie [ha] de plantaciones del propietario p , en la región r , en la zona de crecimiento z , clase de sitio s , esquema de manejo m , plantada en el periodo i y cosechada en el periodo j .
- W_{przsmi} : Superficie [ha] de plantaciones del propietario p , en la región r , en la zona de crecimiento z , clase de sitio s , esquema de manejo m , plantada en el periodo i que queda como inventario final (no es cosechada dentro del horizonte de planificación).
- S_{rzsmj} : Superficie total [ha] de plantaciones en la región r , en la zona de crecimiento z , clase de sitio s , esquema de manejo m , que es cosechada en el periodo j .
- F_{przsmj} : Superficie [ha] a forestar por el propietario p , en la región r , en zona de crecimiento z , clase de sitio s , estableciendo una plantación en el periodo j con esquema de manejo m .
- F_{prj} : Superficie [ha] a forestar por el propietario p , en la región r , estableciendo una plantación en el periodo j .
- V_{prmkj} : Volumen [m^3] de producto k obtenido por corta final, en el periodo j , en la región r , proveniente de una plantación con esquema de manejo m perteneciente a un propietario del tipo p .
- O_{rkj} : Volumen total [m^3] de producto k , obtenido por corta final en el periodo j , en la región r .
- D_{rkj} : Volumen total [m^3] de producto k , demandado por corta final en el periodo j , en la región r .
- R_{rmj} : Volumen [m^3] de producto *pulpable* obtenido por raleo comercial, en el periodo j , en la región r , proveniente de una plantación con esquema de manejo m .
- $TRAN_{przsm1m2t}$: Superficie de cambio de especie, de un propietario p , en la región r , en zona z , en sitio s que tenía un manejo $m1$ y pasa a manejo $m2$ en el periodo t . Donde a través del manejo se puede especificar el tipo de especie (manejo 11 corresponde a *E. globulus* y manejo 12 a *E. nitens*).
- CP_{rzsmt} : Superficie que se reconvierte de plantaciones, se cosecha y se deja sin reforestar en una región r , en zona z , sitio s , en un manejo m y en el período t .

Descripción de las variables del modelo de programación lineal

V_{kzsm_e} :	Rendimiento [m^3/ha] de producto k , por corta final de una plantación en zona de crecimiento z , clase de sitio s , esquema de manejo m , que es cosechada a la edad de e periodos. Este coeficiente esta corregido por el efecto de las plagas, cosecha, técnicas de establecimiento y genética.
r_{zsm_e} :	Rendimiento [m^3/ha] de producto pulpable, por raleo comercial de una plantación en zona de crecimiento z , clase de sitio s , esquema de manejo m , que es intervenida a la edad de e periodos.
SUP_{przsm_i} :	Coficiente RHS del modelo, correspondiente a la superficie [ha] de plantaciones en el inventario inicial del propietario p , en la región r , en la zona de crecimiento z , clase de sitio s , esquema de manejo m , plantada en el periodo i .
$COS_{m,p}$:	Coficientes que determinan edades de cosecha según esquema de manejo m , tipo de propietario p .
FOR_{prj} :	Coficiente RHS del modelo, correspondiente a la superficie [ha] disponible para forestación del propietario p , en la región r , en el periodo j .
$SMIN_{mi}$:	Coficiente RHS del modelo, correspondiente a la superficie [ha] mínima exigida para plantaciones del periodo i , con esquema de manejo m en el inventario final.
$DDA_{sp,t}$:	Vector de demanda proyectado por especie sp (en caso de pino se detalla a nivel de Pulpable y Aserrable) para el periodo de tiempo proyectado t .
$CAMBIO_{przsm1m2}$:	Superficie de cambio de especie para el propietario p , en la región r , en zona z , desde en el manejo actual $m1$ al manejo futuro $m2$.
$CONVER_{rzm}$:	Superficie de que se deja de forestar en una región r , en zona z , del manejo m .

Formulación del problema lineal

Función objetivo

$$MAX Z = \sum_{k=1}^{11} v_{kzsm(j-i)} * \sum_{p=1}^4 \sum_{r=5}^{14} \sum_{a=1}^3 X_{przsmij}$$

Restricciones

- Restricción de inventario inicial

$$Al_{przsmi} \sum_{j=0}^{30} X_{przsmij} + W_{przsmij} = SUP_{przsmi}$$

$p = 1, \dots, 4; z = 1, \dots, 9;$
 $r = 5, \dots, 14; m = 1, \dots, 12;$
 $s = 1, \dots, 4; i = -10, \dots, -1;$

- Cuantificación de superficie cosechada

$$SC_{rzsmj} \sum_{p=1}^4 \sum_{j=0}^{30} X_{przsmij} - S_{rzsmj} = 0$$

$r = 5, \dots, 14; z = 1, \dots, 9;$
 $s = 1, \dots, 4; m = 1, \dots, 12;$
 $i = -10, \dots, 3;$

- Cuantificación de volumen de corta final

$$VC_{rzmkj} \sum_{z=1}^9 \sum_{s=1}^4 \sum_{i=-10}^3 (v_{kzsm(j-i)} * \sum_{p=1}^4 X_{przsmij}) - V_{prmkj} = 0$$

$r = 5, \dots, 14; m = 1, \dots, 12;$
 $k = 1, \dots, 11; j = 0, \dots, 30;$

- Cuantificación de volumen de raleo

$$VR_{rzmj} \sum_{z=1}^9 \sum_{s=1}^4 \sum_{i=-10}^3 (vr_{zsmr(j-i)} * \sum_{p=1}^4 X_{przsmij}) - VRAL_{prmkj} = 0$$

