

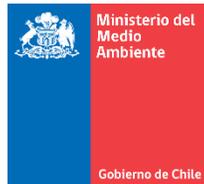


7-11-2024



# INFORME FINAL

Consultoría “Desarrollo del proceso de elaboración de escenarios prospectivos del sector Uso de Tierras y Cambio de Uso de Tierras (UTCUTS)”



Carlos Bahamondez  
 Heidi Bottcher  
 Rodrigo Sagardía  
 Yasna Rojas (Jefa de Proyecto)

INSTITUTO FORESTAL

## CONTENIDO

1	Resumen ejecutivo .....	7
2	Introducción .....	9
3	Objetivos generales y específicos .....	10
4	Antecedentes y estado del arte .....	11
4.1	Visiones y expectativas de corto y largo plazo .....	11
4.1.1	Análisis y Evaluación de visiones y expectativas .....	11
4.1.2	Análisis de Vinculación .....	29
5	Metodología .....	34
5.1	Revisión y Documentación de cambios en el INGEI .....	34
5.1.1	Representación de tierras .....	34
5.1.2	Tierras forestales .....	34
5.1.3	Tierras de cultivo .....	36
5.1.4	Pastizales .....	36
5.2	Proyección de Datos de Actividad para Escenario Base .....	37
5.2.1	Recolección de datos.....	41
5.2.2	Modelación Datos de Actividad Escenario Base.....	41
5.3	Proyección de Datos de Actividad para Escenario NDC.....	60
5.3.1	Revisión y documentación Medidas NDC (Forestación y Manejo) Meta 2030.....	60
5.3.2	Supuestos de modelación de medidas NDC.....	62
5.4	Proyección de datos de actividad para Escenario de Largo Plazo .....	73
6	Resultados de escenarios de proyección .....	75
6.1	Resumen comparativo de escenarios.....	75
6.2	Escenario Base .....	77
6.3	Escenario NDC.....	82
6.4	Escenario de largo plazo (2031-2050) .....	85
7	Base de datos de resultados de emisiones y absorciones del sector por escenario .....	88
8	Referencias.....	89
9	Anexos .....	92
9.1	Anexo Talleres.....	92
9.1.1	Desafíos/Barreras.....	92

9.1.2	Oportunidades.....	92
9.1.3	Amenazas .....	92
9.1.4	Otros temas .....	92
9.2	Anexo Encuesta enviada a actores del sector .....	93
9.3	Anexo Modelos utilizados para proyecciones datos de actividad.....	95
9.3.1	Forestación .....	95
9.3.2	Superficie manejo total .....	96
9.3.3	Superficie Plantaciones forestales.....	97
9.3.4	Consumo de leña .....	98
9.3.5	Consumo de trozas .....	98
9.3.6	Incendios .....	99
9.3.7	Incendios residuos forestales.....	100
9.3.8	Quemas.....	100
9.3.9	Superficie frutales.....	101
9.3.10	Superficie olivos .....	102
9.3.11	Superficie vides .....	103
9.3.12	Productos de madera aserrada, tableros y papel.....	104
9.4	Anexo Estimación de la contribución de los productos de madera recolectada .....	106
9.4.1	Ejemplo para madera aserrada .....	107

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recálculo de la serie temporal del INGEI de Tierras Forestales utilizadas en las proyecciones, publicados en MMA, 2019, y MMA (en preparación) .....	35
Tabla 2. Categorías y subcategorías utilizadas en las proyecciones. Fuente: Equipo técnico de UTCUTS del MINAGRI (MMA, 2023).....	39
Tabla 3. Supuestos de modelación utilizados .....	45
Tabla 4. Valores históricos (2010-2022 y 2023 para incendios) y valores proyectados en los distintos datos de actividad 2023-2050 .....	58
Tabla 5. Superficie (ha) de forestación y manejo en Escenario base y Escenario NDC.....	62
Tabla 6. Superficie plantaciones Pino radiata productivas (ha/año) a distribuir en 4 años, 2027 a 2030 .....	63
Tabla 7. Esquemas de manejo, rendimiento e incrementos medios anuales para pino radiata productivo.....	64
Tabla 8. Eucalyptus globulus y nitens productivas (ha/año) .....	65
Tabla 9. Rendimientos e incrementos medios anuales para <i>Eucalyptus</i> sp.....	66
Tabla 10. Superficie de pino radiata permanente (ha/año) .....	67
Tabla 11. Rendimientos e incrementos medios anuales para plantaciones de Pino radiata de cubierta permanente.....	68
Tabla 12. Mezcla de especies definidas para la modelación. Fuente: INFOR, 2015.....	69
Tabla 13. Características del establecimiento. Fuente: INFOR, 2015 .....	69
Tabla 14. Distribución de superficie por región y especies forestales. ....	72
Tabla 15. Crecimientos por tipo forestal considerados.....	73
Tabla 16. Detalle numérico del resumen del balance de carbono en todos los escenarios proyectados (2023-2050).....	76
Tabla 17. Proyección de balance de emisiones por categoría en sector UTCUTS escenario base (kt CO <sub>2</sub> eq) .....	79
Tabla 18. Detalle de proyecciones de emisiones y absorciones por categoría UTCUTS, desagregada según usos que permanecen como tales y conversiones, y aportes de productos de madera recolectada (kt CO <sub>2</sub> eq) .....	80
Tabla 19. Proyección de emisiones y absorciones de las medidas NDC 2023-2050 .....	83
Tabla 20. Proyección de Escenario NDC (Base+Medidas NDC) balance de emisiones por categoría en sector UTCUTS para Escenario NDC (kt CO <sub>2</sub> eq).....	84
Tabla 21. Proyección de medidas de mitigación - Escenario Largo Plazo (kt CO <sub>2</sub> eq) .....	86

---

Tabla 22. Proyección de Escenario Largo Plazo, balance de emisiones por categoría en sector UTCUTS (kt CO <sub>2</sub> eq).....	87
Tabla 23. Temas específicos mencionados como barreras a la implementación de la NDC en el sector UTCUTS.....	93
Tabla 24. Temas específicos mencionados como barreras a la implementación de la NDC en el sector UTCUTS.....	94
Tabla 25. Estimación de productos de madera aserrada.....	109

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Conocimiento de la NDC, separado por sector productivo y no productivo .....	16
Figura 2. Naturaleza de la institución a la que pertenece el/la encuestado/a (izquierda) y ámbito de accionar del/la encuestado/a (derecha) .....	16
Figura 3. Percepción del éxito/fracaso de la iniciativa .....	17
Figura 4. Temas recurrentes a los que se atribuye la percepción de éxito o fracaso de la NDC en el sector UTCUTS .....	18
Figura 5. Barreras a la implementación del NDC en el sector UTCUTS, ponderadas según orden de importancia. ....	19
Figura 6. Importancia atribuida a las barreras de forma recurrente. Percepción del sector productivo (arriba) y del sector no productivo (abajo).....	20
Figura 7. Recomendación respecto a la ambición en las metas de la próxima NDC .....	21
Figura 8. Recomendación de encuestados/as con conocimiento de la NDC (izquierda) y sin conocimiento de la NDC (derecha) .....	21
Figura 9. Recomendaciones respecto a la ambición de sector productivo (izquierda) y no productivo (derecha) .....	22
Figura 10. Temas y/o factores nuevos a considerar .....	22
Figura 11. Recálculo de los inventarios utilizados para las proyecciones.....	36
Figura 12. Forestación histórica y proyección de la forestación (ha) .....	46
Figura 13 Proyecciones de Superficie de Manejo (ha) .....	47
Figura 14 Proyección superficie Plantaciones forestales (logaritmo ha).....	48
Figura 15 proyección de consumo de leña todas las especies (m3) .....	49
Figura 16 Proyeccion consumo total de trozas (ln m3) .....	50
Figura 17. Proyección de los incendios total al 2050 (logaritmo ha) .....	51
Figura 18. Superficie de incendios en áreas de residuos forestales (ha).....	52
Figura 19. Proyección de las quemas totales al 2050 (ha) .....	53
Figura 20. Proyección de superficie de frutales (arriba), olivos (centro), y vides (derecha) .....	54
Figura 21. Proyección de madera aserrada (m3).....	55
Figura 22. Proyección de tableros (m3). ....	56
Figura 23. Proyección de papel (ton).....	56
Figura 24. Crecimiento anual corriente de Quillay-Peumo .....	70
Figura 25. Crecimiento anual corriente de Roble-Lingue .....	70

Figura 26. Crecimiento anual corriente de Raulí-Ulmo .....	71
Figura 27. Crecimiento anual corriente Coihue-Ulmo.....	71
Figura 28. Superficie incendiada con disminución dada por curva de adopción .....	74
Figura 29. Superficie de plantaciones que sigue capturando carbono gracias a la medida de mitigación de reducción de incendios .....	74
Figura 30. Resumen gráfico del balance de carbono en todos los escenarios proyectados 2023-2050 (kt CO <sub>2</sub> eq).....	75
Figura 31. Emisiones y absorciones históricas y Proyección de emisiones y absorciones del sector UTCUTS por categoría (kt CO <sub>2</sub> eq).....	77
Figura 32. Escenario NDC sector UTCUTS (kt CO <sub>2</sub> eq) .....	85
Figura 33. Escenario Largo Plazo Sector UTCUTS (kt CO <sub>2</sub> eq) .....	88

## 1 RESUMEN EJECUTIVO

Chile presentó en 2020 la actualización de su Contribución Nacional Determinada (NDC por sus siglas en inglés), en donde se comprometió a metas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático (Ministerio de Medio Ambiente, 2020). En 2025, deberá presentar una nueva actualización de este instrumento, que contempla en su preparación un anteproyecto, para el cual se deben generar escenarios prospectivos de emisiones de gases de efecto invernadero, alineados con los compromisos internacionales actuales y que fundamenten la política climática para el horizonte temporal de la nueva NDC.

Con el fin de generar estos escenarios prospectivos, el Instituto Forestal está desarrollando la consultoría “Desarrollo del proceso de elaboración de escenarios prospectivos del sector Uso de Tierras y Cambio de Uso de Tierras (UTCUTS)” para el Ministerio de Medio Ambiente de Chile con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), cuyo objetivo general es elaborar las proyecciones de emisiones del sector Uso de Tierras y Cambio de Uso de Tierras y Silvicultura (UTCUTS) para el proceso de actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) 2025.

Esta Consultoría consta de tres partes, 1) un análisis y evaluación de expectativas referentes a las metas de corto y largo plazo en el sector UTCUTS de Chile, 2) las proyecciones de emisiones y absorciones del sector UTCUTS para el periodo 2023-2050, y 3) un Análisis de Sensibilidad que incluye las Medidas de Mitigación y el análisis de Continuidad y Mejora del INGEI.

A partir del análisis y evaluación de expectativas referentes a las metas de corto y largo plazo en el sector UTCUTS de Chile, que se realizó en conjunto con un análisis de vinculación con diferentes estrategias e instituciones trabajando en la materia, se obtuvo que para la visión a corto plazo se percibe un lento avance en la adopción de las medidas de mitigación propuestas en la NDC, con bajas tasas anuales de forestación y manejo y recuperación de bosque nativo. Entre las principales barreras a la implementación de las medidas de mitigación se menciona la falta de financiamiento e incentivos suficientes para el logro adecuado de las actividades. En la visión a largo plazo se mencionan temas de mejoramiento de gestión y capacidades para el logro de las metas, sin destacar alguna nueva medida de mitigación.

Se hizo una revisión de los cambios y ajustes que se han incorporado en el INGEI desde el análisis de la NDC sectorial vigente hasta los análisis del inventario 2024 en elaboración, donde se consecuencia de los recálculos, en el año 2016 se tiene una disminución del 13% de absorciones netas de tierras forestales entre el cálculo utilizado para INGEI de 2018 versus el recálculo en 2024.

A partir de la información actualizada del INGEI, se modelaron y proyectaron los datos de actividad del sector UTCUTS para la serie temporal 2023-2050. Esto se realizó mediante modelos de Vectores Autoregresivos (VAR) y los Modelos Autoregresivos Integrados de Media Móvil (ARIMA).

A partir de los antecedentes previamente entregados, se generaron tres escenarios de emisiones y absorciones del sector UTCUTS: El escenario base, el escenario NDC y el escenario largo plazo.

El escenario base considera que se mantenga la tendencia actual (*business as usual*) en la trayectoria del sector. Los resultados muestran una leve disminución del balance de carbono en la serie temporal, con un balance de -66.150 kt CO<sub>2</sub> eq en el 2024, hasta -53.005 kt CO<sub>2</sub> eq al año 2050. La excepción es el balance que se presenta al año 2023, donde el sector fue afectado con una superficie de 409.671 ha incendiadas. Por otra parte, el balance promedio es -52.781 kt CO<sub>2</sub> eq/año para el periodo proyectado. Los principales drivers que afectan este escenario son el aumento en la ocurrencia de incendios, la disminución de la superficie de

plantaciones en pie y con ella la disminución en la oferta de productos de madera, que afecta la contribución de este depósito de carbono en la serie temporal.

El escenario NDC se define como el escenario base, sumado al cumplimiento de las actuales metas NDC de mitigación al 2030. Los resultados muestran un balance promedio de -54.886 kt CO<sub>2</sub> eq/año, que significa un aumento de un 4 % en comparación con el Escenario base, considerando toda la serie temporal 2023-2050. No obstante, se observa en el año 2050 una disminución del 6,4 % en el balance del escenario NDC, al compararlo con el mismo año del escenario base. Esto se debe a que comienzan las cosechas de las plantaciones productivas, que fueron plantadas en el contexto de la NDC, sin embargo, es posible observar en el mismo año el aumento de la contribución de los productos de madera, ya que parte de la cosecha de trozas de estas plantaciones se transforma en un producto final de madera, con una acumulación de carbono en este depósito.

Además, se proyectó un Escenario de Largo Plazo, que contempla el cumplimiento de esfuerzos de medidas de mitigación adicionales a la meta 2030 de la NDC, considerando el periodo 2031-2050. Los resultados muestran un balance promedio de -57.525 kt CO<sub>2</sub> eq/año, que supone un aumento de 5 % respecto al escenario NDC para de la serie temporal 2023-2050. Además, este escenario supone un balance de -57.746 kt CO<sub>2</sub> eq al año 2050, superando en 16% al escenario NDC en ese año. Esto se debe a la contribución de la medida adicional de forestación de 200.000 ha que se plantan entre el 2031 y el 2050, y a la medida de reducción de incendios, que provoca una disminución de las emisiones por incendios, y además considera que la superficie de bosques que no se incendia se mantiene en crecimiento, lo que provoca un aumento en las absorciones, mejorando el balance de carbono.

## 2 INTRODUCCIÓN

Las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC por sus siglas en inglés) constituyen la forma en que nuestro país se compromete a la mitigación y adaptación de los efectos del Cambio climático en relación a los gases de efecto invernadero, en concordancia con el Acuerdo de París. De acuerdo al 5to Informe Bienal de Chile, las medidas presentadas en la NDC deben necesariamente estar alineadas con los Objetivos de desarrollo sostenibles de Naciones Unidas, considerar soluciones cercanas a la naturaleza y elementos de equidad social y de género (Ministerio del Medio Ambiente, 2022).

Chile presentó el 9 de abril de 2020 la actualización de su NDC y deberá presentar en el 2025 una nueva actualización de su NDC ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Esta actualización deberá, como mínimo, mantener el nivel de ambición de la NDC anterior y establecer nuevos compromisos para un periodo de diez años. En este contexto, el Ministerio del Medio Ambiente de Chile planea presentar la actualización 2025 de su NDC en junio de dicho año. Posteriormente, se elaborará una versión abreviada de la estrategia climática a largo plazo. El procedimiento para desarrollar la NDC, conforme al Decreto N°16/2023 del Ministerio del Medio Ambiente, exige la preparación de un anteproyecto de la NDC antes de noviembre de 2024, para someterlo a consulta pública.

Para la elaboración de este anteproyecto, se deben generar escenarios prospectivos de emisiones de gases de efecto invernadero, alineados con los compromisos internacionales actuales (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Acuerdo de París) y que fundamenten la política climática para el horizonte temporal de la nueva NDC (hasta 2035, siguiendo los plazos comunes del Acuerdo de París). Estos escenarios deben ser consistentes con el artículo 1 de la ley N° 21.455, que establece el compromiso de Chile de alcanzar la neutralidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para 2050. Lograr este objetivo requiere un equilibrio entre las capturas de carbono por el sector forestal y las emisiones de otros sectores, de acuerdo con el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

En este contexto, el Instituto Forestal desarrolla la presente consultoría “Desarrollo del proceso de elaboración de escenarios prospectivos del sector Uso de Tierras y Cambio de Uso de Tierras (UTCUTS)” para el Ministerio de Medio Ambiente de Chile con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), donde se busca recalcular las trayectorias posibles para cumplir con el compromiso nacional de neutralidad de carbono. Además, se deben considerar trayectorias para la consecución de los compromisos actuales de corto y mediano plazo, así como para posibles nuevos compromisos que surjan de la actualización de la NDC. Estas proyecciones deben reevaluar la validez de los supuestos de mitigación de 2020, que preveían que el sector alcanzaría absorciones netas de 65 Mt CO<sub>2</sub> eq para 2050 (Ministerio del Medio Ambiente, 2020) tomando en cuenta, entre otros factores, los progresos en los compromisos actuales del sector, las expectativas de cumplimiento a corto plazo y las visiones a largo plazo para el sector.

La capacidad de captura de carbono de los ecosistemas terrestres cumple un rol de primer orden en la contención del aumento de la temperatura media del planeta. Tan relevante como reducir las emisiones liberadas en la atmósfera, es retirar aquellas previamente emitidas. Sólo cuando la captura de gases de efecto de invernadero comience a ser mayor a las emisiones en un mismo periodo, y estas emisiones sean secuestradas (permanentemente), entonces comenzará el proceso de revertir las condiciones que incrementan el cambio climático y sus impactos (Ministerio de Medio Ambiente, 2020).