$r = 5, \dots, 14; mr = 2, \dots, 10;$
 $k = 1, \dots, 11; j = 0, \dots, 30;$

- Reforestación (continuidad del inventario)

$$RF_{przsmj}) \sum_i^T X_{przsmij} + F_{przsmj} + \sum_i^{10} TRAN_{m2} - \sum_i^{10} CP_i - \sum_i^{10} TRAN_{m1} - \sum_{l=j+6}^9 X_{przsmjl} - W_{przsmj} = 0$$

$$p = 1, \dots, 4; z = 1, \dots, 9;$$

$$r = 5, \dots, 14; m = 1, \dots, 12;$$

$$s = 1, \dots, 4; j = 0, \dots, 30;$$

$$c = 1, \dots, 6$$

- Superficie disponible para forestación

$$FT_{prj}) F_{prj} \leq FOR_{prj}$$

$$p = 1, \dots, 4; r = 5, \dots, 14;$$

$$j = 0, \dots, 30;$$

- Cuantificación de superficie forestada

$$FB_{prj}) F_{prj} - \sum_{z=1}^9 \sum_{s=1}^4 \sum_{m=1}^{12} F_{przsmj} = 0$$

$$p = 1, \dots, 4; r = 5, \dots, 14;$$

$$j = 0, \dots, 30;$$

- Cuantificación de oferta total

$$VT_{rkj}) \sum_{p=1}^4 \sum_{m=1}^{12} V_{prmkj} - O_{rkj} = 0$$

$$r = 5, \dots, 14; k = 1, \dots, 11;$$

$$j = 0, \dots, 30;$$

- Superficie mínima por clase de edad en inventario final

$$IF_{mi}) \sum_{p=1}^4 \sum_{r=5}^{10} \sum_{z=1}^9 \sum_{s=1}^4 W_{przsmi} \geq SMIN_{mi}$$

$$m = 1, \dots, 12; i = 0, \dots, 30;$$

- Demanda

$$ND_j) \sum_{r=5}^{10} \sum_{k=1}^{11} O_{rkj} - \sum_{r=5}^{10} \sum_{k=1}^{11} D_{rkj} \geq 0$$

- Oferta total no decreciente en el tiempo

$$ND_j) \sum_{r=5}^{10} \sum_{k=1}^{11} O_{rkj} - \sum_{r=5}^{10} \sum_{k=1}^{11} O_{rk(j-1)} \geq 0$$

$j = 1, \dots, 30;$

- Reconversión de plantaciones

$$RCP) CONVER_{rzm} - \sum_{s=1}^4 \sum_{t=0}^{10} CP_{przsmt} = 0$$

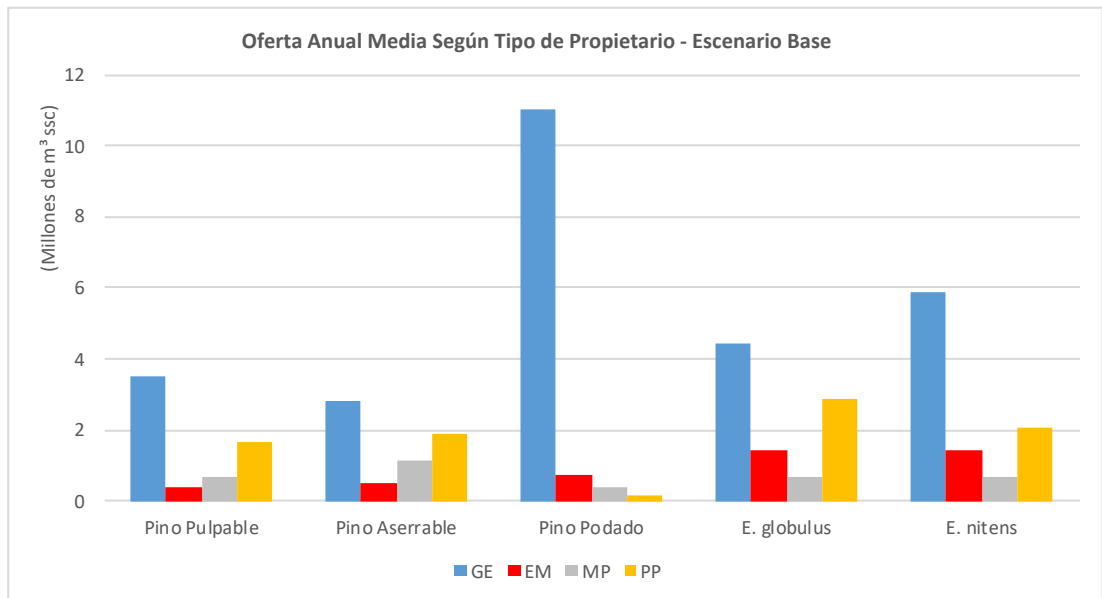
- Cambio de Especies

$$CSP_j) CAMBIO_{przm1m2} - \sum_{s=1}^4 \sum_{t=0}^{10} TRAN_{przsm1m2t} = 0$$

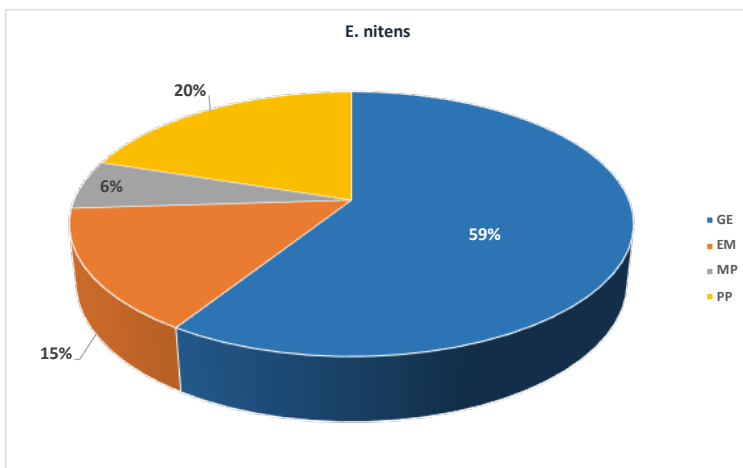
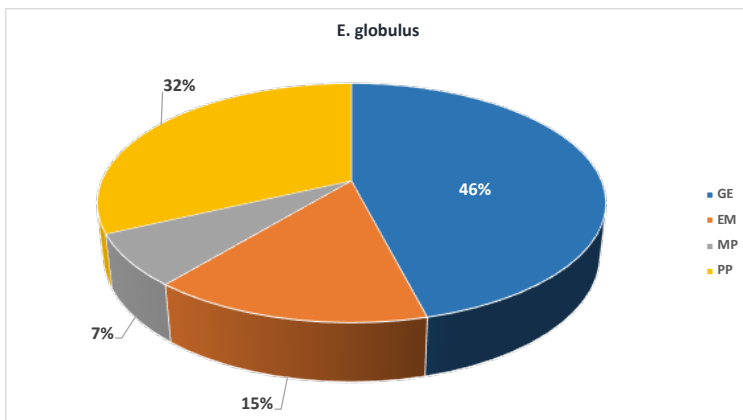
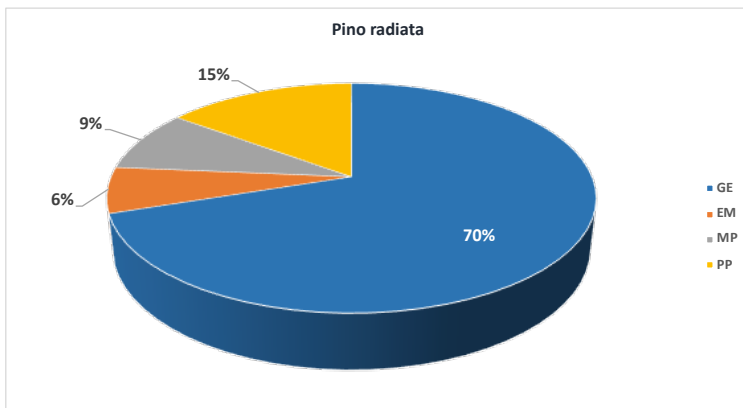
Apéndice 6

DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL POR TIPO DE PROPIETARIO Y PRODUCTO SEGÚN ESPECIE PARA EL ESCENARIO BASE

Tipo de Propietario	Pino Pulpable	Pino Aserrable	Pino Podado	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>
	(m ³ ssc)				
Grandes Empresas (GE)	3.505.578	2.823.302	11.046.176	4.424.754	5.872.017
Empresas Medianas (EM)	358.956	510.923	731.382	1.395.612	1.440.342
Medianos Propietarios (MP)	682.332	1.115.746	372.254	680.863	658.205
Pequeños Propietarios (PP)	1.666.367	1.861.770	171.203	2.849.876	2.068.962



PROPORCIÓN DEL VOLUMEN PROMEDIO SEGÚN SEGMENTO DE PROPIETARIOS PARA EL ESCENARIO BASE



**DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL PARA EL CONJUNTO DE ESPECIES POR TIPO DE PROPIETARIO
PARA EL ESCENARIO BASE**

Período	GE	EM	MP	PP	Total
	(m³ ssc/año)				
2017-2019	24.572.731	3.379.500	4.648.840	10.062.890	42.663.961
2020-2022	25.548.587	4.274.651	2.934.229	10.245.384	43.002.851
2023-2025	25.870.572	5.278.988	3.764.236	8.302.768	43.216.564
2026-2028	24.200.739	5.024.907	4.448.625	9.542.293	43.216.564
2029-2031	28.959.742	3.299.197	3.026.072	7.931.553	43.216.564
2032-2034	27.724.019	5.532.077	2.721.858	7.238.610	43.216.564
2035-2037	30.032.158	4.516.344	2.809.441	5.858.621	43.216.564
2038-2040	25.712.342	4.353.276	3.654.193	9.496.753	43.216.564
2041-2043	26.785.814	3.744.216	3.893.159	10.893.377	45.316.566
2044-2046	32.768.438	4.847.130	2.686.719	6.411.825	46.714.112

**DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL PARA PINO RADIATA POR TIPO DE PROPIETARIO
PARA EL ESCENARIO BASE**

Período	GE	EM	MP	PP	Total
	(m³ ssc/año)				
2017-2019	13.873.664	1.192.647	3.279.860	5.771.039	24.117.210
2020-2022	18.700.414	1.313.132	1.443.744	2.689.432	24.146.722
2023-2025	17.186.190	1.980.649	2.168.355	2.870.552	24.205.746
2026-2028	14.883.963	1.817.616	2.958.071	4.546.096	24.205.746
2029-2031	16.050.664	1.426.616	2.038.417	4.690.049	24.205.746
2032-2034	17.000.931	2.427.735	1.719.357	3.057.723	24.205.746
2035-2037	18.521.527	1.865.655	1.479.324	2.339.240	24.205.746
2038-2040	18.034.238	1.105.322	1.837.603	3.228.583	24.205.746
2041-2043	18.459.189	1.279.284	2.622.142	3.945.133	26.305.748
2044-2046	20.180.329	1.658.654	2.000.504	3.863.808	27.703.295

**DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL PARA *E. globulus* POR TIPO DE PROPIETARIO
PARA EL ESCENARIO BASE**

Período	GE	EM	MP	PP	Total
	(m ³ ssc/año)				
2017-2019	4.257.005	831.542	777.555	3.154.516	9.020.618
2020-2022	2.550.184	2.012.290	608.135	3.850.009	9.020.618
2023-2025	2.563.963	1.919.303	1.167.541	3.369.811	9.020.618
2026-2028	3.951.913	1.078.859	909.579	3.080.267	9.020.618
2029-2031	5.897.113	712.566	400.266	2.010.673	9.020.618
2032-2034	4.187.403	915.316	565.230	3.352.669	9.020.618
2035-2037	4.751.911	1.643.505	690.475	1.934.727	9.020.618
2038-2040	2.827.779	2.508.111	844.290	2.840.438	9.020.618
2041-2043	2.592.486	1.069.135	814.100	4.544.897	9.020.618
2044-2046	7.123.798	1.056.934	136.872	703.014	9.020.618

**DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL PARA *E. nitens* POR TIPO DE PROPIETARIO
PARA EL ESCENARIO BASE**

Período	GE	EM	MP	PP	Total
	(m ³ ssc/año)				
2017-2019	6.442.064	1.355.312	591.424	1.137.334	9.526.134
2020-2022	4.297.991	949.229	882.350	3.705.942	9.835.512
2023-2025	6.120.419	1.379.035	428.341	2.062.405	9.990.200
2026-2028	5.364.863	2.128.433	580.975	1.915.929	9.990.200
2029-2031	7.011.964	1.160.016	587.389	1.230.831	9.990.200
2032-2034	6.535.686	2.189.026	437.270	828.218	9.990.200
2035-2037	6.758.720	1.007.184	639.642	1.584.654	9.990.200
2038-2040	4.850.325	739.843	972.300	3.427.732	9.990.200
2041-2043	5.734.139	1.395.797	456.917	2.403.347	9.990.200
2044-2046	5.464.311	2.131.542	549.343	1.845.004	9.990.200

Apéndice 7

DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE PINO RADIATA SEGÚN ESCENARIO DE PROYECCIÓN

Año	<i>Pinus radiata</i>			
	Escenario			
	Pino Base	Pino Genética	Pino Rend Cte	Pino Z1-Z2
	(m ³ ssc/año)			
2017	24.117.210	24.117.210	23.596.992	23.720.422
2018	24.117.210	24.117.210	23.596.992	23.720.422
2019	24.117.210	24.117.210	23.596.992	23.720.422
2020	24.117.210	24.117.210	23.596.992	23.720.422
2021	24.117.210	24.117.210	23.596.992	23.720.422
2022	24.205.746	24.584.265	23.596.992	23.720.422
2023	24.205.746	24.584.265	23.596.992	23.720.422
2024	24.205.746	24.584.265	23.596.992	23.720.422
2025	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2026	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2027	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2028	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2029	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2030	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2031	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2032	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2033	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2034	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2035	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2036	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2037	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2038	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2039	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2040	24.205.746	24.584.265	23.789.900	23.720.422
2041	24.490.319	25.189.929	26.991.924	23.720.422
2042	26.723.629	28.197.904	28.352.014	25.015.382
2043	27.703.294	30.176.990	28.352.014	27.097.070
2044	27.703.294	30.176.990	28.352.014	27.097.070
2045	27.703.294	30.176.990	28.352.014	27.097.070
2046	27.703.294	30.176.990	28.352.014	27.097.070
2047	27.703.294	30.176.990	28.352.014	27.097.070

Apéndice 8

DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE *Eucalyptus globulus* SEGÚN ESCENARIO DE PROYECCIÓN

Año	<i>Eucalyptus globulus</i>			
	Escenario			
	E_glo Base	E_glo Genética	E_glo Rend Cte	E_glo Z1-Z2
	(m ³ ssc/año)			
2017	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2018	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2019	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2020	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2021	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2022	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2023	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2024	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2025	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2026	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2027	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2028	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2029	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2030	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2031	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2032	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2033	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2034	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2035	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2036	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2037	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2038	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2039	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2040	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2041	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2042	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2043	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2044	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2045	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2046	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376
2047	9.020.618	9.376.213	9.002.479	9.002.376

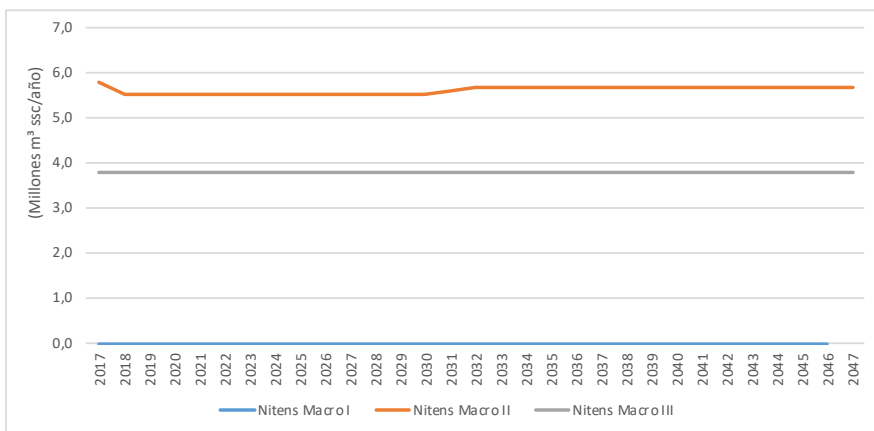
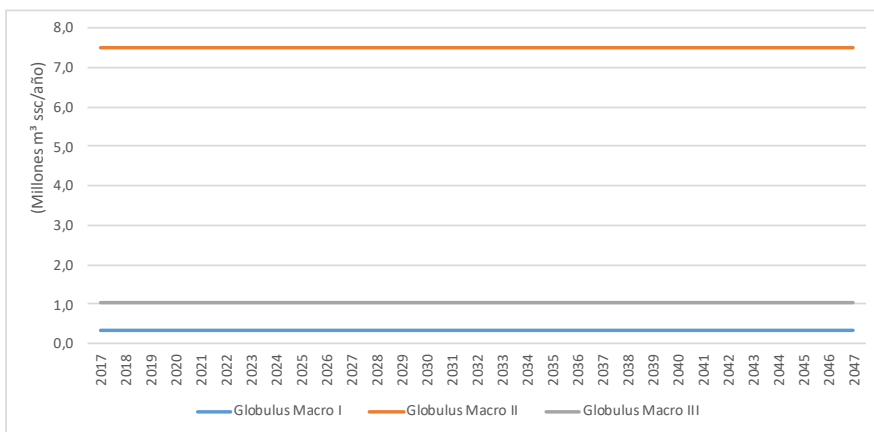
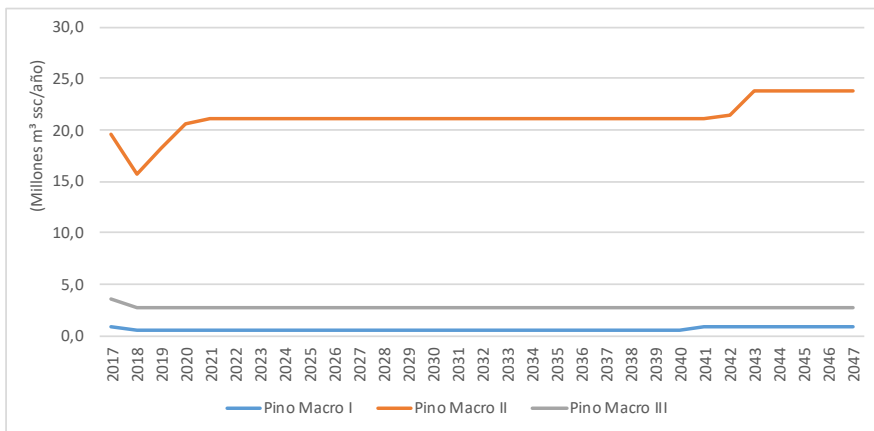
Apéndice 9

DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE *Eucalyptus nitens* SEGÚN ESCENARIO DE PROYECCIÓN

Año	<i>Eucalyptus nitens</i>			
	Escenario			
	E_nit Base	E_nit Genética	E_nit Rend Cte	E_nit Z1-Z2
	(m ³ ssc/año)			
2017	9.526.134	9.152.287	9.344.843	9.526.131
2018	9.526.134	9.152.287	9.344.843	9.526.131
2019	9.526.134	9.152.287	9.344.843	9.526.131
2020	9.526.134	9.152.287	9.344.843	9.526.131
2021	9.990.200	9.152.287	9.344.843	9.990.201
2022	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2023	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2024	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2025	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2026	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2027	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2028	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2029	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2030	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2031	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2032	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2033	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2034	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2035	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2036	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2037	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2038	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2039	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2040	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2041	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2042	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2043	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2044	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2045	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2046	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201
2047	9.990.200	10.585.133	9.911.868	9.990.201