En particular, los ecosistemas boscosos tienen la capacidad de capturar y secuestrar grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, a través de la acumulación de biomasa aérea y subterránea, y el depósito de materia orgánica acumulada

en el suelo. Si bien, el secuestro de emisiones de bosques es una de las funciones con las que estos fortalecen la respuesta a los impactos del cambio climático, es importante reconocer que no es la única acción climática que ofrecen, ya que proveen otros tipos de servicios beneficiosos para la adaptación al cambio climático (Ministerio de Medio Ambiente, 2020).

El sector UTCUTS, que incluye las emisiones y absorciones de GEI asociadas a las actividades silvícolas y al cambio de uso de la tierra, es el único sector que consistentemente absorbe CO<sub>2</sub> en el país, lo que lo convierte en el más relevante por su potencial de mitigación. Este sector representó un 32% del balance de GEI en 2020 (Ministerio del Medio Ambiente, 2022). Las categorías de Tierras forestales y los Productos de madera recolectada se mantienen como los más importantes del sector. En el caso de las Tierras forestales, la tendencia a la disminución de la condición de sumidero desde el 2018 al 2020, se debe principalmente al aumento de la superficie de incendios que se produjo en el 2020 y por ende a las emisiones de estos, también se observa una disminución en la conversión de tierras a tierras forestales con tasas muy bajas de forestación. Además, por su importancia en el balance de UTCUTS, cualquier aumento o disminución de las emisiones o absorciones de Tierras forestales afecta significativamente a todo el sector, e incluso al balance general del INGEI de Chile. Un buen ejemplo de ello es el significativo aumento del balance en emisiones de GEI en 1998, 2002, 2015 y que en el 2017 tiene el mayor impacto, que fue consecuencia directa de las emisiones de GEI generadas por incendios forestales de bosque nativo y plantaciones forestales (Ministerio de Medio Ambiente, 2023).

Con estos antecedentes, cobra importancia determinar escenarios de proyección de emisiones y absorciones del sector UTCUTS en el contexto de la carbono neutralidad que Chile se ha propuesto para el año 2050.

### 3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

El objetivo general de la consultoría es elaborar las proyecciones de emisiones del sector Uso de Tierras y Cambio de Uso de Tierras (UTCUTS) para el proceso de actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) 2025. Los objetivos específicos son:

- Levantar las visiones y expectativas de corto y largo plazo (al menos 2030, 2035, 2050) sobre las emisiones y absorciones del sector, las medidas y acciones de mitigación que puedan considerarse en la NDC del sector y otras variables relevantes para la proyección de emisiones del sector.
- Presentar los cambios y ajustes que se han incorporado en el INGEI desde el análisis de la NDC sectorial vigente hasta los análisis del inventario 2024 en elaboración.
- Elaborar proyecciones de todas las categorías del sector UTCUTS del inventario nacional de gases de efecto invernadero en coherencia con los lineamientos del INGEI 2024.
- Desarrollar una base de datos de los resultados del sector por categorías, usos y gases.

## 4 ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

### 4.1 VISIONES Y EXPECTATIVAS DE CORTO Y LARGO PLAZO

#### 4.1.1 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE VISIONES Y EXPECTATIVAS

##### 4.1.1.1 CONTEXTO

El análisis y evaluación de visiones y expectativas tiene como objetivo levantar las visiones y expectativas de corto y largo plazo de actores vinculados al sector UTCUTS sobre las emisiones y absorciones de las principales categorías del sector UTCUTS, las medidas y acciones de mitigación que puedan considerarse en la NDC y otras variables relevantes para la proyección de emisiones y absorciones de GEI del sector.

Para esto, se tienen en consideración los procesos recientes, y/o vigentes que levantan información del sector tanto como los potenciales hitos o actividades relevantes que visualicen los actores o las autoridades asociadas al sector UTCUTS y que puedan influir en la trayectoria del balance de emisiones.

Se han analizado la (1) Estrategia Climática de Largo Plazo, (2) Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) de CONAF, (3) Proceso de diálogos “Más Bosques y Ecosistemas Sustentables”, (4) Proceso de levantamiento de visión sectorial de largo plazo de MMA y MINAGRI (5) Encuestas al sector forestal.

Se entregan los antecedentes de cada una de estas iniciativas y luego se realiza el análisis de estas en relación al corto y largo plazo.

##### 4.1.1.2 ANTECEDENTES

###### 4.1.1.2.1 ESTRATEGIA CLIMÁTICA DE LARGO PLAZO (ECLP)

Chile presentó en la COP26 su Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) cumpliendo con lo establecido en el artículo 4(19) del Acuerdo de París, que señala que las partes deberían formular sus ECLP tomando en cuenta el objetivo de temperatura establecido en dicho acuerdo (Ministerio de Medio Ambiente, 2021a)

La ECLP es el instrumento orientador de la política climática para alinearla con la visión y meta de largo plazo definida para Chile y propuesta en la Ley Marco de Cambio Climático, que establece donde se debe llegar hacia mediados de siglo para ser coherentes con los esfuerzos mundiales de evitar el aumento de temperatura global tal como establece el Acuerdo de París. Chile se ha comprometido a alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI y aumentar su resiliencia a más tardar al 2050, lo que requiere de un esfuerzo de coordinación y sinergia sin precedente en materia de política ambiental en el país (Ministerio de Medio Ambiente, 2021a).

Esta estrategia, junto con la NDC, corresponden a los instrumentos de gestión del cambio climático de mayor jerarquía a nivel nacional, estableciendo objetivos, metas y lineamientos de mediano y largo plazo en materia de cambio climático a nivel nacional, sectorial y subnacional. La ECLP busca que todos los territorios y sectores de la economía nacional incorporen el cambio climático en su gestión diaria y en su planificación en el corto,

mediano y largo plazo, en virtud de las bases legales que propone la Ley Marco de Cambio Climático, para una gestión eficaz del cambio climático (Ministerio de Medio Ambiente, 2021a).

En 2019 el gobierno de Chile anunció que el país se convertirá en carbono neutral, a más tardar, el 2050 siguiendo con las recomendaciones de la ciencia y en línea con el Acuerdo de París. Este anuncio se materializó en la meta establecida en el artículo 4 del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, con el objetivo desarrollar un sistema legal robusto para fortalecer la política climática como una política de Estado, estableciendo la meta de la carbono neutralidad a más tardar al 2050 como vinculante y la obligación de revisarla cada 10 años (Ministerio de Medio Ambiente, 2021a).

Chile ha establecido su meta de carbono neutralidad en la Ley Marco de Cambio Climático, esta meta contempla una ambiciosa reducción de emisiones al año 2050 pasando de 130 millones ton CO<sub>2</sub> eq (en el escenario de referencia) a 65 millones ton CO<sub>2</sub> eq en el escenario de carbono neutralidad de acuerdo con los análisis elaborados en 2019 para la NDC vigente y la ECLP, donde el sector forestal cumple un rol importante, porque es a partir de las capturas del sector forestal que se proyecta avanzar a la neutralidad de las emisiones (Ministerio de Medio Ambiente, 2021a).

La ECLP indica que respecto a las capturas del sector forestal requeridas para alcanzar la meta de carbono neutralidad, es importante mencionar que Chile deberá aumentar y mantener los sumideros de carbono, considerando además los múltiples servicios ecosistémicos que proveen. De acuerdo a las proyecciones desarrolladas para el compromiso de la Carbono Neutralidad, será necesario tener y mantener un nivel de captura de carbono de aproximadamente 65 millones ton CO<sub>2</sub> eq. Para lograrlo se deben considerar acciones que permitan aumentar la biomasa forestal y reducir la incertidumbre de dichas capturas tal y como lo indica la NDC (2020) en el numeral 6.2 de los componentes de integración. La carbono neutralidad depende fuertemente de lograr mantener las capturas de carbono de nuestros bosques en 65 Mton CO<sub>2</sub> al año 2050, para lograrlo el sector forestal contempla objetivos y metas que buscan disminuir factores de incertidumbre como son: incendios Forestales, bajo rendimiento/crecimiento de los bosques, alta frecuencia de cosecha forestal; entre otros. En el desarrollo de estas acciones y medidas, se observarán los criterios generales establecidos en el Pilar Social de Transición Justa y Desarrollo Sostenible de la NDC actualizada al 2020, como los criterios específicos considerados para los compromisos de integración presentados para el sector UTCUTS (Ministerio de Medio Ambiente, 2021a).

Por otra parte, en cuanto a los objetivos y metas sectoriales de largo plazo que aparecen en la ECLP y que se vinculan al sector UTCUTS, se destacan:

*Objetivo 6: Fomentar iniciativas enfocadas a evitar y/o disminuir la deforestación y la degradación de los recursos vegetacionales, aportando en la mitigación y adaptación al cambio climático, reduciendo la ocurrencia y riesgo de incendios forestales para alcanzar un armónico crecimiento económico, social y ambiental.*

- **Vinculación proyecciones corto plazo:** La actual NDC tiene una meta de reducción del 25 % de las emisiones por degradación y deforestación de bosque nativo respecto al Nivel de Referencia Período 2001-2013 y en la ECLP aparece como la meta 6.1.
- **Vinculación proyecciones largo plazo:** Meta 6.4: Al 2050, mantener el porcentaje de reducción de emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo alcanzado al año 2030.

*Objetivo 7: Fomentar el manejo y conservación de los recursos vegetacionales nativos (bosques y formaciones xerofíticas) y humedales,50 | orientándolo hacia la producción de bienes y servicios ecosistémicos, conservación de la naturaleza y las necesidades de las comunidades locales.*

- **Vinculación proyecciones corto plazo:** Meta 7.1, al 2030, se habrá recuperado y manejado sustentablemente 200.000 hectáreas de bosques nativos.
- **Vinculación proyecciones largo plazo:** Meta 7.2, al 2050, se habrán manejado sustentablemente y recuperado las superficies necesarias de bosques nativos, para lograr la carbono neutralidad comprometida en la NDC.

*Objetivo 8: Potenciar iniciativas que aumenten la creación de bosques y la cobertura permanente de recursos vegetacionales en zonas prioritarias de restauración a escala de paisajes, aumentando la resiliencia y disminuyendo la vulnerabilidad de comunidades y territorios.*

- **Vinculación proyecciones corto plazo:** Meta 8.2, al 2030, forestar 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación, y en general, observando los criterios establecidos en la NDC de Chile actualizada al 2020, Contribución en Integración – UTCUTS – Bosques (I5).
- **Vinculación proyecciones largo plazo:** Meta 8.3, al 2050, se habrán forestado las superficies necesarias por el sector forestal para lograr la carbono neutralidad al 2050 comprometida en la NDC.

#### 4.1.1.2.2 TALLER SECTORIAL LARGO PLAZO - MINISTERIO DE AGRICULTURA Y MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

En el marco del proceso de actualización de las NDC que se está desarrollando en el presente año, el Ministerio de Medio Ambiente junto al Ministerio de Agricultura y entidades asociadas, convocaron a una instancia participativa para recopilar insumos técnicos sobre los escenarios de largo plazo del sector forestal, en el contexto de la meta nacional de carbono neutralidad.

Considerando las actualizaciones del inventario nacional de GEI, en particular del sector UTCUTS desde el año 2020 a la fecha, es necesario recalculer las posibles trayectorias para el cumplimiento del compromiso nacional de carbono neutralidad. Además, estos escenarios deben reconsiderar la pertinencia de los supuestos de mitigación considerados el año 2020, que definían la trayectoria del sector alcanzando absorciones netas de 65 Mt CO<sub>2</sub>eq el año 2050 (Ministerio del Medio Ambiente, 2020). Esta pertinencia está determinada, entre otros factores, por los avances de los compromisos actuales adquiridos en el sector, las expectativas de cumplimiento de corto plazo, y las expectativas o visiones de largo plazo del sector.

A partir de este requerimiento, y considerando que hay una serie de procesos participativos en curso respecto del sector forestal, el MINAGRI y el MMA generaron una instancia (taller) con actores que posean conocimientos técnicos en materia de prospección en el formato de un seminario que permita discutir sobre escenarios de largo plazo del sector forestal en contexto de la actualización de la NDC y en función de este relato, comenzar a desarrollar el trabajo de diseño y cuantificación de los escenarios prospectivos que nos señalen los requerimientos de mitigación nacional de la carbono neutralidad de todos los sectores emisores y sumideros del país.

MINAGRI y MMA realizaron dos talleres con actores del sector, el primero se realizó en formato online y el segundo presencial. En ambos talleres, se utilizó una metodología participativa para identificar los principales

desafíos, barreras, oportunidades y amenazas presentes en el sector forestal para cumplir con las metas del sector UTCUTS.

El resumen de los resultados del taller se presentan en el Anexo 7.1 de este documento, se destaca del primer taller que los temas que fueron más relevantes fueron la falta de financiamiento e incentivos para la forestación, los desafíos de coordinación entre actores, el MRV de metas y compromisos, los incendios forestales como una de las principales amenazas a los bosques como sumideros de carbono, y las oportunidades que existen en el manejo bosque nativo y los usos de la madera como un depósito importante de carbono.

En el segundo taller se destaca nuevamente como tema importante que las medidas actuales prometidas por el sector en la NDC (200 mil ha de forestación y 200 mil ha de bosque nativo manejado al 2030) no son suficientes para alcanzar la carbono neutralidad, por lo que, ante la consulta de incluir nuevas medidas vinculadas al largo plazo, los temas más destacados en la visión a largo plazo son:

- La incorporación de acciones de prevención de incendios forestales, que aseguren la mantención de los bosques como sumideros de carbono.
- La incorporación de un Pago por Servicios Ambientales de forma complementaria, entendiendo que ayudaría a impulsar acciones para mantener e incorporar nuevos bosques que este capturando carbono como un servicio ambiental.
- Creación de capacidades en el manejo de bosques nativos en propietarios/as, para impulsar el manejo y recuperación de bosque nativo en complemento a lo que ya se realiza a través de la ley 20.283.
- Generar una clasificación de los bosques según su potencial de uso (productivo, semi-productivo, no productivo) para hacer ordenamiento territorial
- Alargar la edad de rotación de las plantaciones con fines de captura de carbono, más allá del óptimo económico
- Fortalecimiento del componente local de los instrumentos, por ejemplo, mediante inclusión de gobiernos locales en las iniciativas del sector forestal.
- Incorporar la construcción en madera y uso de productos de madera en la NDC.

#### 4.1.1.2.3 ENCUESTA A ACTORES DEL SECTOR

Se elaboró una encuesta online a actores del sector, con el objetivo de evaluar la percepción del avance de las medidas forestales de la NDC, como meta de corto plazo, e indagar medidas adicionales que pudieran considerarse en la visión de largo plazo. La encuesta fue enviada a un total de 55 actores, escogidos mediante criterio experto que representaran a distintos segmentos del sector forestal (representantes de instituciones asociadas a la academia, instituciones gubernamentales, organizaciones o empresas privadas, y ONGs o similares) y excluyendo a aquellos actores que participaron en el taller sectorial de largo plazo realizado por MINAGRI-MMA (4.2.4), para evitar doble representación. La encuesta fue reenviada entre actores del sector forestal, lo cual aumentó el número de encuestados. El total de respuestas a la encuesta fue de 42 personas.

Las preguntas de la encuesta fueron

1. ¿Conoce Ud. el instrumento de las Contribuciones Nacional Determinadas (NDC)?
2. ¿Esta Ud. relacionado/a con algunas de las siguientes organizaciones (Institución asociada a la academia, Institución gubernamental, ONG o similar, Organización o empresa privada)

3. Es el ámbito de su accionar de índole... (Productivo, Investigación, Gestión de recursos, Política pública)
4. Chile ha comprometido en la actual NDC, tres metas que vinculan al sector forestal para cumplir en el año 2030, forestar 200 mil hectáreas, 200 mil ha de manejo y recuperación de bosque nativo y reducción del 25 % de las emisiones promedio del período 2001-2013. En el año 2022, Chile informó en su 5to informe Bienal que en dos años de la NDC (2020 y 2021) se llevaba un avance de 0,29 % y 2,34 % para las superficies de forestación y manejo respectivamente. Según su percepción, ¿cuán exitosa ha sido la implementación de las metas forestales referentes a la NDC (200.000 ha de forestación y 200.000 ha bajo manejo forestal sostenible) hasta el momento en el país?
5. Indique tres factores que contribuyen a la implementación de las metas forestales referentes a la NDC en el país. Ordene los factores según el orden de importancia que les atribuye.
6. Indique tres factores que identifica como principales barreras a la implementación de las metas forestales referentes a la NDC en el país. Ordene los factores según el orden de importancia que les atribuye.
7. Respecto a las metas presentadas en la próxima actualización de la NDC, en su opinión, ¿cuál de las siguientes alternativas le parecería adecuada?
8. ¿Le parece que las actuales medidas del sector forestal son suficientes para aportar hacia la carbono neutralidad o deberían incluirse nuevas medidas de mitigación? ¿Cuáles serían estas nuevas medidas?
9. A su juicio, ¿existen temáticas que le parecería importante incluir en la próxima actualización de la NDC para el sector UTCUTS? Mencione el porqué de su importancia y el impacto que tendrían en la NDC.

Los resultados se sistematizaron en planilla Excel, para aquellas preguntas donde se solicitó ordenar temas en orden de importancia, se fabricó un índice entre 3 (mayor importancia) y 1 (menor importancia), el cual se ponderó para establecer los temas de mayor relevancia. Debido a diferencias en la interpretación de la pregunta 5 (factores que contribuyen versus factores que contribuirían), esta no se ponderó de forma cuantitativa, si no que se analizó a modo de relato.