Apéndice 10

DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE PINO RADIATA, *E. Globulus* Y *E. Nitens* PARA EL ESCENARIO MACRO REGIONAL



DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE PINO RADIATA PARA EL ESCENARIO MACRO REGIONAL

Año	Pino Macro I	Pino Macro II	Pino Macro III	Pino Macro Total
	(m ³ ssc/año)			
2017	834.608	19.640.833	3.641.770	24.117.211
2018	472.943	15.721.598	2.688.563	18.883.104
2019	472.943	18.228.442	2.688.563	21.389.948
2020	472.943	20.532.487	2.688.563	23.693.993
2021	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2022	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2023	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2024	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2025	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2026	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2027	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2028	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2029	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2030	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2031	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2032	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2033	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2034	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2035	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2036	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2037	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2038	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2039	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2040	472.943	21.049.632	2.688.563	24.211.138
2041	934.363	21.049.632	2.688.563	24.672.558
2042	934.363	21.389.751	2.688.563	25.012.677
2043	934.363	23.849.738	2.688.563	27.472.664
2044	934.363	23.849.738	2.688.563	27.472.664
2045	934.363	23.849.738	2.688.563	27.472.664
2046	934.363	23.849.738	2.688.563	27.472.664
2047	934.363	23.849.738	2.688.563	27.472.664

DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE *Eucalyptus globulus* PARA EL ESCENARIO MACRO REGIONAL

Año	Globulus Macro I	Globulus Macro II	Globulus Macro III	Globulus Macro Total
	(m ³ ssc/año)			
2017	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2018	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2019	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2020	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2021	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2022	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2023	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2024	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2025	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2026	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2027	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2028	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2029	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2030	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2031	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2032	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2033	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2034	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2035	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2036	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2037	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2038	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2039	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2040	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2041	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2042	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2043	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2044	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2045	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2046	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133
2047	327.317	7.477.670	1.019.146	8.824.133

DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE *Eucalyptus nitens* PARA EL ESCENARIO MACRO REGIONAL

Año	Nitens Macro I	Nitens Macro II	Nitens Macro III	Nitens Macro Total
	(m ³ ssc/año)			
2017	-	5.776.946	3.799.049	9.575.995
2018	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2019	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2020	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2021	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2022	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2023	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2024	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2025	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2026	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2027	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2028	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2029	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2030	-	5.532.571	3.799.049	9.331.620
2031	-	5.603.658	3.799.049	9.402.707
2032	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2033	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2034	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2035	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2036	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2037	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2038	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2039	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2040	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2041	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2042	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2043	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2044	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2045	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2046	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640
2047	-	5.684.591	3.799.049	9.483.640

Apéndice 11

DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN POR TIPO DE TROZA POR ESPECIE SEGÚN ESCENARIO DE PROYECCIÓN

DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE PINO RADIATA POR TIPO DE TROZA PARA EL ESCENARIO DE GENÉTICA

Año	Volumen de productos en Pino radiata								Total
	PL 1_28	PL 2_28	PC 3_28	Aser Ind 28	Aser Ind 22	Aser Com 22	MR Aser	Pulpable	
	(m ³ ssc/año)								
2017	735.593	120.125	430.435	4.169.896	7.243.254	6.360.487	389.714	4.667.706	24.117.210
2018	393.344	1.459.155	802.263	3.262.775	6.781.765	6.424.826	393.695	4.599.387	24.117.210
2019	997.139	888.489	769.135	2.968.976	7.075.565	6.388.757	390.576	4.638.573	24.117.210
2020	756.015	523.053	1.375.694	3.302.931	6.741.609	6.541.371	407.723	4.468.814	24.117.210
2021	460.929	622.174	1.571.658	3.434.005	6.610.535	6.284.097	433.756	4.700.056	24.117.210
2022	613.835	792.035	1.248.892	3.180.956	7.330.641	6.516.799	410.600	4.490.507	24.584.265
2023	1.018.025	760.113	876.624	2.667.467	7.617.197	6.844.768	420.142	4.379.929	24.584.265
2024	980.704	604.281	1.069.777	2.905.711	7.378.952	6.861.492	403.613	4.379.735	24.584.265
2025	493.884	379.365	1.781.513	3.791.385	6.493.278	6.119.291	417.020	5.108.529	24.584.265
2026	607.269	1.079.380	968.113	2.618.523	6.373.726	6.117.089	431.020	6.389.145	24.584.265
2027	424.021	1.213.148	1.017.593	2.506.783	6.485.466	6.217.178	430.561	6.289.929	24.584.265
2028	507.499	1.287.746	859.517	2.316.640	6.675.609	6.791.871	436.919	5.708.464	24.584.265
2029	1.315.920	812.590	526.252	2.825.317	6.166.932	5.745.808	423.824	6.767.622	24.584.265
2030	635.040	558.050	1.461.672	1.973.817	7.018.432	6.121.600	421.933	6.393.721	24.584.265
2031	1.151.411	1.330.290	173.061	2.902.118	6.008.369	5.964.465	440.875	6.613.676	24.584.265
2032	1.783.029	654.864	216.870	2.621.195	6.289.292	6.782.225	500.483	5.736.307	24.584.265
2033	1.885.520	587.393	181.849	2.486.282	5.817.116	7.468.208	457.984	5.699.913	24.584.265
2034	733.051	1.499.162	422.549	1.543.155	6.760.243	8.165.882	472.705	4.987.518	24.584.265
2035	1.597.964	387.894	668.904	1.774.349	6.529.049	4.619.448	282.035	8.724.622	24.584.265
2036	1.481.051	595.002	578.708	1.487.290	6.816.109	6.972.020	459.661	6.194.424	24.584.265
2037	963.504	1.141.228	550.030	1.783.520	6.519.878	7.478.418	472.484	5.675.203	24.584.265
2038	896.465	1.118.748	639.549	1.699.432	6.603.966	7.677.961	467.007	5.481.137	24.584.265
2039	795.867	828.508	1.030.387	1.814.583	6.488.815	7.449.429	482.416	5.694.260	24.584.265
2040	10.059	1.681.861	962.842	2.123.044	6.180.354	6.985.108	442.230	6.198.767	24.584.265
2041	292	1.744.258	910.212	2.134.748	6.774.314	7.450.371	508.122	5.667.612	25.189.929
2042	750.321	1.014.274	1.397.128	3.147.096	7.921.196	7.695.092	468.587	5.804.210	28.197.904
2043	1.305.562	34.915	1.901.513	3.610.486	8.598.405	7.973.684	524.824	6.227.601	30.176.990
2044	975.928	96.117	2.169.945	4.054.075	8.154.816	7.897.307	559.401	6.269.401	30.176.990
2045	1.563.336	526.748	1.151.906	3.125.011	9.083.880	8.415.590	517.938	5.792.581	30.176.990
2046	955.043	376.165	1.910.782	3.908.304	8.300.587	8.038.865	530.026	6.157.218	30.176.990
2047	603.535	671.998	1.966.457	4.149.956	8.058.936	7.761.805	526.142	6.438.161	30.176.990

PL1_28: Trozas podadas, largo 5,25 m y diámetros ≥ 28 cm

PL2_28: Trozas podadas, largo 5,0 m y diámetros ≥ 28 cm

PC3_28: Trozas podadas, largo 2,62 m y diámetros ≥ 28 cm

Aser Ind 28: Trozas aserrables, largo 4,10 m y diámetros ≥ 28 cm

Aser Ind 22: Trozas aserrables, largo 4,10 m y diámetros ≥ 22 cm

Aser Com 22: Trozas aserrables, largo 3,30 m y diámetros ≥ 16 cm

MR Aser: Trozas aserrables, largo 2,44 m y diámetros ≥ 16 cm

Pulpable: Trozas pulpables, largo 2,44 m y diámetros ≥ 8 cm

**DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE PINO RADIATA POR TIPO DE TROZA
PARA EL ESCENARIO DE RENDIMIENTOS CONSTANTES**

Año	Volumen de productos en Pino radiata								Total
	PL 1_28	PL 2_28	PC 3_28	Aser Ind 28	Aser Ind 22	Aser Com 22	MR Aser	Pulpable	
	(m ³ ssc/año)								
2017	604.124	369.064	550.632	3.289.750	7.267.860	6.362.911	575.749	4.576.902	23.596.992
2018	849.943	1.155.697	654.676	3.094.893	6.326.221	6.185.647	505.224	4.824.691	23.596.992
2019	923.140	876.883	860.294	2.845.405	6.575.708	6.392.825	433.023	4.689.714	23.596.992
2020	767.351	575.471	1.317.495	3.109.419	6.311.694	6.344.458	459.382	4.711.722	23.596.992
2021	654.057	425.297	1.580.963	3.118.124	6.302.989	6.282.721	491.526	4.741.315	23.596.992
2022	600.643	683.323	1.376.351	2.610.429	6.810.684	6.583.855	449.200	4.482.507	23.596.992
2023	643.676	1.077.492	939.148	2.424.934	6.996.180	6.663.299	426.154	4.426.109	23.596.992
2024	1.437.534	466.275	756.507	2.747.666	6.673.447	6.624.990	436.199	4.454.374	23.596.992
2025	549.754	644.702	1.465.861	3.318.744	6.295.278	6.038.751	423.445	5.053.365	23.789.900
2026	403.815	1.022.302	1.234.200	2.603.491	5.803.663	5.904.787	532.955	6.284.687	23.789.900
2027	681.517	1.118.017	860.782	2.155.061	6.252.092	6.233.931	455.475	6.033.025	23.789.900
2028	617.334	1.349.239	693.744	2.196.069	6.211.084	6.458.063	445.370	5.818.997	23.789.900
2029	1.412.018	623.047	625.252	2.776.711	5.630.443	5.210.013	414.049	7.098.367	23.789.900
2030	598.308	718.848	1.343.161	1.731.352	6.675.802	6.336.055	459.301	5.927.073	23.789.900
2031	1.257.262	1.181.875	221.179	2.497.172	5.909.982	6.474.881	481.587	5.765.962	23.789.900
2032	1.439.010	1.002.474	218.833	2.638.729	5.768.424	6.022.852	487.023	6.212.555	23.789.900
2033	1.455.204	816.044	389.069	1.881.672	6.333.455	7.354.708	423.870	5.135.878	23.789.900
2034	1.228.257	1.120.113	311.947	1.402.225	6.812.902	7.600.993	427.342	4.886.121	23.789.900
2035	1.468.998	465.355	749.951	1.787.267	6.403.874	4.900.371	312.034	7.702.050	23.789.900
2036	1.202.066	773.828	708.409	1.521.177	6.669.963	6.930.713	495.369	5.488.375	23.789.900
2037	949.723	1.088.067	646.513	1.586.893	6.604.247	7.098.257	476.801	5.339.399	23.789.900
2038	810.017	1.256.924	617.362	1.743.008	6.448.132	7.232.054	428.366	5.254.037	23.789.900
2039	689.325	955.254	1.129.056	1.565.747	6.536.062	6.969.520	443.557	5.501.379	23.789.900
2040	152.856	1.199.452	1.421.326	2.349.484	5.752.325	6.466.627	460.198	5.987.632	23.789.900
2041	33.082	1.830.645	1.055.550	2.973.020	8.185.170	7.433.172	474.739	5.006.546	26.991.924
2042	1.145.391	302.653	1.471.232	3.196.249	8.084.260	7.820.056	494.321	5.837.852	28.352.014
2043	1.130.529	66.927	1.721.820	3.396.615	7.883.894	7.595.287	534.275	6.022.667	28.352.014
2044	929.386	599.799	1.390.092	3.160.928	8.119.581	7.870.156	561.050	5.721.022	28.352.014
2045	1.010.290	278.207	1.630.779	3.215.754	8.064.755	8.039.097	521.501	5.591.631	28.352.014
2046	801.751	297.722	1.819.804	3.457.323	7.823.186	7.438.570	559.681	6.153.977	28.352.014
2047	825.188	462.513	1.631.575	3.035.791	8.244.718	7.570.684	542.191	6.039.354	28.352.014