A modo general, la encuesta realizada da cuenta de una percepción de fracaso o fallo en el cumplimiento de las metas establecidas en la NDC en el sector UTCUTS por parte de los/as actores/as del sector forestal en Chile. En el presente apartado se presentan las principales razones asociadas a esta percepción y las propuestas que fueron levantadas por los/as actores/as para la actualización de la próxima NDC. Los principales resultados de la encuesta se presentan a continuación.

#### 4.1.1.2.3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ENCUESTADOS

La pregunta 1 *¿Conoce Ud. el instrumento de las Contribuciones Nacional Determinadas (NDC)?* estuvo destinada a reflejar el conocimiento que se tiene en el sector forestal sobre este compromiso. Se obtuvo que la mayoría de los encuestados sí tienen conocimiento de la iniciativa, siendo la gran mayoría de sectores distintos del productivo (investigación, gestión pública, etc), mientras que en el sector productivo prepondera el desconocimiento de la NDC (Figura 1).

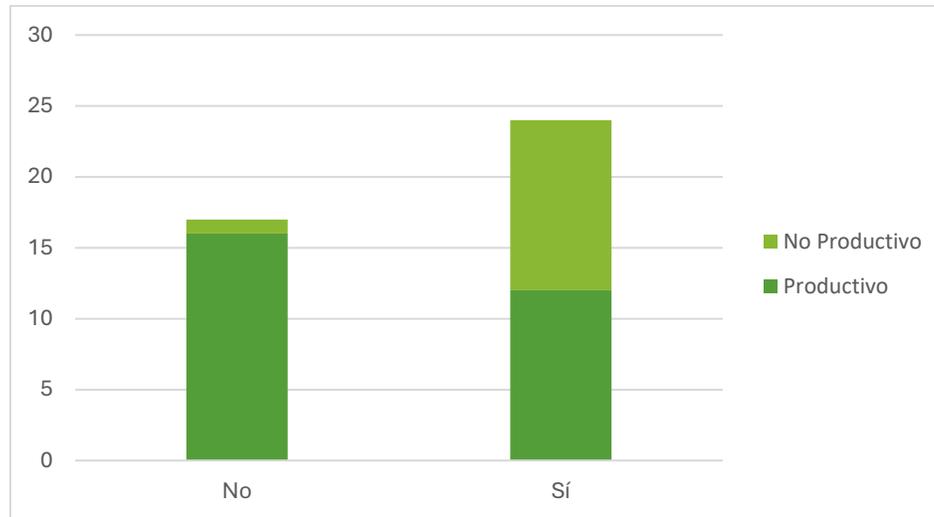


Figura 1. Conocimiento de la NDC, separado por sector productivo y no productivo

Las preguntas 2 y 3 (¿Esta Ud. relacionado/a con algunas de las siguientes organizaciones (Institución asociada a la academia, Institución gubernamental, ONG o similar, Organización o empresa privada) y ¿Es el ámbito de su accionar de índole... (Productivo, Investigación, Gestión de recursos, Política pública)? tuvieron como objetivo tener una descripción de los actores sobre su ámbito de desempeño y accionar.

Respecto a la naturaleza de la institución que acogió a los/as actores/as encuestados/as (Figura 2), se tuvo participación mayoritaria del sector privado, y las instituciones gubernamentales, mientras que la academia y las ONGs tuvieron representaciones más acotadas (2% cada una).

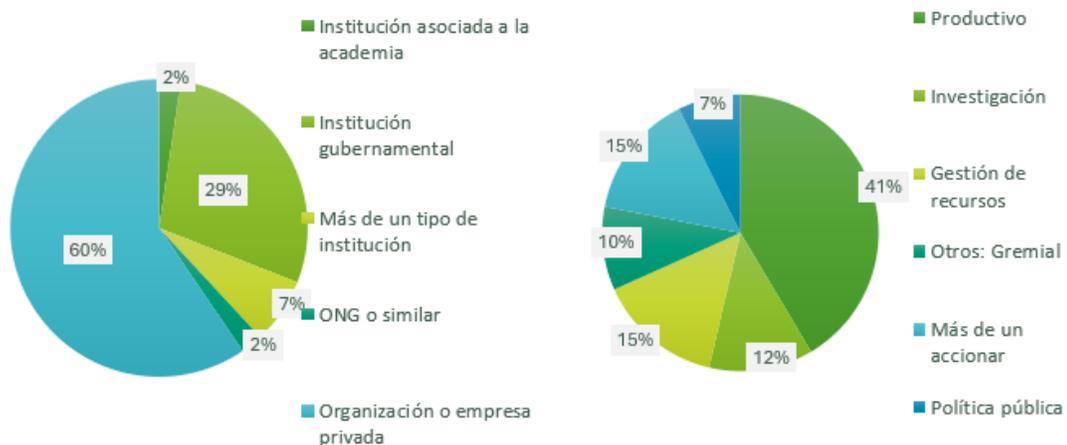


Figura 2. Naturaleza de la institución a la que pertenece el/la encuestado/a (izquierda) y ámbito de accionar del/la encuestado/a (derecha)

El accionar que tuvieron los/as actores/as dentro del sector fue predominantemente productivo (41%), con una participación relativamente pareja de otros accionares como investigación, política pública y gestión de recursos (Figura 2).

#### 4.1.1.2.3.2 PERCEPCIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE METAS NDC HASTA LA ACTUALIDAD

En cuanto al éxito que se le atribuye a la implementación de las metas forestales de la NDC (*Pregunta 4: Chile ha comprometido en la actual NDC, tres metas que vinculan al sector forestal para cumplir en el año 2030, forestar 200 mil hectáreas, 200 mil ha de manejo y recuperación de bosque nativo y reducción del 25 % de las emisiones promedio del período 2001-2013. En el año 2022, Chile informó en su 5to informe Bienal que en dos años de la NDC (2020 y 2021) se llevaba un avance de 0,29 % y 2,34 % para las superficies de forestación y manejo respectivamente. Según su percepción, ¿cuán exitosa ha sido la implementación de las metas forestales referentes a la NDC (200.000 ha de forestación y 200.000 ha bajo manejo forestal sostenible) hasta el momento en el país?*), los resultados muestran una tendencia muy marcada a una percepción muy fallida (60%, Figura 3).

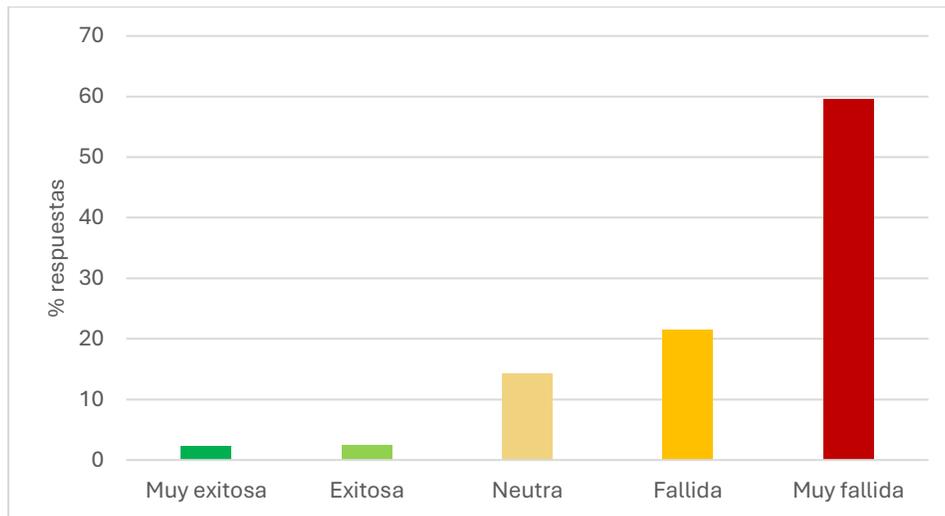
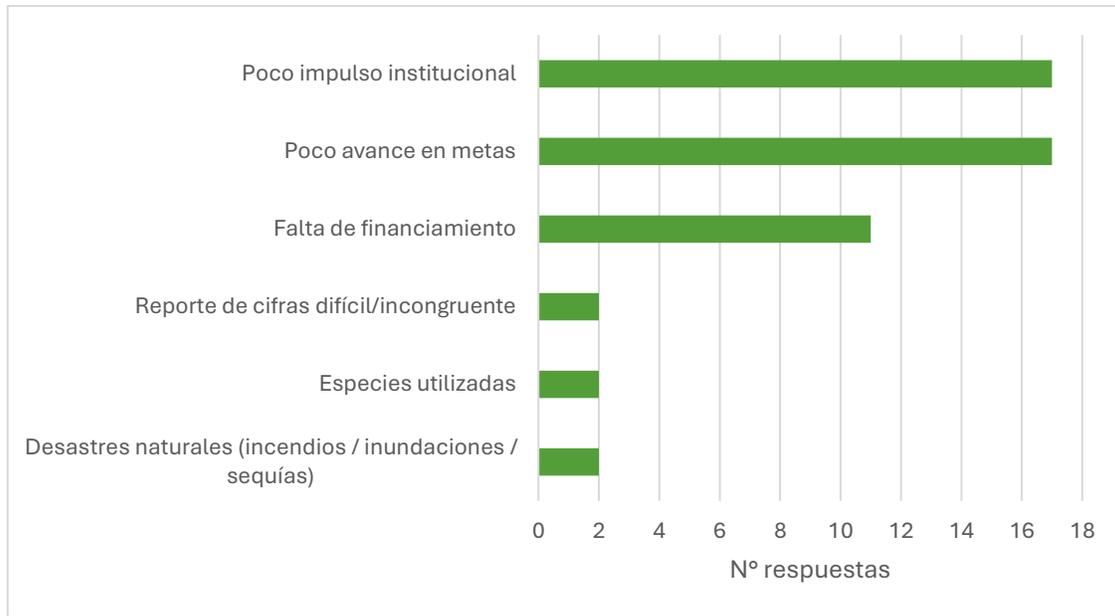


Figura 3. Percepción del éxito/fracaso de la iniciativa

Los temas recurrentes nombrados para justificar esta percepción fueron el poco avance en las metas, el escaso impulso institucional, y la falta de financiamiento, entre otros (Figura 4).



**Figura 4. Temas recurrentes a los que se atribuye la percepción de éxito o fracaso de la NDC en el sector UTCUTS**

Analizando los factores que se perciben como contribuyentes al éxito de la iniciativa (*Pregunta 5: Indique tres factores que contribuyen a la implementación de las metas forestales referentes a la NDC en el país. Ordene los factores según el orden de importancia que les atribuye*), se mencionan las leyes, planes y estrategias generadas (e.g. Proyecto +Bosques, programas de reactivación y siembra por Chile), los aprendizajes obtenidos de proyectos piloto, la conciencia y justificación social, ambiental y económica de la importancia de las acciones forestales de mitigación, y la gran superficie de bosque nativo que se tiene como país. No se encontraron diferencias importantes entre los temas recurrentes en los diferentes ámbitos de accionar y sectores encuestados.

En cuanto a las barreras a la implementación (*Pregunta 6: Indique tres factores que identifica como principales barreras a la implementación de las metas forestales referentes a la NDC en el país. Ordene los factores según el orden de importancia que les atribuye*), el factor percibido como más restrictivo es la insuficiencia de instrumentos de financiamiento (Figura 5). Otro factor recurrente es la burocracia estatal, el uso de especies y las restricciones que conlleva, la falta de coordinación dentro del sector, y la falta de capacidades.



Figura 5. Barreras a la implementación del NDC en el sector UTCUTS, ponderadas según orden de importancia.

Las barreras percibidas variaron entre el sector productivo y los sectores distintos del productivo (investigación, política pública, gestión de recursos). Si bien ambos sectores indican la falta de financiamiento como una barrera de gran importancia el sector no productivo lo percibe como la barrera de mayor peso, mientras que el sector productivo percibe a los temas sensibles del territorio (terrorismo, falta de seguridad, conflictos relacionados a temáticas indígenas) como la mayor barrera a la implementación de la NDC (Figura 6). Por otra parte, el sector productivo le atribuye también gran importancia a la burocracia estatal (20), mientras que el sector no productivo lo percibe como una barrera menos importante (4). El sector no productivo no menciona la naturaleza nativa/exótica de las especies como una barrera, mientras que para el sector productivo es una barrera de peso (20).

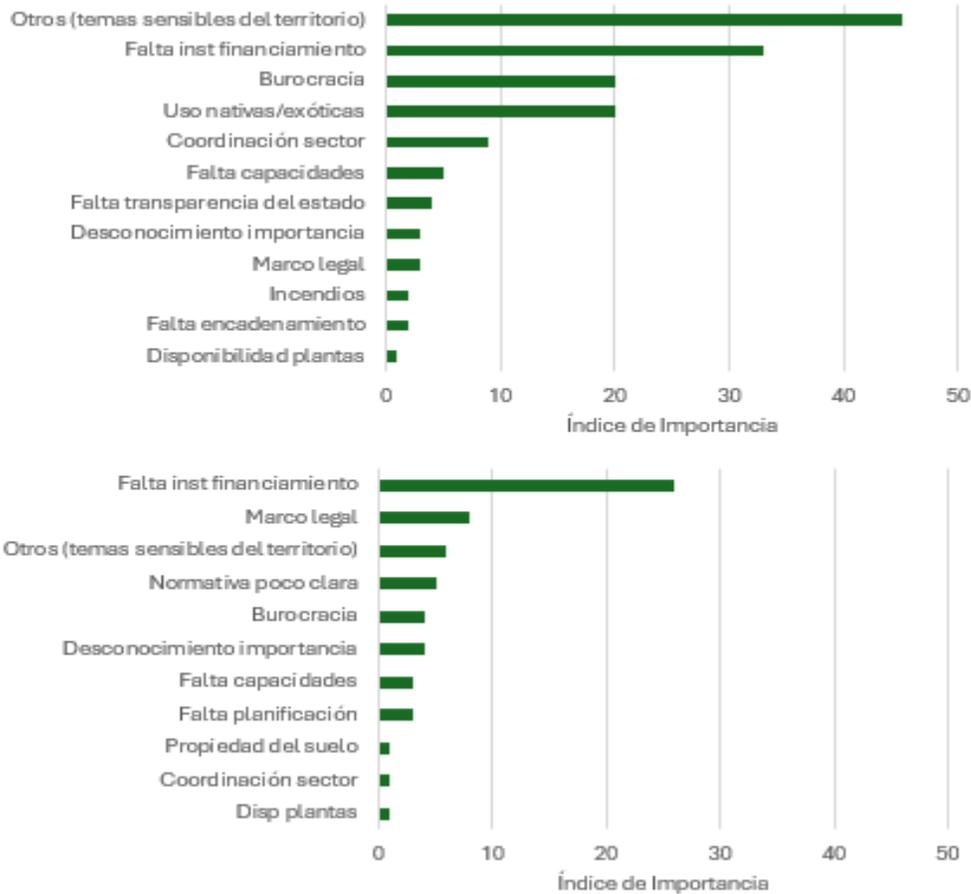


Figura 6. Importancia atribuida a las barreras de forma recurrente. Percepción del sector productivo (arriba) y del sector no productivo (abajo)

#### 4.1.1.2.3.3 ACTUALIZACIÓN DE LA NDC

Las recomendaciones de los/as encuestados/as se recopilaron mediante la pregunta 7 (*Respecto a las metas presentadas en la próxima actualización de la NDC, en su opinión, ¿cuál de las siguientes alternativas le parecería adecuada?*). Existió entre los/as encuestados/as una preferencia por no aumentar ni disminuir la ambición en la NDC (Figura 7), sin embargo, esta tendencia muestra un rango amplio, dado que las dos opciones más extremas (aumentar o disminuir la ambición de forma importante), obtuvieron también porcentajes de aceptación importantes.

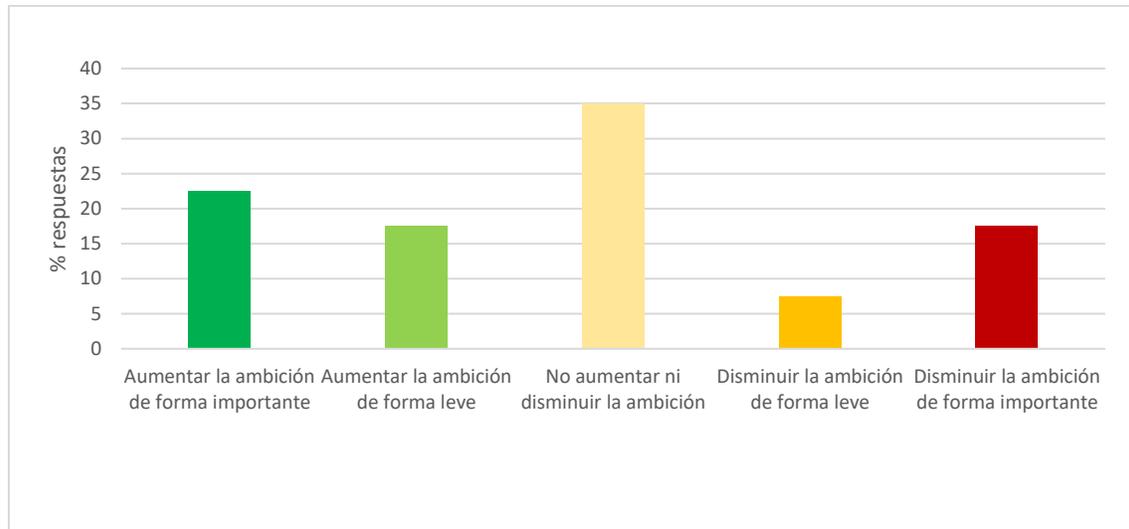


Figura 7. Recomendación respecto a la ambición en las metas de la próxima NDC

Analizando con mayor profundidad la naturaleza de las respuestas de recomendación de ambición de la NDC, se tiene que entre las personas que conocen la NDC (Pregunta 1) preponderó con mayor fuerza la recomendación de no disminuir ni aumentar la ambición, seguida por un aumento leve de la ambición (Figura 8). Esto indicaría que una parte importante de las respuestas de “aumentar la ambición de forma importante” para el total de los encuestados provendría de personas que no conocen la NDC, por lo cual es posible inferir que la recomendación de aumentar ambición no necesariamente se referiría a aumentar la meta en sí, si no a otras interpretaciones de la palabra “ambición”.