PL1_28: Trozas podadas, largo 5,25 m y diámetros ≥ 28 cm

PL2_28: Trozas podadas, largo 5,0 m y diámetros ≥ 28 cm

PC3_28: Trozas podadas, largo 2,62 m y diámetros ≥ 28 cm

Aser Ind 28: Trozas aserrables, largo 4,10 m y diámetros ≥ 28 cm

Aser Ind 22: Trozas aserrables, largo 4,10 m y diámetros ≥ 22 cm

Aser Com 22: Trozas aserrables, largo 3,30 m y diámetros ≥ 16 cm

MR Aser: Trozas aserrables, largo 2,44 m y diámetros ≥ 16 cm

Pulpable: Trozas pulpables, largo 2,44 m y diámetros ≥ 8 cm

**DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE PINO RADIATA POR TIPO DE TROZA
PARA EL ESCENARIO PESIMISTA Z1 Y Z2**

Año	Volumen de productos en Pino radiata								Total
	PL 1_28	PL 2_28	PC 3_28	Aser Ind 28	Aser Ind 22	Aser Com 22	MR Aser	Pulpable	
	(m³ ssc/año)								
2017	662.160	127.290	422.867	4.109.191	7.186.848	6.188.567	385.481	4.638.018	23.720.422
2018	367.623	1.441.852	814.747	3.217.704	6.666.429	6.300.641	382.336	4.529.090	23.720.422
2019	1.118.839	716.544	788.839	2.979.252	6.904.881	6.261.852	381.479	4.568.736	23.720.422
2020	676.436	639.283	1.308.504	3.201.207	6.682.926	6.412.433	393.180	4.406.453	23.720.422
2021	434.504	580.574	1.609.145	3.440.712	6.443.421	6.063.064	443.202	4.705.800	23.720.422
2022	690.428	779.453	1.154.342	2.878.680	7.005.453	6.356.422	401.501	4.454.143	23.720.422
2023	1.013.677	725.723	884.823	2.534.085	7.350.048	6.540.116	407.619	4.264.331	23.720.422
2024	859.753	712.342	1.052.127	2.805.043	7.079.090	6.564.476	407.189	4.240.402	23.720.422
2025	560.891	378.004	1.685.328	3.607.604	6.276.529	5.872.698	401.189	4.938.179	23.720.422
2026	577.085	943.828	1.103.309	2.614.450	6.161.652	5.850.215	384.884	6.084.999	23.720.422
2027	337.929	1.328.808	957.485	2.417.969	6.358.132	6.071.544	422.712	5.825.843	23.720.422
2028	833.387	1.104.836	685.999	2.357.467	6.418.634	6.448.429	434.881	5.436.789	23.720.422
2029	1.255.970	809.723	558.529	2.794.602	5.981.500	5.487.112	409.499	6.423.487	23.720.422
2030	604.826	576.632	1.442.765	1.942.350	6.833.751	5.976.862	413.125	5.930.111	23.720.422
2031	1.023.640	1.417.354	183.229	2.843.372	5.788.127	5.732.116	436.360	6.296.224	23.720.422
2032	1.377.556	1.020.389	226.277	2.586.285	6.045.213	6.426.862	487.778	5.550.062	23.720.422
2033	2.102.444	335.740	186.038	2.583.534	5.729.945	7.238.860	423.699	5.120.162	23.720.422
2034	1.030.583	1.308.679	284.960	1.806.158	6.507.321	7.743.096	452.771	4.586.854	23.720.422
2035	1.559.555	387.504	794.472	1.768.611	6.427.559	4.377.939	297.866	8.106.916	23.720.422
2036	1.232.249	913.290	595.992	1.560.545	6.635.625	6.431.880	432.387	5.918.454	23.720.422
2037	1.055.365	1.113.274	572.892	1.827.078	6.369.093	7.188.735	457.681	5.136.304	23.720.422
2038	914.165	1.175.946	651.420	1.767.522	6.428.649	7.243.546	445.080	5.094.094	23.720.422
2039	984.388	668.816	1.088.327	1.968.403	6.227.767	6.887.771	486.429	5.408.521	23.720.422
2040	292	1.667.848	1.073.392	2.014.719	6.181.451	6.771.772	422.096	5.588.852	23.720.422
2041	-	1.803.093	938.439	1.858.293	6.337.877	7.011.788	473.325	5.297.607	23.720.422
2042	734.420	963.775	1.043.336	2.462.011	7.029.119	6.945.705	429.228	5.407.788	25.015.382
2043	1.148.013	38.435	1.714.826	3.328.321	7.736.023	7.225.421	463.438	5.442.593	27.097.070
2044	860.121	72.977	1.968.176	3.769.292	7.295.052	6.959.426	502.439	5.669.587	27.097.070
2045	1.523.739	338.568	1.038.967	2.751.433	8.185.415	7.542.360	464.551	5.252.037	27.097.070
2046	792.285	461.273	1.647.716	3.459.204	7.477.644	7.284.389	473.643	5.500.916	27.097.070
2047	559.962	477.057	1.864.255	3.717.124	7.219.724	7.001.031	490.458	5.767.459	27.097.070

PL1_28: Trozas podadas, largo 5,25 m y diámetros ≥ 28 cm

PL2_28: Trozas podadas, largo 5,0 m y diámetros ≥ 28 cm

PC3_28: Trozas podadas, largo 2,62 m y diámetros ≥ 28 cm

Aser Ind 28: Trozas aserrables, largo 4,10 m y diámetros ≥ 28 cm

Aser Ind 22: Trozas aserrables, largo 4,10 m y diámetros ≥ 22 cm

Aser Com 22: Trozas aserrables, largo 3,30 m y diámetros ≥ 16 cm

MR Aser: Trozas aserrables, largo 2,44 m y diámetros ≥ 16 cm

Pulpable: Trozas pulpables, largo 2,44 m y diámetros ≥ 8 cm

**DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE *E. globulus* Y *E. nitens* POR TIPO DE TROZA
PARA EL ESCENARIO DE GENÉTICA**