Respecto a los intereses de ambición que representa cada sector (productivo versus no productivo, Figura 9), se observó que el sector productivo recomendó recurrentemente la neutralidad en la ambición (no aumentar ni disminuir la ambición), pero como segundo, recomendó aumentar fuertemente la ambición.

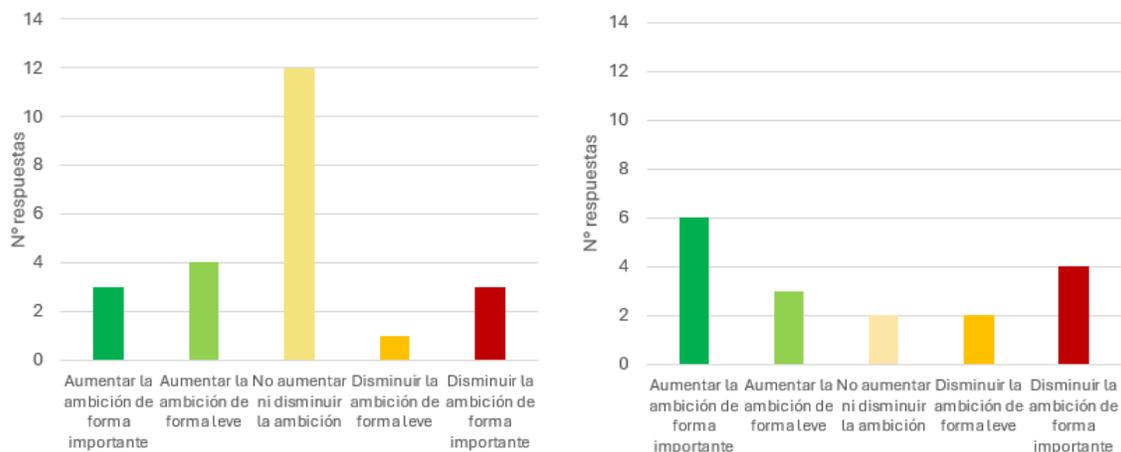


Figura 8. Recomendación de encuestados/as con conocimiento de la NDC (izquierda) y sin conocimiento de la NDC (derecha)

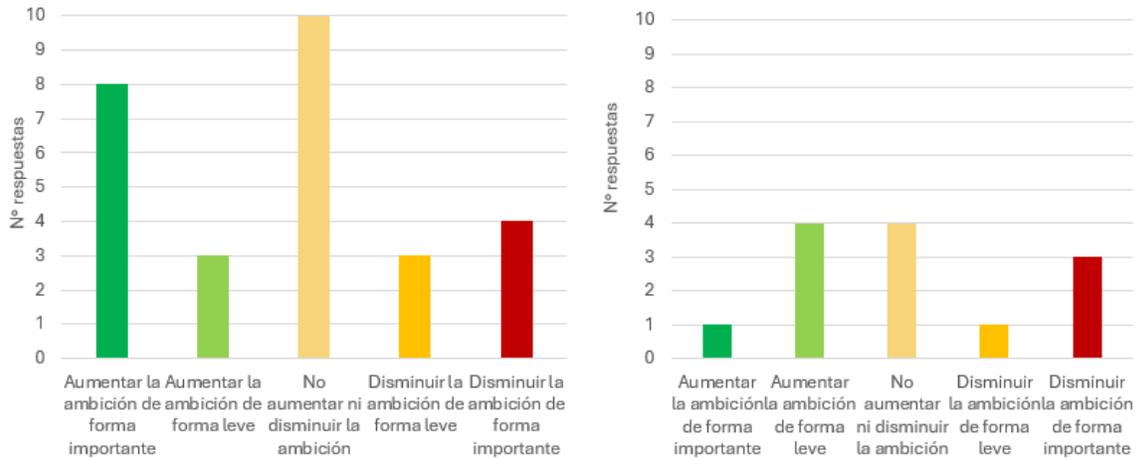


Figura 9. Recomendaciones respecto a la ambición de sector productivo (izquierda) y no productivo (derecha)

En cuanto a la suficiencia de las medidas contenidas en la NDC actuales en el sector UTCUTS, (*Pregunta 8: ¿Le parece que las actuales medidas del sector forestal son suficientes para aportar hacia la carbono neutralidad o deberían incluirse nuevas medidas de mitigación? ¿Cuáles serían estas nuevas medidas?*) la respuesta más recurrente (9 respuestas) fue que las metas actuales ya son suficientes. Entre los temas que se sugieren como factores a considerar (*Pregunta 9: A su juicio, ¿existen temáticas que le parecería importante incluir en la próxima actualización de la NDC para el sector UTCUTS? Mencione el porqué de su importancia y el impacto que tendrían en la NDC*), se incluye el aumento en el uso de madera y de cubierta boscosa (Figura 10), al igual que la prevención de incendios.

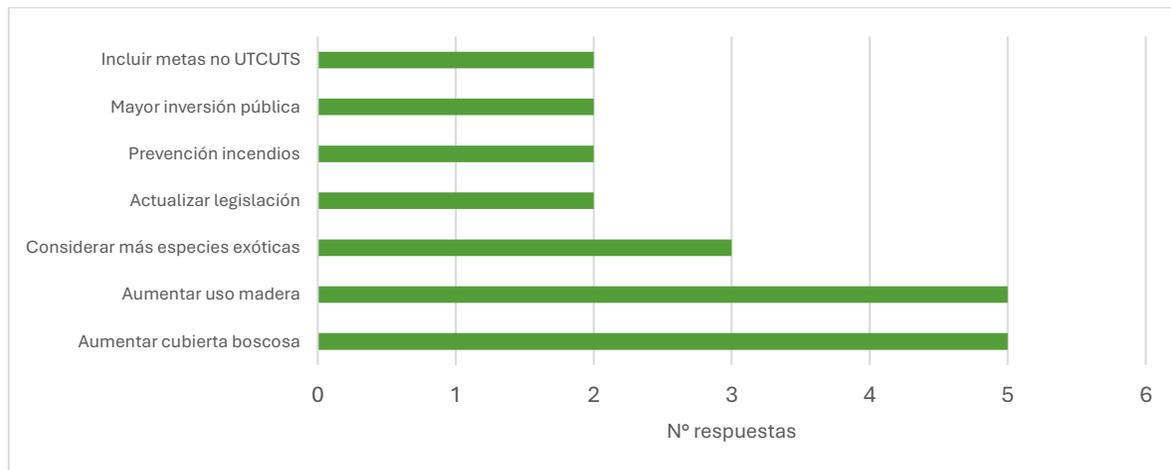


Figura 10. Temas y/o factores nuevos a considerar

Otros temas que se abordan son la inclusión de especies exóticas en la contabilidad de carbono, y otras referentes al marco legal, la mayor inversión pública e inclusión de otras metas no UTCUTS.

#### 4.1.1.2.4 OTROS PROCESOS

##### 4.1.1.2.4.1 ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Y RECURSOS VEGETACIONALES (ENCCRV)

En respuesta a los desafíos globales de sustentabilidad, Chile ha ratificado los compromisos de la Cumbre de la Tierra realizada en Río de Janeiro en el año 1992, como la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Chile también es signatario de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) suscritos en el año 2015 (ONU, 2024). En este contexto, CONAF en su calidad de punto focal de REDD+<sup>1</sup> realiza las gestiones para avanzar en las directrices que emanan de la CMNUCC que buscan reducir emisiones por deforestación, degradación forestal y aumentar los reservorios de carbono forestal, el manejo sustentable y la conservación, enfoque de políticas conocido como REDD+.

De esta forma, CONAF elabora la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) que está alineada con los compromisos internacionales y nacionales asumidos por el país (CONAF, 2016a) y se vincula directamente con los cuatro ejes estratégicos y las metas planteadas en la Política Forestal 2015-2035. La ENCCRV es un instrumento de políticas públicas fundamental para cumplir los compromisos asumidos por Chile en materia de cambio climático, desertificación, degradación de las tierras y sequía. El objetivo general de la ENCCRV es “disminuir la vulnerabilidad social, ambiental y económica que genera el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía sobre los recursos vegetacionales y comunidades humanas que dependen de éstos, a fin de aumentar la resiliencia de los ecosistemas y contribuir a mitigar el cambio climático, fomentando la reducción y captura de emisiones de gases de efecto invernadero en Chile” (CONAF, 2016a).

La ENCCRV considera tres fases de desarrollo, fase de preparación, fase de implementación y fase de pago por resultados. Todo este trabajo está acorde a lo dispuesto por REDD+ en la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. En la fase de preparación, el país presentó voluntariamente en 2016 sus Niveles de Referencia de Emisiones Forestales/Nivel de Referencia Forestales (NREF/NRF) subnacional (CONAF, 2016b) y en el 2023 presentó una actualización y ampliación de este NREF/NRF, con enfoque nacional, considerando la distribución desde Coquimbo a Magallanes (CONAF, 2023).

Dentro de la etapa preparación de la ENCCRV, se establecieron metas diferenciadas entre adaptación y mitigación para el periodo 2017-2025, las cuales corresponden a:

---

<sup>1</sup> REDD+ es un mecanismo de mitigación del cambio climático, desarrollado bajo la CMNUCC que busca reconocer y proveer incentivos positivos a los países en vías de desarrollo para proteger sus recursos forestales, mejorar su gestión y utilizarlos de manera sostenible con el fin de contribuir a la lucha global contra el cambio climático y sus efectos. REDD es el acrónimo para referirse a “la Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la Deforestación y Degradación de los bosques”, a la que posteriormente se sumaría el “+”, a raíz de la 16° Sesión de la COP realizada en Cancún, México el año 2010, pasando a conocerse como REDD+, por la inclusión de la conservación de las reservas forestales de carbono, la gestión sostenible de los bosques y el incremento de las reservas forestales de carbono.

**Mitigación:** Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la degradación y deforestación en un 20% al año 2025, en base a las emisiones del periodo 2001-2013, así como aumentar la capacidad de los recursos vegetacionales como sumidero de carbono.

**Adaptación:** Reducir la vulnerabilidad asociada al riesgo de degradación de las tierras a través del manejo de los recursos vegetacionales, mediante la intervención de al menos 264.000 hectáreas, de forma directa entre 2017 y 2025. El aporte a la disminución de la vulnerabilidad se evaluará en términos de indicadores asociados a biodiversidad, provisión de servicios ecosistémicos como el suministro y regulación de los caudales y calidad de agua, así como también productividad de los suelos.

En la actualización de la NDC (Ministerio de Medio Ambiente, 2020), además se incluyó una meta para el corto plazo, año 2030, de “reducir las emisiones del bosque nativo en un 25 % al 2030, considerando las emisiones promedio entre el período 2001-2013”. Para esto de acuerdo a la NDC se considerarán las acciones propuestas en la ENCCRV:

- a) Potenciar modelos de gestión en prevención de incendios forestales y restauración de áreas quemadas.
- b) Potenciar modelos de gestión de sustentabilidad del uso de recursos naturales.
- c) Aplicar modelos de gestión para compatibilizar la ganadería con la conservación del bosque.
- d) Fortalecer la protección fitosanitaria en los recursos vegetacionales nativos.
- e) Gestión adaptativa de recursos vegetacionales al cambio climático, desertificación, degradación de las tierras y sequía.
- f) Ajuste normativo y desarrollo agropecuario compatible con los recursos vegetacionales.
- g) Apoyo al sector forestal.

Entre los avances que se están realizando en el contexto de la ENCCRV, se destaca el “Proyecto +Bosques, juntos contra el cambio climático” (+Bosques, 2022), que es una iniciativa financiada por el Fondo Verde para el Clima, liderada por el Ministerio de Agricultura de Chile, a través de CONAF, e implementada en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Con una inversión de más de 60 millones de dólares, el proyecto +Bosques ejecuta, desde 2021, acciones para gestionar de manera sustentable más de 25 mil hectáreas de bosque nativo en 6 regiones de Chile, generando con ello beneficios sociales, ambientales y económicos para cerca de 90 mil personas en las regiones de El Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Con el proyecto +Bosques se materializa la ejecución de proyectos relacionados a forestación, restauración, silvicultura preventiva de incendios forestales y gestión sustentable de bosque nativo, con foco en mujeres, pueblos originarios y personas pertenecientes a sectores socioeconómicos vulnerables. En la última versión del año 2023, el Concurso Público adjudicó 464 proyectos entre las regiones del Maule y Los Lagos. Este sistema de financiamiento indirecto, no monetario, es parte del aporte y las acciones que Chile está realizando para el cumplimiento de los compromisos internacionales establecidos en su Contribución Nacional Determinada (NDC) a través de la adjudicación y ejecución de proyectos entre las regiones mencionadas, ya que al año 2026 se espera lograr gestionar de manera sustentable más de 25 mil hectáreas de bosque nativo, según lo establecido en la meta del Proyecto +Bosques (CONAF, 2024).

#### 4.1.1.2.4.2 PROCESO DE DIÁLOGOS “MÁS BOSQUES Y ECOSISTEMAS SUSTENTABLES”

El objetivo del proceso Más Bosques y Ecosistemas Sustentables fue generar una estrategia de desarrollo para el sector forestal al 2050 de consenso, que describa la visión a la que se aspira, los principios que orientan su

accionar y que suscriben los distintos representantes que son invitados a participar de su construcción (ODEPA, 2024a).

Para ello, se realizaron dos reuniones en el mes de enero de 2024, con representantes de Minagri (CONAF, ODEPA, INFOR), y de organizaciones representativas del sector forestal, en este caso representantes de comunidades indígenas como ANAMURI, asociaciones gremiales como CORMA, representantes del proyecto +Bosques, FSC, AMUR, SOCECOL, CTF, AMUR, Aprobosque, Desafío Forestal para un Chile Sostenible, y la Comisión para la Paz y Entendimiento.

Se utilizó una metodología de focus group, donde la primera reunión se destinó a la co-construcción de la visión, mediante la interacción e intercambio de opiniones en función de preguntas centrales, mientras que la segunda tuvo como objetivo co-construir una propuesta de ejes, objetivos estratégicos y líneas de acción para la nueva Estrategia de desarrollo forestal, mediante la interacción e intercambio de opiniones en función de preguntas centrales.

En principio, para este proceso se contemplaron tres etapas, a extenderse durante seis meses (enero a junio de 2024). Sin embargo, a julio de 2024, este proceso se encuentra en pausa, siendo las reuniones de enero las últimas de las que se tiene información. No ha sido anunciada una recalendarización de las actividades del proceso, mientras se trabaja en otras instancias para abordar los desafíos del sector (Jaime Giacomozzi, comunicación personal).

El proceso arrojó como primer resultado (primera reunión) una propuesta de visión para el sector forestal “Al 2050 el sector forestal chileno es reconocido como un sector estratégico que impulsa su desarrollo económico, ambiental y el bienestar social e intercultural de las personas que trabajan y habitan los territorios, con la provisión de sus productos y servicios ecosistémicos, mediante la conservación, el manejo forestal sustentable, la innovación, fortaleciendo la construcción de paisajes resilientes al cambio climático” (ODEPA, 2024a).

Respecto a los resultados de la segunda reunión (ODEPA, 2024b) se obtuvieron observaciones respecto a la Estrategia, que se listan a continuación.

- Se debe replantear la estructura en que está planteada la estrategia, debido a que no se logra a dimensionar.
- Los objetivos deben ser más precisos y deben apuntar a acciones concretas.
- Se debe plantear un texto más breve, debido a que si es muy amplio se diluyen las acciones.
- Las Definiciones o conceptos deben estar incorporados en el documento.
- Se sugiere agregar como línea transversal La seguridad de los trabajadores.
- Se entregan sugerencias de redacción de objetivos y acciones que son relevantes incorporar.
- Se entregan sugerencias de ejes estratégicos que podrían ser adicionados a lo ya planteados.

Así, se observa que debido al estado prematuro de los resultados del proceso de Diálogos más bosques y ecosistemas sustentables, no es posible sacar conclusiones robustas que contribuyan a la elaboración de escenarios prospectivos del sector UTCUTS.

#### 4.1.1.2.5 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE VISIONES Y EXPECTATIVAS

Con todos los antecedentes presentados en la sección previa, se realiza un análisis y evaluación de las metas a corto y largo plazo, con la finalidad de dar una guía a las proyecciones del sector que deben realizarse como parte de la consultoría.

##### 4.1.1.2.5.1 VISIÓN A CORTO PLAZO

En relación a las metas de la NDC 2020 de forestación y de superficie de bosque nativo manejado, Chile informó un avance de estas en 5<sup>to</sup> Informe Bienal de actualización (Ministerio del Medio Ambiente, 2022) donde es posible ver que considerando dos años de implementación (2020 y 2021), en la meta de forestación se ha avanzado un 0,29 % con 582.82 ha de forestación, que representa un avance de 0,2 % en términos de absorciones netas. Mientras que, en el caso de la superficie de bosque nativo manejado, el avance en superficie es de 2,34 % con 4.678,8 ha que representa un 3,96 % de avance en la absorción neta. En la formulación de la NDC 2020 (Ministerio de Medio Ambiente, 2020), se esperaba lograr las metas considerando tasas anuales de forestación y de manejo de bosque nativo de 20.000 ha/año por un período de 10 años, y se puede ver que efectivamente el desempeño informado en el 5<sup>to</sup> IBA es muy por debajo de lo que requerido anualmente.

La visión de las personas que participaron tanto en los talleres de MINAGRI-MMA como en la encuesta realizada por esta asesoría, muestran que existe una opinión crítica por parte de los actores a los avances en la implementación de la NDC 2020. Existen bajas tasas de forestación y bajas tasas de superficie manejada en bosque nativo, que afectan directamente a las metas NDC.

Entre las razones de esta baja implementación, para el caso de la **forestación**, los actores atribuyen como una de las principales causas la falta de incentivos financieros para realizar las actividades de forestación. En Chile se alcanzaron valores promedio de 60.000 ha anuales de forestación entre 1990 y 2007, alcanzando máximos de 70.000 ha, desde el 2008 han descendido desde 30.000 ha anuales hasta llegar al 2018 a 1.425 ha de forestación (Rojas *et al*, 2021). En esa tendencia de tasas de forestación tuvo un impacto en las cifras, la política de incentivo a la forestación a través del Decreto ley 701, que bonificaba los costos asociados a la forestación. Desde que se terminó la vigencia de este incentivo a la forestación, ésta disminuyó hasta alcanzar tasas menores a 1.000 ha al año. Entonces, parece importante considerar incentivos financieros que permitan impulsar la forestación, ya que los propietarios no tienen estímulos adicionales para plantar nuevos bosques. En el contexto de la NDC, la forestación es una forma de mejorar las capturas de CO<sub>2</sub>, y debería considerarse un incentivo para este servicio ambiental, como una manera de impulsar las tasas de forestación y lograr las metas de corto plazo de la NDC.

En el caso de las metas de **manejo y recuperación de bosque nativo**, actualmente existe la Ley 20.283 de Recuperación del bosque nativo y fomento forestal, que fue promulgada en el 2008 (Ministerio de Agricultura, 2008), a través de la cual es posible financiar actividades de manejo de bosque nativo, con valores de (a) hasta 5 Unidades tributarias mensuales por hectárea (UTM/ha) para actividades de regeneración, recuperación o protección de formaciones xerofíticas de alto valor ecológico o de bosques nativos de preservación, (b) hasta 5 UTM/ha para la obtención de productos forestales no madereros y (c) de hasta 10 UTM/ha para la obtención de productos madereros (CONAF, 2023). Sin embargo, no se ha logrado un manejo masivo del recurso, entre las razones, se destaca que los pequeños propietarios tienen en promedio más de 60 años y presentan bajo nivel educacional (Reyes, 2017), lo que implica un obstáculo para acceder a beneficios e instrumentos de apoyo ofrecidos por diferentes instituciones del estado (UACH, 2012). En general, el sistema productivo muestra una diversidad de actividades, en las que la ganadería es muchas veces la principal fuente de ingresos

y el bosque nativo es otra fuente de recursos de intervención ocasional, de la que extraen principalmente leña para el consumo doméstico y comercializan los excedentes de manera informal a orilla de camino. Los sistemas productivos varían entre regiones y con ello el rol del bosque para los propietarios, así como los costos asociados a las distintas actividades silvícolas (Reyes, 2017; UBB, 2012). En el último tiempo se han mejorado las tasas de manejo y recuperación de bosques, pero se requiere un impulso adicional, para lograr la meta del corto plazo de la NDC de 200.000 ha en el 2030.

Otra conclusión importante de estos talleres y encuestas, es que no se ven posibilidades de aumentar la ambición en el corto plazo (2030) y es importante centrar los esfuerzos en lograr el cumplimiento de las actuales metas. No obstante, se identifica que las metas actuales de corto plazo son factibles de realizar desde el punto de vista técnico, dado que las capacidades técnicas existen en el país.

De acuerdo a las visiones de los actores del sector (talleres y encuestados) como principales factores que contribuirían la implementación efectiva de estas metas técnicamente factibles, se nombran:

- Fomento a la forestación sin exclusión de especies.
- Modificaciones a la ley de bosque nativo y reglamentos que aumenten la bonificación para la recuperación de bosques y que faciliten la implementación por parte de los pequeños propietarios.
- Avances en el control preventivo de incendios y mayores sanciones a responsables.
- Bonificación económica a propietarios/as productores/as, mediante mirada Bottom-Up para generar una economía de escala sostenible en el tiempo.
- Subsidio para mantención de coberturas forestales permanentes.
- Generación de convenios con empresas para que pequeños propietarios planten, facilitando e.g. aportes en plantas.
- Mejorar el encadenamiento productivo e incentivar los distintos usos de la madera.
- Considerar el efecto de la nueva ley SBAP e inclusión de nuevas especies a carácter protegido, aumentando la superficie de bosque nativo protegido y reduciendo el área efectiva de manejo forestal.

#### 4.1.1.2.5.2 VISIÓN A LARGO PLAZO

La ECLP se elaboró con una proyección del Inventario de gases de efecto invernadero (INGEI) de la serie temporal 1990-2018 que presentó un balance promedio para los últimos 10 años de la serie temporal (2009-2018) de -63,8 Mton CO<sub>2</sub> eq y en la actualización del INGEI 1990-2020 para el mismo período de tiempo este valor promedio disminuyó a -50,0 Mt CO<sub>2</sub> eq (Ministerio de Medio Ambiente, 2021a). Los cambios y actualizaciones que se realizan en los INGEI se deben al mejoramiento continuo de los inventarios, donde se van incluyendo parámetros específicos para el país con actualizaciones de estos y con mejores datos de actividad. Esto genera las diferencias entre los inventarios de gases actuales y los anteriores, incluyendo el que se utilizó para realizar las proyecciones incluidas en la ECLP. Con esta información, se hace evidente que la línea base con la que se proyectaron los compromisos a largo plazo han cambiado y esto podría tener un impacto directo en la ambición de la carbono neutralidad, donde hay una disminución promedio de las absorciones netas del sector UTCUTS 13.8 Mton CO<sub>2</sub> eq.

En este contexto, se busca evaluar acciones adicionales que puedan considerarse en la mirada a largo plazo como parte de posibles escenarios de proyección. Entre los temas más importantes que salieron de los participantes de talleres y encuestados fue el aumento del manejo de bosque nativo con participación de los productos de madera y alargar la edad de rotación de las plantaciones con fines de captura de carbono, más allá del óptimo económico.

El **aumento de la participación de los productos de madera recolectada**, implica aumentar la oferta de productos de madera, lo cual tiene sus dificultades, ya que para el caso del bosque nativo existe una baja participación de los productos madereros provenientes desde este sector, y han perdido cada vez más relevancia dentro de los diferentes segmentos industriales y usos finales a nivel nacional. Así, las cifras de consumo de madera en troza de especies nativas no superan el 1% de participación en los últimos años, si no se hace manejo de los bosques nativos estas superficies no son objeto de contabilidad. Dentro de los múltiples factores asociados a la disminución en el consumo y baja demanda de productos del bosque nativo se encuentran justamente las características que son cubiertas y subsanada por el manejo forestal, i.e., la calidad maderera del recurso, incertidumbre de abastecimiento de las unidades productivas, aspectos legales (planes de manejo), accesibilidad al recurso, escasa agregación de valor e innovación en los productos, aspectos productivos y de secado, factores que impactan en la cadena logística, costos, como en la calidad final de los productos (Rojas *et al*, 2021). Otra arista que se asocia a la pérdida del mercado de las maderas nativas, se relaciona con la entrada de otros materiales sustitutos que la reemplazan en el segmento de la construcción, mercados de apariencia, desarrollo de muebles y decoración, entre otros segmentos que son dominados por materiales como el metal, plásticos, tableros de partículas, fibrocemento y otros (INFOR, 2020).

Actualmente, la leña es el principal producto que se genera del bosque nativo, alcanzando el 46% del consumo total de leña y un 0,5% del consumo total de trozas industriales que se destinan a productos aserrables (INFOR, 2020). Sin embargo, las proyecciones de Martin *et al*. (2020) indican que sería posible aumentar la proporción de madera aserrada, en la gama de productos del bosque nativo, del actual 4% a un 45%. El supuesto de esta cifra es la incorporación continua de nueva superficie al manejo forestal sustentable y un trozado optimizado que prioriza siempre el producto de mayor valor. De esta manera se podría mejorar considerablemente la contribución de las especies nativas al depósito de carbono de los productos de madera recolectada. Por lo tanto, **manejar el bosque nativo para la obtención de productos de madera**, implica un esfuerzo en aumentar el manejo de bosque nativo y por el lado de la demanda buscar incentivar el uso de la madera en la construcción, desplazando productos sustitutos en la construcción mencionados previamente.

Las plantaciones forestales, principal fuente de abastecimiento de madera en troza de la industria forestal de Chile, experimentan un nulo crecimiento en superficie por forestación, presentando una estabilización respecto a la superficie total plantada en los últimos años. En lo relativo a los actuales niveles de producción del sector y el recurso plantaciones, el estudio de disponibilidad de madera en plantaciones de pino radiata y eucaliptos, arrojó para el escenario base una disminución de la oferta de volumen de madera disponible (Büchner *et al*, 2018). Las plantaciones de Eucaliptos por su parte presentaron una oferta muy ajustada respecto a las proyecciones de demanda del sector. En cuanto a la oferta de madera en trozas de *Pinus radiata*, de acuerdo al consumo proyectado, éste experimenta déficit, debido a los mega incendios del 2017, proyectando una recuperación en un horizonte cercano a los 20 años posterior a los incendios.

Es importante destacar que, si esta tendencia se mantiene en las plantaciones forestales, sin forestación, las absorciones anuales de carbono se mantendrían relativamente constantes en el tiempo, las emisiones por cosecha aumentarían en la medida que los rendimientos de las plantaciones lo permitan. Para el caso de los **productos de madera de plantaciones** hay oportunidades de crecer como depósito de carbono, siempre que la industria destine la producción a productos de madera aserrada y tableros (Rojas *et al*, 2021).

En el caso particular de la propuesta **de alargar la edad de cosecha más allá del óptimo económico**, efectivamente es una medida que permite mantener el carbono capturado por más tiempo antes de liberarlo a la atmósfera. Esto se podría evaluar en algunos sitios, entendiendo que la postergación de la cosecha es en beneficio del servicio ambiental de captura de carbono.

Entre las amenazas que afectan el corto y largo plazo del sector forestal se destacan el aumento en frecuencia y magnitud de los incendios forestales. En los últimos años en Chile, estos eventos han afectado a grandes superficies de plantaciones y vegetación natural. Al analizar las cifras de incendios para el período 2010-2018, se observa un aumento de incendios de gran magnitud, considerando los años 2014, 2015 y los mega incendios del 2017 (CONAF, 2021). Esta tendencia se explica principalmente por factores asociados al cambio climático, considerando la prolongada y extensa sequía en la zona centro-sur del país, olas de calor, y la actividad humana (González et al. 2020). Por lo tanto, es importante, centrar los esfuerzos en disminuir estas emisiones (Rojas *et al*, 2021).

---

#### 4.1.2 ANÁLISIS DE VINCULACIÓN

El objetivo del análisis de vinculación es evaluar la visión de los sectores que interactúan con el sector UTCUTS, en las estimaciones de emisiones y absorciones en el inventario de gases de efecto invernadero, para conocer los posibles cambios o efectos en las tendencias en el corto y largo plazo de las emisiones del sector UTCUTS.

Se consideran los siguientes sectores y/o actores vinculados al sector:

- *Energía*: equipo de trabajo del INGEI del Ministerio de Energía y equipo de investigación “Observatorio de bosques, energía y sociedad (BES)” de la línea de investigación de Bosques y energía de INFOR.
- *Agricultura*: equipo de trabajo de sector Agricultura del Inventario de gases de efecto invernadero de INIA.

---

##### 4.1.2.1 ENERGÍA Y LEÑA

En la contabilidad de las emisiones, el sector UTCUTS contabiliza las emisiones asociadas a carbono producto de la corta de bosques para usos dendroenergético, mientras que el sector Energía es el responsable de estimar las emisiones no-CO<sub>2</sub> asociadas a la combustión por el uso de la leña. El tema de vinculación con energía se relaciona con las perspectivas en el uso de la leña, proyecciones de consumo de esta que afectan directamente las estimaciones del sector UTCUTS. Para este fin, se enviaron un set de preguntas a dos grupos de actores, equipo del Ministerio de Energía que participan en las estimaciones del inventario de gases de efecto invernadero del Sector Energía y al equipo de investigación “Observatorio de bosques, energía y sociedad (BES)” de INFOR que genera la información de consumo de leña que se utiliza tanto en el sector UTCUTS como en sector Energía para las estimaciones del Inventario de gases de efecto invernadero.

En el caso de las respuestas recibidas por el equipo de Energía, detalladas en la siguiente sección, evalúan que se mantendrá el consumo de leña en los próximos años, al ser un bien de primera necesidad, y se podría dar una disminución gradual producto del avance de la regulación de la Ley de Bio-Combustibles Sólidos – BCS (Ministerio de Energía, 2024), las medidas de los Planes de Descontaminación Atmosférica – PDA (Ministerio de Medio Ambiente, 2024) como recambio de artefactos, aislación térmica de viviendas y el recambio de alternativas a la leña, como el pellet. No obstante, la leña sigue siendo un combustible que la gente prefiere o que es siempre una opción alternativa ante el alza de precios de otros combustibles, con lo cual no se vislumbra que su consumo vaya a disminuir drásticamente.

Por otra parte, en el caso del grupo de investigación BES, se destaca que en el corto plazo el consumo de leña ha disminuido por hogares, pero esa disminución no se ve reflejada en el consumo total ya que se compensa

por el crecimiento demográfico, aunque hay ciudades donde el consumo total de leña se ha estabilizado e incluso disminuido. De acuerdo al investigador del BES, en general, el consumo de leña en Chile estaría llegando a un peak (en torno a los 13 millones de m<sup>3</sup>/año). En la mirada a largo plazo (2050) no se visualiza que el consumo de leña vaya a desaparecer.

#### 4.1.2.1.1 EQUIPO SECTORIAL ENERGÍA INGEI

El sector Energía es un sector que interactúa con UTCUTS en relación al uso de combustibles derivados de la biomasa, como la leña, les solicitamos responder estas preguntas que buscan apoyar la información para la construcción de escenarios de corto y largo plazo de emisiones del sector UTCUTS.

- a. ¿Se ve algún cambio en la tendencia del consumo actual y futuro de la leña?

*R: El consumo de leña residencial en Chile ha experimentado un crecimiento promedio de un 42% entre los años 1992 y el 2023, con un incremento anual promedio de un 1,1%. Se observa también que este aumento en el consumo de leña comenzó a ralentizarse levemente aproximadamente a partir del año 2005, pero con más fuerza a partir del año 2011, cuando se da inicio al programa de recambio de artefactos a leña del Ministerio de Medio Ambiente.*

*Se ve que el consumo de leña se ha mantenido más o menos constante a pesar del aumento en el ingreso per cápita, porque se trata de un bien de primera necesidad, con una demanda inelástica. Por esto mismo, es probable que no se vea en los próximos años una caída drástica de su consumo, pero sí una baja gradual con el avance de la regulación de la Ley de Bio-Combustibles Sólidos (BCS), las medidas de los PDA (recambio de artefactos, aislación térmica de viviendas) y el recambio de alternativas a la leña, como el pellet.*

- b. ¿Proyectan algún efecto en la tendencia del consumo de leña con la implementación de la ley que regula el uso de la leña como combustible?

*R: Solo tenemos la proyección que se hizo sobre el efecto de la implementación de la Ley de BCS en las emisiones de MP 2,5 debidas al consumo de leña en 45 comunas entre O'Higgins y Aysén que tenían PDA vigente. No tenemos una proyección del efecto de la Ley sobre el volumen de leña consumido, porque la Ley no apunta a reducir su consumo, sino a que la leña se consuma seca. No obstante, puede haber un efecto si es que el precio de la leña certificada sube, aunque difícilmente va a llegar al mismo valor del pellet de la electricidad.*

- c. ¿Hay algún otro factor o regulación distinto de la ley que regula el uso de la leña como combustible, que pueda influir en las proyecciones actuales y futuras de los consumos de leña?

*R: En general, todas las medidas contenidas en los PDA que apuntan a aislación térmica de viviendas y a recambio de artefactos a leña por pellet, electricidad u otra fuente, tendrán un impacto, aunque acotado a las zonas donde estas medidas estén vigentes.*

*También algunos PDA contienen restricciones fuertes al uso de leña, por ejemplo, prohibición de uso de leña en edificios públicos o en nuevas viviendas o en comunas completas, como es el caso de Rancagua y Machalí a contar del 2025. Estas medidas sin duda tendrán impacto en los volúmenes de leña consumidos y harán que probablemente aumente la demanda por pellet.*

*Se puede considerar las Ordenanzas Municipales que se implementan en comunas y que restringen la comercialización de la leña, iniciativa promovida por MMA al tratar de estandarización de dichos instrumentos.*

- d. Si es así, ¿Cuáles son estos factores y cómo cree que influyen en las proyecciones de consumo de leña?

*R: Las medidas de eficiencia energética tienen impacto por el solo hecho de que reducen la demanda por energía. Las medidas de recambio por otro energético tienen un impacto directo, pero si el nuevo energético resulta ser muy caro o hay problemas de suministro, la gente vuelve a la leña. Lo que va a ocurrir es que la gente va a seguir usando leña como respaldo.*

*Las medidas de prohibición tendrán un efecto solo si existe buena fiscalización, lo que no siempre ocurre.*

#### 4.1.2.1.2 EQUIPO DE INVESTIGACIÓN “OBSERVATORIO DE BOSQUES, ENERGÍA Y SOCIEDAD (BES)”

Como proveedores de la información de consumo de leña que se utiliza para estimar las emisiones en el sector UTCUTS, les solicitamos responder estas cinco preguntas que buscan apoyar la información para la construcción de escenarios de corto y largo plazo de emisiones del sector UTCUTS.