Año	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>		Volumen Total
	Pulpable	Pulpa Delgada	Pulpa Gruesa	
(m ³ ssc/año)				
2017	9.376.213	2.458.846	6.693.441	18.528.500
2018	9.376.213	2.546.077	6.606.210	18.528.500
2019	9.376.213	2.657.654	6.494.633	18.528.500
2020	9.376.213	2.878.375	6.273.912	18.528.500
2021	9.376.213	3.513.241	5.639.046	18.528.500
2022	9.376.213	3.664.906	6.920.227	19.961.346
2023	9.376.213	4.211.415	6.373.718	19.961.346
2024	9.376.213	3.515.676	7.069.457	19.961.346
2025	9.376.213	3.839.186	6.745.947	19.961.346
2026	9.376.213	3.592.079	6.993.054	19.961.346
2027	9.376.213	3.771.054	6.814.079	19.961.346
2028	9.376.213	3.870.042	6.715.091	19.961.346
2029	9.376.213	3.841.702	6.743.431	19.961.346
2030	9.376.213	3.886.453	6.698.680	19.961.346
2031	9.376.213	3.686.594	6.898.539	19.961.346
2032	9.376.213	3.840.427	6.744.706	19.961.346
2033	9.376.213	3.981.092	6.604.041	19.961.346
2034	9.376.213	3.955.382	6.629.751	19.961.346
2035	9.376.213	3.846.494	6.738.639	19.961.346
2036	9.376.213	3.729.317	6.855.816	19.961.346
2037	9.376.213	3.648.774	6.936.359	19.961.346
2038	9.376.213	3.263.112	7.322.021	19.961.346
2039	9.376.213	3.864.039	6.721.094	19.961.346
2040	9.376.213	3.437.331	7.147.802	19.961.346
2041	9.376.213	3.612.302	6.972.831	19.961.346
2042	9.376.213	3.257.774	7.327.359	19.961.346
2043	9.376.213	3.447.065	7.138.068	19.961.346
2044	9.376.213	3.278.687	7.306.446	19.961.346
2045	9.376.213	3.499.622	7.085.511	19.961.346
2046	9.376.213	3.346.174	7.238.959	19.961.346
2047	9.376.213	3.547.247	7.037.886	19.961.346

**DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE *E. globulus* Y *E. nitens* POR TIPO DE TROZA
PARA EL ESCENARIO DE RENDIMIENTOS CONSTANTES**

Año	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>		Total
	Pulpable	Pulpa Delgada	Pulpa Gruesa	
	(m ³ ssc/año)			
2017	9.002.479	2.940.809	6.404.034	18.347.322
2018	9.002.479	3.094.136	6.250.707	18.347.322
2019	9.002.479	2.884.831	6.460.012	18.347.322
2020	9.002.479	3.300.581	6.044.262	18.347.322
2021	9.002.479	3.534.115	5.810.728	18.347.322
2022	9.002.479	3.789.005	6.122.862	18.914.346
2023	9.002.479	4.192.164	5.719.703	18.914.346
2024	9.002.479	3.254.941	6.656.926	18.914.346
2025	9.002.479	3.570.554	6.341.313	18.914.346
2026	9.002.479	3.515.756	6.396.111	18.914.346
2027	9.002.479	3.592.612	6.319.255	18.914.346
2028	9.002.479	3.644.573	6.267.294	18.914.346
2029	9.002.479	3.631.863	6.280.004	18.914.346
2030	9.002.479	3.617.220	6.294.647	18.914.346
2031	9.002.479	3.496.320	6.415.547	18.914.346
2032	9.002.479	3.628.463	6.283.404	18.914.346
2033	9.002.479	3.749.909	6.161.958	18.914.346
2034	9.002.479	3.614.359	6.297.508	18.914.346
2035	9.002.479	3.565.336	6.346.531	18.914.346
2036	9.002.479	3.396.761	6.515.106	18.914.346
2037	9.002.479	3.294.772	6.617.095	18.914.346
2038	9.002.479	3.044.872	6.866.995	18.914.346
2039	9.002.479	3.495.713	6.416.154	18.914.346
2040	9.002.479	3.263.129	6.648.738	18.914.346
2041	9.002.479	3.276.339	6.635.528	18.914.346
2042	9.002.479	2.939.770	6.972.097	18.914.346
2043	9.002.479	3.134.868	6.776.999	18.914.346
2044	9.002.479	2.988.055	6.923.812	18.914.346
2045	9.002.479	3.260.625	6.651.242	18.914.346
2046	9.002.479	3.193.659	6.718.208	18.914.346
2047	9.002.479	3.252.220	6.659.647	18.914.346

**DISPONIBILIDAD DE VOLUMEN DE *E. globulus* Y *E. nitens* POR TIPO DE TROZA
PARA EL ESCENARIO PESIMISTA Z1 Y Z2**

Año	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>		Total
	Pulpable	Pulpa Delgada	Pulpa Gruesa	
	(m ³ ssc/año)			
2017	9.002.376	2.584.715	6.941.417	18.528.508
2018	9.002.376	2.629.666	6.896.466	18.528.508
2019	9.002.376	2.787.356	6.738.776	18.528.508
2020	9.002.376	3.158.697	6.367.435	18.528.508
2021	9.002.376	3.716.889	6.273.312	18.992.577
2022	9.002.376	3.782.541	6.207.660	18.992.577
2023	9.002.376	4.123.359	5.866.842	18.992.577
2024	9.002.376	3.294.800	6.695.401	18.992.577
2025	9.002.376	3.635.769	6.354.432	18.992.577
2026	9.002.376	3.278.332	6.711.869	18.992.577
2027	9.002.376	3.558.916	6.431.285	18.992.577
2028	9.002.376	3.571.204	6.418.997	18.992.577
2029	9.002.376	3.577.139	6.413.062	18.992.577
2030	9.002.376	3.615.821	6.374.380	18.992.577
2031	9.002.376	3.477.444	6.512.757	18.992.577
2032	9.002.376	3.565.423	6.424.778	18.992.577
2033	9.002.376	3.588.730	6.401.471	18.992.577
2034	9.002.376	3.658.040	6.332.161	18.992.577
2035	9.002.376	3.554.856	6.435.345	18.992.577
2036	9.002.376	3.439.489	6.550.712	18.992.577
2037	9.002.376	3.304.681	6.685.520	18.992.577
2038	9.002.376	3.028.235	6.961.966	18.992.577
2039	9.002.376	3.434.058	6.556.143	18.992.577
2040	9.002.376	3.287.463	6.702.738	18.992.577
2041	9.002.376	3.330.386	6.659.815	18.992.577
2042	9.002.376	2.961.385	7.028.816	18.992.577
2043	9.002.376	3.210.759	6.779.442	18.992.577
2044	9.002.376	3.048.846	6.941.355	18.992.577
2045	9.002.376	3.262.353	6.727.848	18.992.577
2046	9.002.376	3.131.900	6.858.301	18.992.577
2047	9.002.376	3.292.508	6.697.693	18.992.577



INSTITUTO FORESTAL



www.infor.cl