- a. ¿Se ve algún cambio en la tendencia general en el consumo actual y futuro de la leña?

*Sí, claro que se ven cambios: caída gradual en la penetración de la leña (proporción de familias que consumen leña) y en el consumo de leña por vivienda (m<sup>3</sup>/viv/año). Esta reducción se compensa en parte por el crecimiento demográfico, aunque hay ciudades donde el consumo total de leña se ha estabilizado e incluso disminuido. En general, el consumo de leña en Chile está llegando a un peak (en torno a los 13 millones de m<sup>3</sup>/año), y deberíamos comenzar a ver una caída gradual.*

- b. ¿Existe alguna influencia de la (no) implementación de la ley de leña como combustible?

*Hasta el momento ninguna. Pero si llega a funcionar adecuadamente, debería apurar aún más el proceso descrito anteriormente (familias transitan de la leña al pellet u otras fuentes de energía).*

- c. ¿Proyectan cambios en la tendencia de consumo de leña en los distintos segmentos que ustedes estiman (residencial urbano y rural, industrial, comercial y público)?

*Siempre hay cambios. Pero en general, una reducción en el consumo de leña (menor penetración y consumo por hogar/empresa). Esto, como consecuencia de una mayor diversificación de las fuentes de energía, y el reemplazo total o parcial de la leña.*

- d. ¿Proyectan cambios en las tendencias del consumo de leña en cuanto a la participación de especies (nativas, exóticas)?

*Sí, lo que se ha visto es un menor consumo de especies nativas, y un aumento en la importancia relativa de las especies exóticas.*

- e. ¿Hay algún otro factor o regulación distinto de la ley de leña como combustible, que pueda incluir en las proyecciones actuales y futuras de los consumos de leña? Si es así, ¿Cuáles son estos factores y cómo cree que influyen en las proyecciones de consumo?

*Los PDA (planes de desc. Atm.) han acentuado la transición hacia fuentes de energía “más limpias” (ej. Coyhaique). PERO, si el costo de la electricidad en Chile sigue al alza, así como también el de los combustibles fósiles, esta transición puede ser mucho más lenta de lo que se espera.*

f. La información que ustedes generan sobre el consumo de leña, ¿incluye la posible influencia de otras regulaciones como los Planes de Descontaminación Atmosférica en su estimación? Si es así, podría detallar esto.

*Nosotros aplicamos encuestas residenciales sobre consumo de leña, en las cuales medimos el consumo de distintos energéticos, y para distintos usos (calefacción, cocina, agua caliente sanitaria, iluminación y electrodomésticos), pero no preguntamos por políticas específicas.*

g. Ve algún cambio radical en el consumo de leña en el largo plazo, 2050.

*Considerando las actuales condiciones de incertidumbre, no se ve que el consumo de leña se termine al 2050, de todas maneras, el consumo rural es algo que no se va terminar y en el caso del consumo urbano, dado los altos costos de otras opciones de energía, se ve que se mantendría el consumo de la leña.*

#### 4.1.2.2 AGRICULTURA

La vinculación con el equipo de Agricultura del Sistema Nacional de Inventario de gases de efecto invernadero, se da porque Agricultura y UTCUTS trabajan en conjunto generando las emisiones y absorciones de lo que en las directrices del IPCC del 2006 se conoce como Sector AFOLU (Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra, sigla en inglés), y existen sinergias que pueden afectar las estimaciones de ambos sectores. La vinculación más directa es en los cambios de uso de la tierra, ante un crecimiento de las tierras de cultivo por sobre otros usos de la tierra. También, es importante conocer información sobre cultivos perennes como frutales para evaluar si proyectan un crecimiento en superficie distinto a la actual trayectoria que tienen en el INGEI, entendiendo que las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> de los cultivos perennes se contabilizan en el sector UTCUTS. Por último, evaluar posibles sinergias para medidas de mitigación que vinculen a bosques.

a. ¿Visualizan que el sector agricultura se expanda en una mayor cantidad de superficie de cultivos?

R Andreas Köbrich, ex secretario ejecutivo SOFO: *El sector es más probable que se quede en la intensificación y no en aumentar superficie. Los cultivos están económicamente deprimidos, por ende, mientras eso no cambie o mejore, no habrá un aumento de superficie. Es decir, se busca el aumento del rendimiento y sin dudas, mejorar la forma de estimación del rendimiento (quintales/ha).*

b. En particular, ¿consideran que se ampliará la superficie de cultivos perennes como frutales, Vid y olivo?

Respuesta **Jorge Retamal**, Investigador de INIA: *En la región del Ñuble y Biobío se proyecta un aumento considerable de frutales. En el caso del olivo se indica que va creciendo el mercado. La vid a nivel local está estancada, de hecho, se estima una disminución o que se mantenga estable en el tiempo. El frutal con mayor proyección de crecimiento es avellano europeo, luego viene el cerezo.*

Respuesta **Irina Diaz**, Investigadora de INIA: *La industria del vino está pasando una crisis por mal precio, por ende, es probable que se encuentre estable, sin proyección de crecer.*

- c. Considerando el caso del proyecto FIA realizado en conjunto con INFOR, para evaluar la importancia de los bosques en los predios de sistemas agropecuarios. ¿Visualizan que es factible que los propietarios agrícolas (ganaderos) puedan estar interesados en ampliar la superficie de bosques y así disminuir las emisiones netas a escala predial?

Respuestas **Ignacio Beltrán, Francisco Salazar**, investigadores INIA: *El sector ganadero está consciente del rol que cumplen los bosques como un sumidero natural de Carbono, por ende, existe interés en 2 [3] cosas: 1. Recuperar bosques para potenciar la tasa de crecimiento y con eso, la captura de carbono. 2. Aumentar superficie de árboles en superficies no agrícolas, es decir, quebradas o bordes de río donde es imposible colocar praderas o que pueda entrar maquinaria agrícola.*

Respuesta **Natalie Jones**, Consorcio Lechero: *No hay estrategia sectorial, pero hay una certificación de prácticas sustentables, la cual incluye un indicador de biodiversidad. Parte de este indicador incluye la protección de bosques, que no necesariamente implica un aumento en su superficie. Otro indicador es si tienes más 10% del predio como superficie de bosque nativo, si protege bosques con cercos, si ya hay manejo de un bosque del predio, incentivar su crecimiento. Por ende, a la fecha, no existe un plan para aumentar superficie de bosque dentro del predio.*

## 5 METODOLOGÍA

El primer paso corresponde a una revisión y documentación de todos los cambios que han ocurrido en el Inventario de gases de efecto invernadero, el segundo paso es detallar los aspectos metodológicos para la proyección de datos de actividad del escenario base, en el tercer paso, se detallan los aspectos metodológicos para la proyección de datos de actividad de las medidas incluidas en la actual NDC, para finalmente, describir la metodología utilizada para la proyección de datos de actividad para el escenario de largo plazo (2031-2050).

### 5.1 REVISIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE CAMBIOS EN EL INGEI

A partir de una revisión de los Informes Bienales de actualización de Chile sobre Cambio Climático (Ministerio de Medio Ambiente 2019, 2021b, 2023), en el presente apartado se muestran los principales cambios que ha tenido en Inventario de gases de efecto invernadero del sector UTCUTS y que serán considerados en la actualización del escenario base del sector.

#### 5.1.1 REPRESENTACIÓN DE TIERRAS

1. **Actualización de matriz de cambio de uso de la tierra:** Se han actualizado las matrices de cambio de uso de la tierra, porque CONAF ha incorporado información con mejor resolución en cada una de las actualizaciones del INGEI.

#### 5.1.2 TIERRAS FORESTALES

1. **Superficie de bosque nativo manejado:** Corresponde a la superficie de solicitudes de plan de manejo realizadas en un periodo. Ha sido corregida, considerando sucesivas revisiones por parte de CONAF para depurar la información. Esto ha provocado una disminución de la superficie de manejo en toda la serie temporal.
2. **Actualización de la superficie de renovales:** Se actualizó la información de la superficie de renovales considerando las coberturas del Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos más recientes disponibles desde el sistema de Información Territorial (SIT) de CONAF. La información de superficie se actualizó en toda la serie temporal y para el año 2020 significó un aumento del 41 % de la superficie. Este ajuste es debido al mejor ajuste espacial de los monitoreos detectando mayor detalle y según la definición de la Ley 20.283.
3. **Leña:** Se ha mejorado la información de consumo de leña, a medida que la fuente de datos (Observatorio de Bosques, Energía y Sociedad) ha actualizado la información de consumo en distintas regiones del país.
4. **Crecimiento en volumen de bosque nativo:** Se actualizó la información de crecimiento del Inventario Forestal Nacional (IFN), aumentando el tamaño de la muestra. Se genera un efecto combinado entre el aumento en los crecimientos obtenidos, y la llegada adelantada al diámetro límite, dada por este aumento, con lo cual hay una leve disminución de la superficie que captura carbono.
5. **Crecimiento en plantaciones de *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*:** Se actualizó la información de crecimiento de las plantaciones en concordancia con las actualizaciones de las publicaciones de Disponibilidad de Madera de Plantaciones de *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* en Chile, evidenciando preponderantemente una disminución del crecimiento de ambas especies de Eucalyptus en el país.

6. **Incorporación de información de hojarasca de plantaciones:** Se incorporó información país referente al aporte de hojarasca de plantaciones.
7. **Factores de pérdida de biomasa por incendios:** Se actualizaron los factores de pérdida de biomasa, acorde a información levantada en terreno por parte de las empresas forestales.
8. **Factor de combustión en plantaciones:** Se actualizó el factor de combustión de plantaciones, dejando un factor variable según edad de la plantación, que representa la realidad del país y en reemplazo del factor de combustión único sugerido por las Directrices del IPCC de 2006.
9. **Diferenciación de especies forestales en plantaciones forestales:** Se comenzó a considerar con tasas de crecimiento específicas a la especie *Eucalyptus gloni*. Además, se identificó la información de especies nativas que estaban clasificadas como otras especies.
10. **Actualización de información de materia orgánica muerta de bosque nativo:** Se actualizó la información materia orgánica muerta de bosque nativo acorde a la actualización del IFN.

Los cambios de todas estas variables determinan el recálculo de la serie temporal de las Tierras Forestales que se utilizó en las proyecciones utilizadas para la NDC 2020 y la actual serie temporal (1990-2022). El impacto del recálculo se puede ver en la Tabla 1 y Figura 11.

**Tabla 1. Recálculo de la serie temporal del INGEI de Tierras Forestales utilizadas en las proyecciones, publicados en MMA, 2019, y MMA (en preparación)**

Categoría	1990	2000	2010	2016
<b>INGEI 2018</b>	-58.050	-71.326	-76.161	-69.647
<b>INGEI 2024</b>	-85.129	-78.313	-65.389	-60.551
<b>Diferencia</b>	<b>-27.079</b>	<b>-6.987</b>	<b>10.771</b>	<b>9.095</b>
<b>Diferencia %</b>	<b>46,6%</b>	<b>9,8%</b>	<b>-14,1%</b>	<b>-13,1%</b>

El recálculo de los INGEI, tiene como resultado que, en el año 2016, último año comparable para la línea base de las proyecciones, las absorciones netas de las tierras forestales disminuyeron un 13 %.

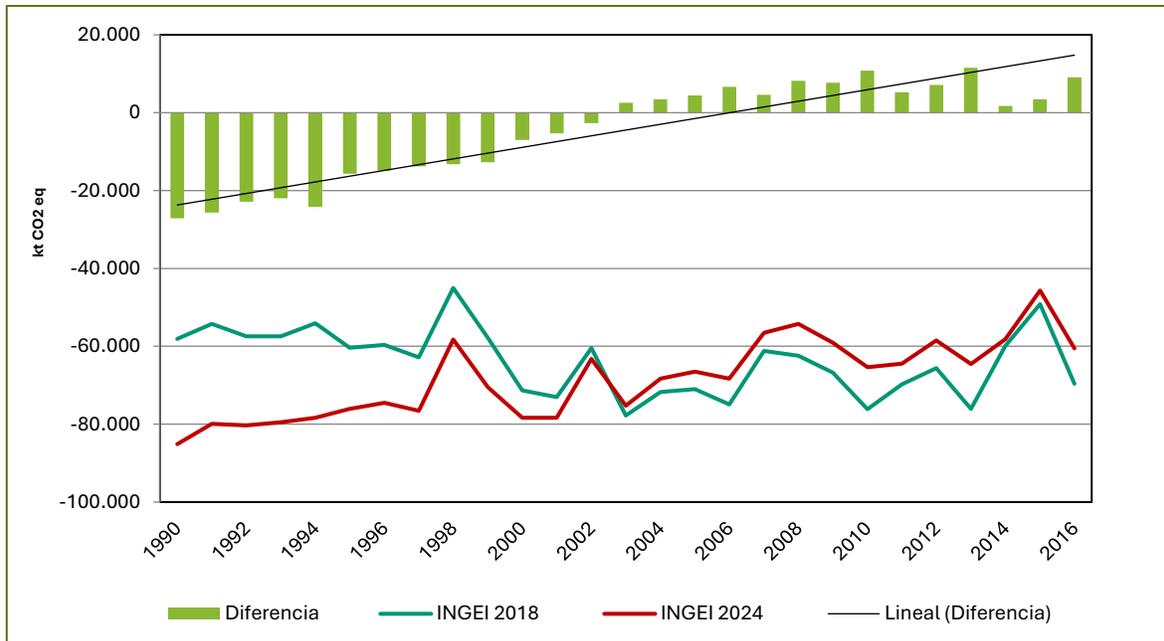


Figura 11. Recálculo de los inventarios utilizados para las proyecciones

### 5.1.3 TIERRAS DE CULTIVO

1. **Estimación de cambios de stocks de carbono en cultivos perennes:** En la actualización del INGEI del 2024 se incluye la información de cambios de stocks de carbono de los cultivos perennes con un nivel metodológico 1 acorde a las Directrices del IPCC del 2006.

### 5.1.4 PASTIZALES

1. **Valor de consumo de combustible provocado por incendios en el tipo de vegetación matorrales:** Se cambió el valor de consumo de combustible, acorde a los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

En el resto de las categorías (humedales, asentamientos, y otras tierras) no ocurrieron cambios en el periodo estudiado.

## 5.2 PROYECCIÓN DE DATOS DE ACTIVIDAD PARA ESCENARIO BASE

Un escenario base corresponde a una situación hipotética en la cual se sigue el *business as usual*, es decir, es un escenario en el que no hay cambios importantes que cambien la trayectoria relacionada a la situación actual. Para el caso de esta modelación, el escenario base supone que no ocurrirían esfuerzos de mitigación de cambio climático en el sector UTCUTS del país. Esta sección detalla la metodología para proyectar los datos de actividad del sector y entrega los resultados de las proyecciones de los datos de actividad.

Para realizar las estimaciones de emisiones y absorciones, se considera la estructura de la información del Inventario de gases de efecto invernadero que Chile reporta cada dos años a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

De acuerdo al Informe del Inventario Nacional de gases de efecto invernadero (MMA, 2023), el sector Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUS) incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado del uso, gestión y cambio de uso de la tierra gestionada. En ese contexto, Chile reporta las emisiones y absorciones de los depósitos de carbono, biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica muerta (Madera muerta y hojarasca), materia orgánica del suelo y productos de la madera recolectada. Los GEI que se reportan son CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Y considera las seis categorías de uso de la tierra de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*:

- 4.A. Tierras forestales,
- 4.B. Tierras de cultivo,
- 4.C. Pastizales,
- 4.D. Humedales,
- 4.E. Asentamientos; y
- 4.F. Otras tierras

Cada una de las categorías de uso de la tierra se subdivide en dos subcategorías, *Tierras que permanecen como tales*, que son tierras que no experimentan cambios de uso y permanecen en su categoría; y *Tierras convertidas a otra categoría*, que son tierras que desde el momento de la conversión se informan en la categoría a la que se convirtieron durante un período de transición de 20 años.; después de 20 años se informan en la subcategoría como Tierras que permanecen como tal.

Para efectos de estas proyecciones se considera la proyección de los seis usos de la tierra mencionados para la subcategoría Tierras que permanecen como tal, y no se realiza la proyección de las Tierras convertidas a otra categoría de uso, debido al acuerdo considerado por los equipos técnicos que asesoran a esta consultoría (CONAF y MMA), ante la incertidumbre que se genera en proyectar las matrices de cambio de uso de la tierra, que son la fuente de datos para proyectar las conversiones de usos de la tierra. La fuente de datos no posibilita identificar un patrón que permita proyectar con certeza las conversiones de uso de las tierras, debido a que existen múltiples factores que agregan efectos aleatorios sobre los datos y que generarían resultados con una alta incertidumbre, sobre todo si se proyecta en un plazo de tiempo más largo que la serie temporal, como se desea hacer de aquí al 2050. Es importante destacar, que, al omitir proyecciones de conversiones de usos de la tierra, en los resultados proyectados de las emisiones y absorciones de tierras convertidas a tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras, solo se verán reflejados los cambios de carbono del suelo, cuyo período de transición es de 20 años. Esto significa que la última conversión de uso de la tierra ocurre en el 2022 y su efecto en carbono del suelo se extiende hasta el 2041, después del 2041, no hay cambios de los depósitos de carbono y por ende no hay emisiones y absorciones por conversiones de uso.

La Tabla 2 describe las categorías y subcategorías que provienen del INGEI y que se utilizan en las proyecciones, su fuente de información es el Informe del Inventario Nacional de gases de efecto invernadero (MMA, 2023) y se le ha agregado la columna alcance para explicar el alcance que tienen estas categorías y subcategorías en las proyecciones que se realizan en este estudio.

Tabla 2. Categorías y subcategorías utilizadas en las proyecciones. Fuente: Equipo técnico de UTCUTS del MINAGRI (MMA, 2023)

Subcategoría	Componente	Subcomponente	Gases	Alcance en el estudio	Drivers asociado en modelo
Tierras Forestales que permanecen como tales	Plantaciones forestales	Plantaciones que permanecen por más de 20 años en tierras forestales	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones	Plantaciones forestales
		Plantaciones originadas por el cambio de cobertura desde bosque nativo	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones en forma parcial, se incluye la información que viene de la serie temporal del INGEI (tiempo menor a 20 años), se excluyen proyecciones de cambios de uso de la tierra	
	Bosque Nativo	Renovales	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones	Renovales
		Bosque nativo en Sistema Nacional de Áreas Silvestres	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones	Bosque nativo en áreas de conservación
		Bosque nativo manejado	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones	Bosque nativo manejado
		Bosque nativo originado por el cambio de cobertura desde plantaciones	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones en forma parcial, se incluye la información que viene de la serie temporal del INGEI (tiempo menor a 20 años), se excluyen proyecciones de cambios de uso de la tierra	Renovales
	Plantaciones y bosque nativo	Cosecha de trozas	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones	Consumo de trozas; Producción de madera aserrada, tableros y papel
		Leña	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones	Consumo de leña
		Incendios	CO <sub>2</sub> y no-CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones	Incendios; Incendios en áreas de residuos forestales
		Quemas forestales	No-CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones	Quemas
Tierras convertidas en tierras forestales	Plantaciones	Plantaciones con menos de 20 años desde la conversión de uso de la tierra	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones en forma parcial, se incluye la información que viene de la serie temporal del INGEI (tiempo menor a 20 años), se excluyen proyecciones de cambios de uso de la tierra	Forestación

	Bosque Nativo	Bosque Nativo con menos de 20 años desde la conversión de uso de la tierra	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones en forma parcial, se incluye la información que viene de la serie temporal del INGEI (tiempo menor a 20 años), se excluyen proyecciones de cambios de uso de la tierra	<b>Renovales</b>
<b>Tierras de cultivo que permanecen como tal</b>	Tierras de cultivo perennes	Plantaciones de frutales Plantaciones de olivo Plantaciones de vid	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones	<b>Frutales, olivos y vides</b>
	Incendios	Incendios en tierras de cultivo	No- CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones	<b>Incendios</b>
<b>Tierras convertidas a tierras de cultivo</b>	Tierras convertidas en tierras de cultivo	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones en forma parcial, se incluye la información que viene de la serie temporal del INGEI (tiempo menor a 20 años), se excluyen proyecciones de cambios de uso de la tierra	<b>No aplica</b>
<b>Pastizales que permanecen como tal</b>	Incendios	Incendios en pastizales y matorrales	No- CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones	<b>Incendios</b>
<b>Tierras convertidas a Pastizales</b>	Tierras convertidas en pastizales	Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones en forma parcial, se incluye la información que viene de la serie temporal del INGEI (tiempo menor a 20 años), se excluyen proyecciones de cambios de uso de la tierra	<b>No aplica</b>
<b>Humedales que permanecen como tal</b>	Sin estimaciones en INGEI			No aplica	<b>No aplica</b>
<b>Tierras convertidas a Humedales</b>	Tierras convertidas a Humedales	Tierras convertidas a Humedales	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones en forma parcial, se incluye la información que viene de la serie temporal del INGEI (tiempo menor a 20 años), se excluyen proyecciones de cambios de uso de la tierra	<b>No aplica</b>
<b>Asentamientos que permanecen como tal</b>	Sin estimaciones en INGEI			No aplica	<b>No aplica</b>
<b>Tierras convertidas a Asentamientos</b>	Tierras convertidas a Asentamientos	Tierras convertidas a Asentamientos	CO <sub>2</sub>	Incluido en proyecciones en forma parcial, se incluye la información que viene de la serie temporal del INGEI (tiempo menor a 20 años), se excluyen proyecciones de cambios de uso de la tierra	<b>No aplica</b>
<b>Otras Tierras</b>	Sin estimaciones en INGEI			No aplica	<b>No aplica</b>

---

### 5.2.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para realizar las proyecciones de la línea base, se debe recurrir a todas aquellas variables que participan en la emisión y captura de gases efecto invernadero asociados al sector UTCUTS. Efectivamente, se procedió a recolectar información disponible en anuarios forestales y similares aquellos datos de las series de tiempo pertinentes cubriendo el periodo de 1990 al 2022, a excepción de las variables Incendios e Incendios en áreas de residuos forestales, que cubren el periodo 1990 a 2023. Entre las variables utilizadas para la proyección de la línea base se pueden mencionar las siguientes:

- **Forestación:** superficie anual de forestación (Estadísticas de INFOR, dato original de CONAF).
- **Bosque Nativo manejado:** Superficie de solicitudes de plan de manejo (Estadísticas de CONAF proporcionadas para el INGEI)
- **Plantaciones forestales:** Superficie de plantaciones forestales (Estadísticas INFOR)
- **Consumo de leña.** Consumo de leña (especies nativas y especies exóticas) (Estadísticas INFOR y SIMEF, Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales)
- **Consumo de Trozas:** Consumo de trozas por especie (Estadísticas de INFOR).
- **Incendios:** Superficie de incendios en: bosque nativo, plantaciones de pino, eucalipto y otras especies exóticas, tierras de Cultivo, Pastizales (matorrales y pastizales). (Estadísticas de CONAF).
- **Incendios en áreas de residuos forestales:** Superficie de incendios en tierras con residuos forestales post-cosecha (Estadísticas de CONAF)
- **Quemas:** Superficie de quemas (Información de CONAF para el INGEI).
- **Frutales:** Esta información está separada en frutales mayores, olivos y vides (Información del Censo Agropecuario y Forestal de ODEPA, serie completa elaborada por equipo INGEI de Sector Agricultura para el INGEI)
- **Madera Aserrada:** producción de madera aserrada (Estadísticas de INFOR).
- **Tableros:** producción de tableros (Estadísticas de INFOR).
- **Papel:** producción de papel (Estadísticas de INFOR).
- **Renovales:** Superficie de renovales (Catastro de CONAF)
- **Bosque Nativo en áreas de conservación:** Superficie bosque nativo bajo áreas de conservación (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)

---

### 5.2.2 MODELACIÓN DATOS DE ACTIVIDAD ESCENARIO BASE

Con el objetivo de realizar las proyecciones de las distintas categorías de datos involucrados en las emisiones y absorciones del sector UTCUTS, se recurre a la modelación de series de tiempo por medio de los modelos de Vectores Auto regresivos (VAR) y los Modelos Auto regresivos Integrados de Media Móvil (ARIMA). Ambos modelos se utilizan para proyectar el desempeño futuro de una variable según su comportamiento pasado, estos modelos difieren en su estructura y en los supuestos y se detallan a continuación. Además, se utiliza un modelo propio de INFOR para proyectar, por una parte, la evolución de los renovales y, por otra, del bosque nativo en áreas de conservación.

Cabe hacer énfasis en que estos modelos, al ser de **tendencias**, identifican patrones presentes en los datos a lo largo del tiempo. Este tipo de modelos no predicen valores en específico, más bien proveen un entendimiento general respecto de la dirección que tomará el fenómeno bajo análisis, mientras que los modelos **predictivos** usan datos históricos para hacer predicciones sobre eventos en el futuro, aplican

técnicas estadísticas o de *machine learning* para encontrar relaciones y patrones en los datos que se usan para predecir resultados de valores numéricos concretos y con nivel de precisión.

#### 5.2.2.1 RENOVALES Y BOSQUE NATIVO EN ÁREAS DE CONSERVACIÓN

Para el caso de los renovales y las áreas de conservación, INFOR tiene un modelo propio que se basa en los principios del INGEI, donde los bosques se mantienen bajo crecimiento hasta alcanzar los 60 cm de diámetro medio cuadrático, al superar este diámetro pasan a ser bosques en equilibrio. En base a la información de variables de estado del IFN (INFOR) se aplica una regla simple de transición de estado, basada en el incremento periódico anual en área basal, por tipo forestal. La superficie que alcanza los 60 cm de diámetro se considera que se encuentra en equilibrio y no contabiliza absorciones.

#### 5.2.2.2 MODELO AUTO REGRESIVO VECTORIAL (VAR)

El Modelo Auto regresivo Vectorial (VAR) se suele utilizar para modelar múltiples series temporales interrelacionadas. Cada variable en un modelo VAR se expresa como una función lineal de sus valores pasados y de los valores pasados de todas las demás variables involucradas en el sistema.

La modelación con el enfoque VAR comienza con la identificación apropiada del orden del modelo, i.e., el número de retardos que utilizará el modelo para describir el comportamiento de la serie de tiempo para asegurar que no exista un sobreajuste o subajuste el modelo. A diferencia de otras aproximaciones (p.ej. ARIMA), los modelos VAR pueden aplicarse directamente a series no estacionarias<sup>2</sup>.

- **Estructura del Modelo VAR:** La estructura de un modelo VAR de orden  $p$  se expresa como un conjunto de ecuaciones, una ecuación para cada variable en el sistema. Cada ecuación describe una variable como una combinación lineal de los valores pasados de todas las variables del sistema hasta un número determinado de retardos. Esto permite capturar la interdependencia entre las variables, facilitando la expresión del grado de influencia de cada variable sobre las otras.
- **Identificación del Orden del Modelo:** de manera similar al modelo ARIMA, la primera actividad en la elaboración de un modelo VAR consiste en determinar el número de retardos que explicaran modelo (orden del modelo). Concurren a esta labor criterios de información, llámese el Criterio de Información de Akaike (AIC) y el Criterio de Información de Schwartz (BIC).
- **Aplicación del VAR:** Los modelos VAR, por sus características, se aplican en este estudio para reflejar las posibles interrelaciones entre las series de tiempo pertinentes para las Proyecciones.

En las series asociadas al sector UTCUTS se dan muchas variables que presentan interrelaciones y tienden a moverse en conjunto. Es justamente esta interrelación existente entre las variables del sector la que es explotada por este tipo de modelos aprovechando su capacidad para modelar sistemas de múltiples complejos de variables. A diferencia de otros modelos no es necesario asegurar la estacionalidad de la(s) serie(s).

#### 5.2.2.3 MODELO AUTO REGRESIVO INTEGRADO DE MEDIA MÓVIL (ARIMA)

<sup>2</sup> Se considera una serie estacionaria aquella que mantiene un valor medio y una varianza constante.

El Modelo Auto regresivo Integrado de Media Móvil (ARIMA) es utilizado para la proyección de series temporales univariadas. Este modelo comprende una combinación de tres componentes, Auto regresión (AR), Diferenciación (I), y Media Móvil (MA). El componente Auto regresión se refiere a la dependencia lineal entre la serie temporal y sus valores pasados, el componente Diferenciación se aplica para cambiar la serie a una serie estacionaria i.e., eliminar tendencias, y el componente MA modela el error en términos de una combinación lineal de errores pasados.

El proceso de modelado con ARIMA tiene una mayor complejidad que el modelo VAR, comienza con la identificación de varios parámetros conocidos como  $p$ ,  $d$  y  $q$ , a través de uso de herramientas como el gráfico de autocorrelación (ACF) y también la función de autocorrelación parcial (PACF). Una vez determinados los parámetros ( $p$ ,  $d$ ,  $q$ ), donde ' $p$ ' es el orden de autorregresión, ' $d$ ' es el grado de diferenciación, y ' $q$ ' es el orden de la media móvil, se procede a ajustar el modelo y realizar proyecciones necesarias.

El ARIMA es más adecuado para series temporales individuales donde el objetivo principal es predecir una sola variable. Es sencillo de implementar y es especialmente útil en contextos donde la serie temporal es larga y donde se sospecha que las relaciones entre variables son mínimas o prácticamente irrelevantes.

En el contexto de lo anterior, el modelo ARIMA es uno de los métodos más ampliamente utilizados para la modelación de series temporales univariantes. Su estructura supone los términos: **Auto regresión (AR)**, **Integración (I)**, y **Media Móvil (MA)**. El modelo conlleva estas componentes rescatándolas de una serie de tiempo, en base a las dependencias lineales con valores pasados y las tendencias.

- **Auto regresión (AR):** Este componente del modelo modela la dependencia lineal de la serie temporal con sus valores pasados. Donde el orden  $p$ , se refiere a los  $p$  valores anteriores de la serie.
- **Integración (I):** La integración se refiere al proceso de diferenciación de la serie temporal para hacerla estacionaria i.e, es estacionaria cuando sus estadígrafos, como la media y la varianza, son constantes en el tiempo. Las series temporales no estacionarias, que presentan tendencias o varianzas crecientes, pueden ser transformadas en estacionarias a través de la diferenciación, que consiste en restar el valor anterior de la serie del valor actual.
- **Media Móvil (MA):** Modela la estructura de error de la serie temporal, observando la relación existente entre los errores observados en el pasado y el valor actual. En un modelo MA de orden  $q$ , el valor actual de la serie se expresa como una combinación lineal de los errores pasados hasta  $q$  periodos detrás.

Una de las principales características del ARIMA es su foco fuertemente univariante. Esto lo hace inapropiado en situaciones donde las interrelaciones entre múltiples variables son reconocidas como importantes y, la identificación de los parámetros adecuados ( $p$ ,  $d$ ,  $q$ ) puede ser un proceso laborioso.

---

#### 5.2.2.4 SELECCIÓN DEL TIPO DE MODELO

En el contexto de este estudio, la selección del modelo a aplicar en relación a las proyecciones del sector UTCUTS, implica establecer criterios para la elección del modelo, si el objetivo es modelar una sola serie temporal y capturar sus dependencias internas, o si el análisis requiere modelar múltiples series temporales que están interrelacionadas. Se emplean los siguientes criterios para la elección del modelo:

- Realizar un escrutinio profundo de las forzantes que influyen el comportamiento de la serie de tiempo.
- Identificar la dinámica de lo que representa la serie de tiempo de la variable.
- Identificar si la serie de tiempo es una representación de un vector de control o es el resultado de un proceso.
- Identificar el proceso generativo de la serie de tiempo e identificar posibles series de tiempo que tienen influencia sobre sus datos.

#### 5.2.2.5 CALIDAD ESTADÍSTICA DEL MODELO

La calidad estadística de los modelos se basa en el cálculo de los siguientes estadígrafos:

- Criterio de Información de Akaike (AIC): La expresión matemática del AIC corresponde a

$$AIC=2k-2\ln(L) \quad [1]$$

donde k es el número de parámetros en el modelo estadístico, y L es el máximo valor de la función de verosimilitud para el modelo estimado. Se utiliza para comparación de modelos generalmente en conjunto con otros criterios.

- Log- verosimilitud (L): dado un conjunto de parámetros, el estimador máximo verosímil corresponderá aquel que maximiza la expresión:

$$\hat{l}(\theta|x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum \ln f(x_i|\theta) \quad [2]$$

con,

$\hat{\theta}_{mle}$  es el conjunto de parámetros que maximiza [2]

- Criterio de Schwarz o criterio de información bayesiano (BIC):

$$BIC = n \ln(\widehat{\sigma}_e^2) + k \ln(n) \quad [3]$$

Con  $\widehat{\sigma}_e^2$  varianza del error,

n: número de datos y

k: número de parámetros

- Coeficiente de determinación:

$$\rho^2 = 1 - \frac{\sigma_e^2}{\sigma_y^2} \quad [4]$$

Con

$\sigma_r^2$ : varianza de los residuos

$\sigma_y^2$ : varianza de variable dependiente

### 5.2.2.6 SUPUESTOS DE MODELACIÓN

A continuación, la Tabla 3 resume los supuestos de modelación utilizados para las proyecciones presentadas en la sección de resultados. Las variables escogidas como drivers de los modelos fueron escogidas de acuerdo a su pertinencia en la trayectoria del balance de emisiones del sector, lo cual se muestra de forma más detallada en los reportes del Inventario nacional de GEI (Ministerio de Medio Ambiente, 2023).

Tabla 3. Supuestos de modelación utilizados

Dato de actividad		Supuestos
Renovales y bosques en áreas de conservación		Modelo de crecimiento INFOR
Forestación		Sin variable exógena
Bosque nativo manejado		Sin variable exógena
Superficie de plantaciones forestales		Variable exógena Forestación
Consumo de Leña		Variable exógena Superficie de plantaciones forestales
Consumo de Trozas		Variable exógena Superficie de plantaciones forestales
Incendios		Exclusión de datos previos a serie 2010-2023
Incendios de residuos forestales		Sin variable exógena
Quemas		Variable exógena Superficie de plantaciones forestales
Superficie de frutales, olivos y vides	Frutales	Sin variable exógena
	Olivos	Sin variable exógena
	Vides	Sin variable exógena
Productos de madera aserrada, tableros y papel	Madera aserrada	Variable exógena Superficie de plantaciones forestales
	Tableros	Variable exógena Superficie de plantaciones forestales
	Papel	Variable exógena Superficie de plantaciones forestales

### 5.2.2.7 PROYECCIÓN DE DATOS DE ACTIVIDAD DE ESCENARIO BASE

A continuación, se detallan los resultados de datos de actividad obtenidos de la modelación para el escenario base. Los resultados de la modelación corresponden a la información de datos de actividad de las categorías mencionadas previamente para poder estimar posteriormente las emisiones y absorciones desde el 2023 hasta el 2050. Se aplican las metodologías del IPCC del 2006 en línea con el inventario de gases de efecto invernadero. En el caso de las estimaciones de los productos de madera recolectada la información es procesada en el Software del IPCC.

#### 5.2.2.7.1 FORESTACIÓN

El aumento de las plantaciones forestales en la serie temporal histórica da cuenta de la evolución que han tenido las plantaciones desde la década de los 70, donde se inicia la forestación y por eso se manifiesta una tasa creciente en la serie temporal. Desde el 2013 a la fecha, las tasas de forestación han disminuido desde 20 mil ha/año hasta llegar a 788 ha en 2022. La industria forestal hoy en día, descansa en el patrimonio creado

desde la década de los 70 y la gestión de estas plantaciones mantiene la demanda de la actual capacidad instalada. Uno de los elementos primordiales para el desarrollo del sector comprende la creación del recurso adicional de plantaciones por forestación, de forma de sostener futuros emprendimientos sectoriales para asegurar el desarrollo. La actual situación de formación de nuevas masas forestales presenta una tendencia a la baja en términos importantes como se demuestra en la Figura 12, reflejando los efectos inhibidores del término de la vigencia o la falta de un instrumento de fomento apropiado.

El modelo considera un leve aumento en los primeros años de la proyección, debido al carácter autorregresivo del mismo, emulando el comportamiento de los datos históricos.

La forestación se modeló sin variables exógenas al no tener otras variables cuantificadas que influyan directamente en su proyección.

Los parámetros obtenidos para el modelo se presentan en el **Anexo Forestación**.

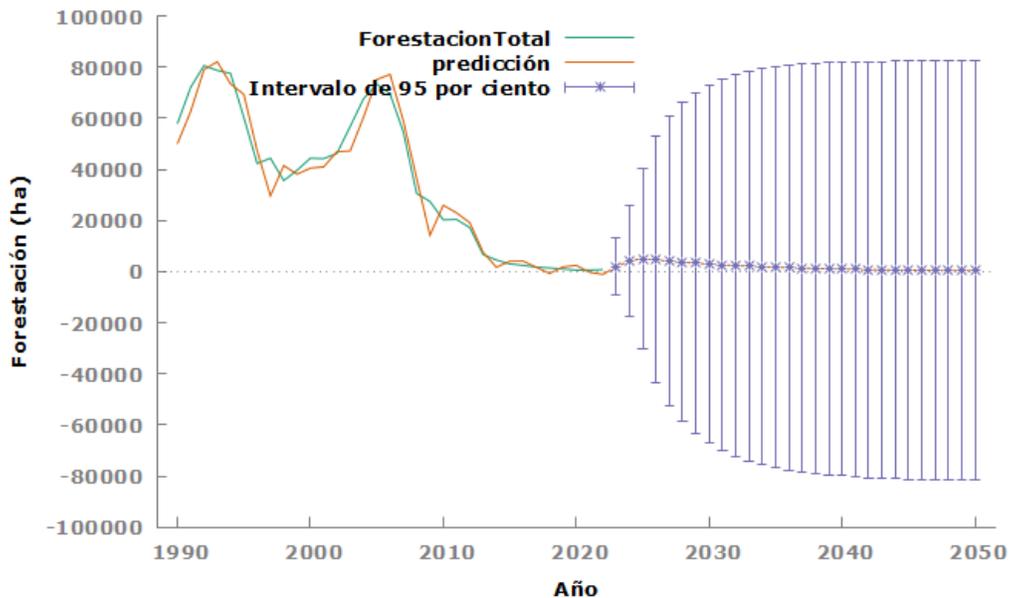


Figura 12. Forestación histórica y proyección de la forestación (ha)

#### 5.2.2.7.2 SUPERFICIE DE BOSQUE NATIVO MANEJADO

La variable superficie de manejo de bosque nativo está constituida por dos componentes, por una parte, la superficie de manejo de renovales, y por otra, la superficie de manejo de no renovales. Se observa un impulso inicial con la aparición de la ley 20.283 de recuperación de bosque nativo, para luego estabilizarse, debido a que la superficie manejada se mantiene sin grandes aumentos, lo cual se relacionaría con los subsidios insuficientes al manejo de bosque nativo que mencionan los actores encuestados como parte de esta Consultoría. Así, al no observarse un cambio sustancial en los parámetros que controla esta normativa, la tendencia esperada y reflejada por el modelo (Figura 13) es mantenerse en un valor medio. La figura a

continuación detalla esta tendencia. Los parámetros obtenidos para el modelo se presentan en el **Anexo Superficie manejo total**.

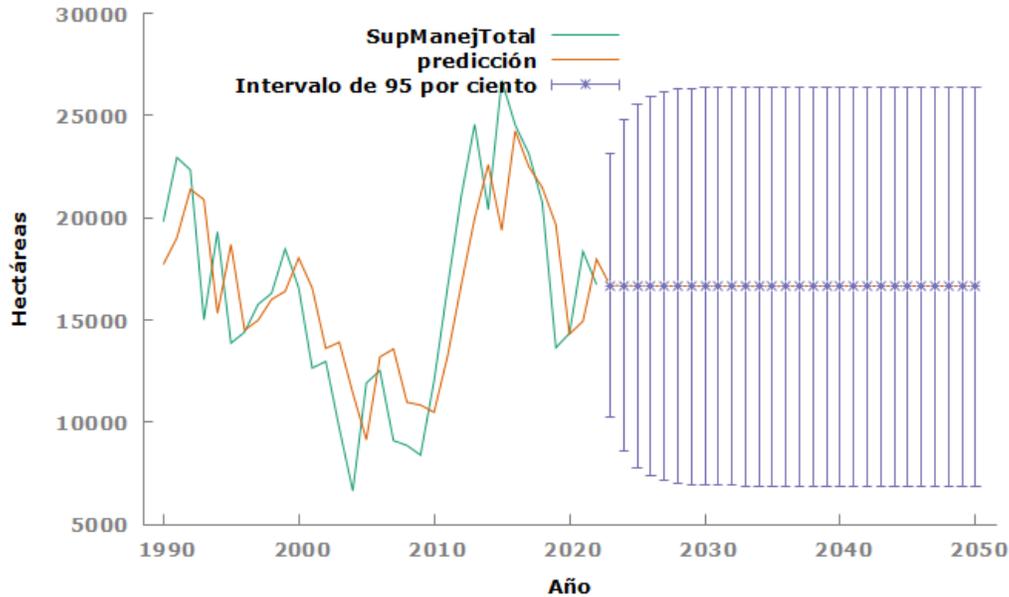


Figura 13 Proyecciones de Superficie de Manejo (ha)

### 5.2.2.7.3 SUPERFICIE DE PLANTACIONES FORESTALES.

La variable superficie de plantaciones está compuesta por plantaciones de Pino radiata, de Eucaliptos, de especies nativas y de otras especies exóticas. En el total, la superficie dominante es compartida en importancia por Pino radiata y Eucalipto, esto debido a la demanda industrial de material, tanto de pulpa como de madera, requerida por el sector para su producción. Las plantaciones han sido objeto de importantes mermas en su inventario, en especial producto de los eventos catastróficos de incendios forestales registrados en el 2017 y 2023. Sin embargo, estos eventos vienen siendo recurrentes (incendios de 2014, 2015, 2017, 2020 y 2023), y se espera permanezcan presentes en años futuros. La alteración del inventario y su desregulación hace prever una tendencia a permanecer o incluso a la baja en años venideros, lo cual es reflejado en la modelación (Figura 14).

La superficie de plantaciones forestales está estrechamente relacionada con la forestación, por lo cual este modelo consideró la forestación proyectada como variable exógena. También es importante destacar que la variable superficie de plantaciones corresponde a las plantaciones en pie, y por lo tanto, es la superficie efectiva que ya contempla la afectación por incendios, por esta razón no se consideró la variable incendios como variable exógena, ya que generaría un doble efecto en los datos proyectados.

Los parámetros obtenidos para el modelo se presentan en el **Anexo Superficie Plantaciones forestales**.

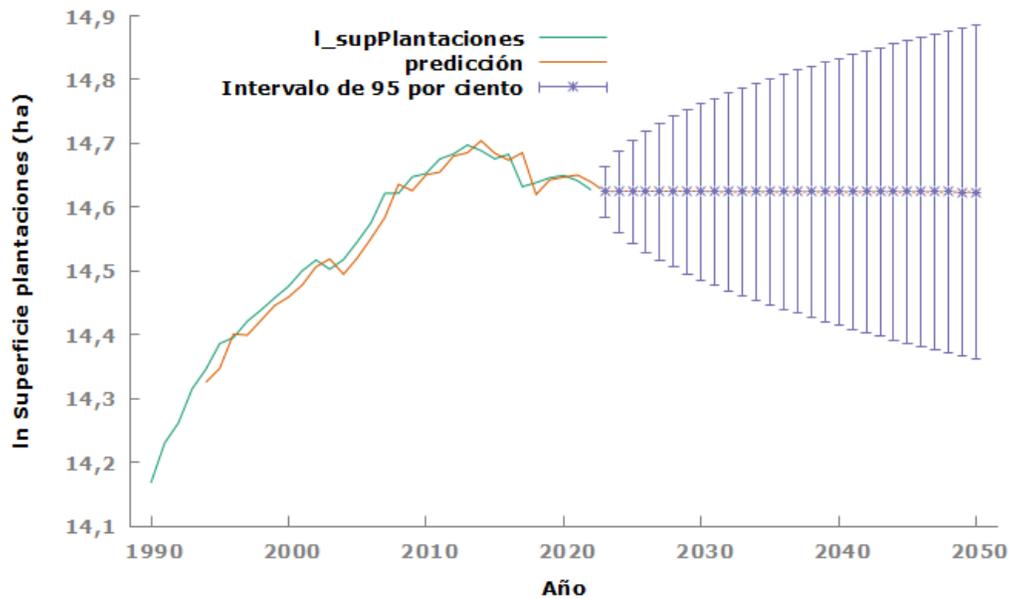


Figura 14 Proyección superficie Plantaciones forestales (logaritmo ha)

#### 5.2.2.7.4 CONSUMO DE LEÑA

La variable consumo de leña está compuesta por dos elementos principales, la leña de bosque nativo y la leña de especies exóticas. De acuerdo con el equipo sectorial de Energía INGEI, encuestado en el análisis de vinculación realizado en el Informe 1 de esta Consultoría, se espera que la leña siga siendo un combustible de demanda inelástica, que es siempre una opción alternativa ante el alza de precios de otros combustibles, con lo cual no se vislumbra que su consumo vaya a disminuir drásticamente.

Se vislumbra, de acuerdo con el Observatorio Bosques, Energía y Sociedad (BES), que su consumo nacional alcance un peak de aproximadamente 13 millones de m<sup>3</sup> anuales, para posteriormente disminuir gradualmente, producto de avances en la regulación legal (Ley de Biocombustibles Sólidos, Planes de Descontaminación Atmosférica, y el recambio a alternativas como el pellet), manteniéndose relativamente constante a futuro producto de la inelasticidad de su demanda, mencionada anteriormente. Por consiguiente, el modelo proyecta de acuerdo a esta lógica (Figura 15) y no acusa un cambio sustancial en su tendencia. El modelo refleja el gran arraigo al consumo de leña que se tiene en el país y su calidad de bien de primera necesidad, con una demanda inelástica (ver Informe 1, punto 5.1.1.). Se utilizó la variable de superficie de plantaciones proyectada como exógena, para reflejar la subordinación del consumo de leña a la disponibilidad de esta en plantaciones. Los parámetros obtenidos para el modelo se presentan en el **Anexo Consumo de leña**.

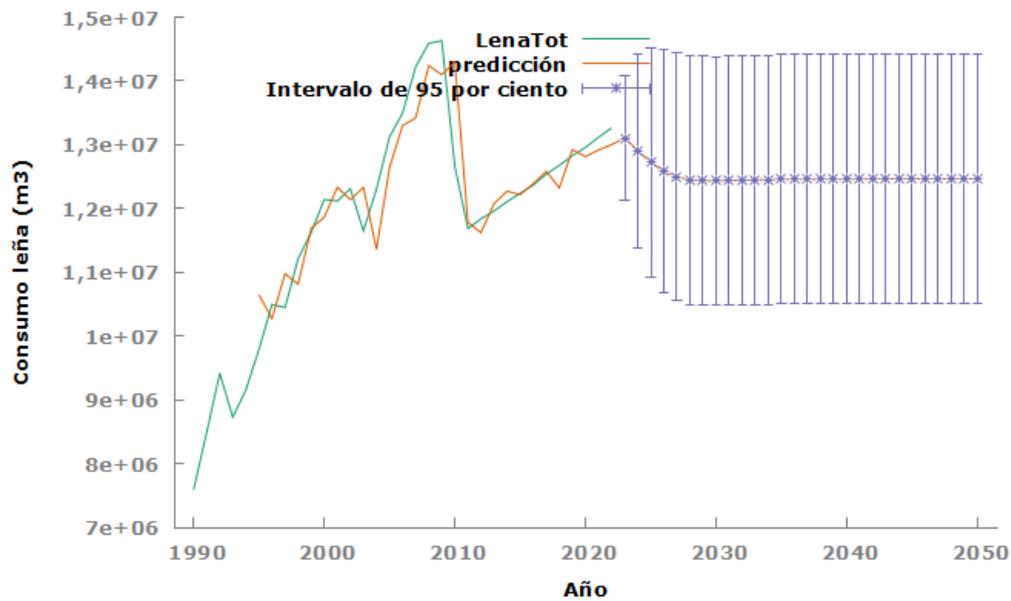


Figura 15 proyección de consumo de leña todas las especies (m3)

#### 5.2.2.7.5 CONSUMO DE TROZAS

El consumo de trozas se compone de consumo de trozas de Pino radiata, consumo de trozas de Eucalipto, consumo de trozas de bosque nativo y el consumo de trozas de otras especies exóticas. Esta variable está fuertemente relacionada a la demanda del sector industrial y a su capacidad instalada, así, mientras la tendencia de crecimiento del recurso se mantenga estable, no se observarán cambios sustanciales en los valores de proyección futura al 2050, como se ve en la Figura 16.

De esta forma, el consumo de trozas se modeló considerando como variable exógena la superficie de plantaciones, puesto que el consumo de trozas está supeditado a su disponibilidad en plantaciones. Los parámetros obtenidos para el modelo se presentan en el **Anexo Consumo de trozas**.

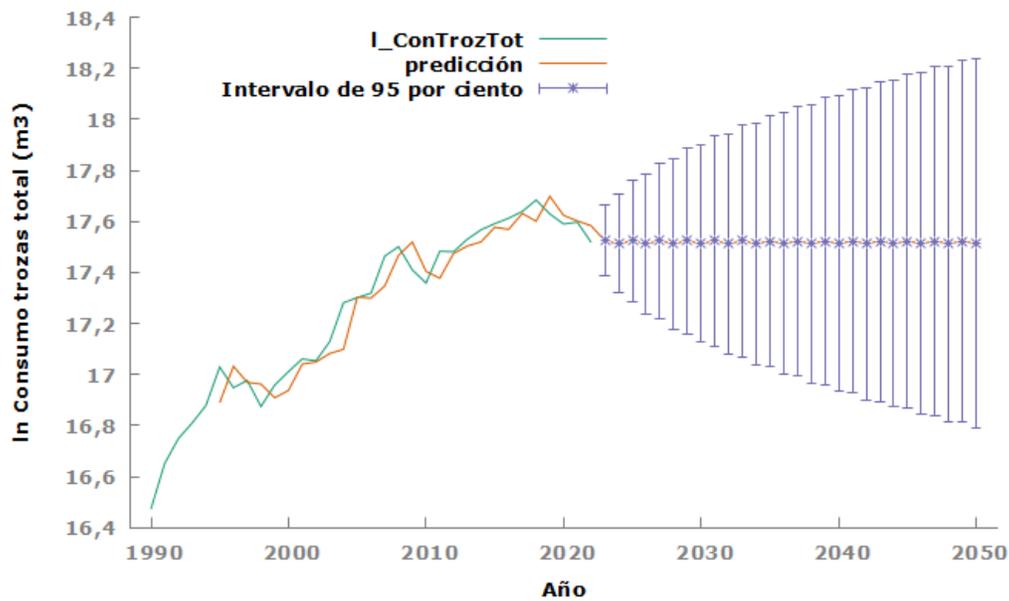


Figura 16 Proyección consumo total de trozas (In m³)

#### 5.2.2.7.6 INCENDIOS

La variable incendios, se compone de las series incendios de pino radiata, incendios de eucalipto, incendios de otras especies exóticas, incendios de bosque nativo, incendios de matorrales, incendios de terrenos de cultivo e incendios de pastizales. La tendencia general de los incendios es al incremento en el tiempo (Figura 17), denotando que este tipo de eventos permanecerá presente en el periodo de proyección. Debido a la aparición relativamente reciente de eventos de megaincendios (e.g. 2017, 2023), no fue posible para los modelos capturar completamente la magnitud de los incendios futuros. Como una forma de subsanar esto, se recurrió a la proyección a partir de la serie histórica del 2010 en adelante, año en que se considera el comienzo de la Megasequía (CR2, 2015).

En el caso de incendios, y en general en esta consultoría se aplican modelos de tendencias que tienen un carácter autorregresivo, es decir utilizan la misma variable en un rango histórico para identificar el valor futuro. Su naturaleza autoregresiva predetermina el comportamiento del valor futuro estimado, basado en los valores del pasado, el efecto “sierra” que se observa en las estimaciones de incendios se da porque el modelo encontró un patrón histórico de altas y bajas que ocurren en forma periódica en el tiempo y representa ese patrón en el futuro. Sin embargo, el “aserrado” presenta un decrecimiento en el tiempo, porque mientras más lejos se encuentre la estimación de los valores reales observados, mayor es el efecto de los valores estimados, lo que implica que hacia el final de la estimación el efecto o influencias de los valores estimados dominan la estimación. En resumen, el modelo trata de representar los eventos periódicos de incendios cada cierta cantidad de años repitiendo el patrón de altos y bajos, siendo decreciente por efecto de la autoregresión. Los parámetros obtenidos para el modelo se presentan en el **Anexo Incendios**.

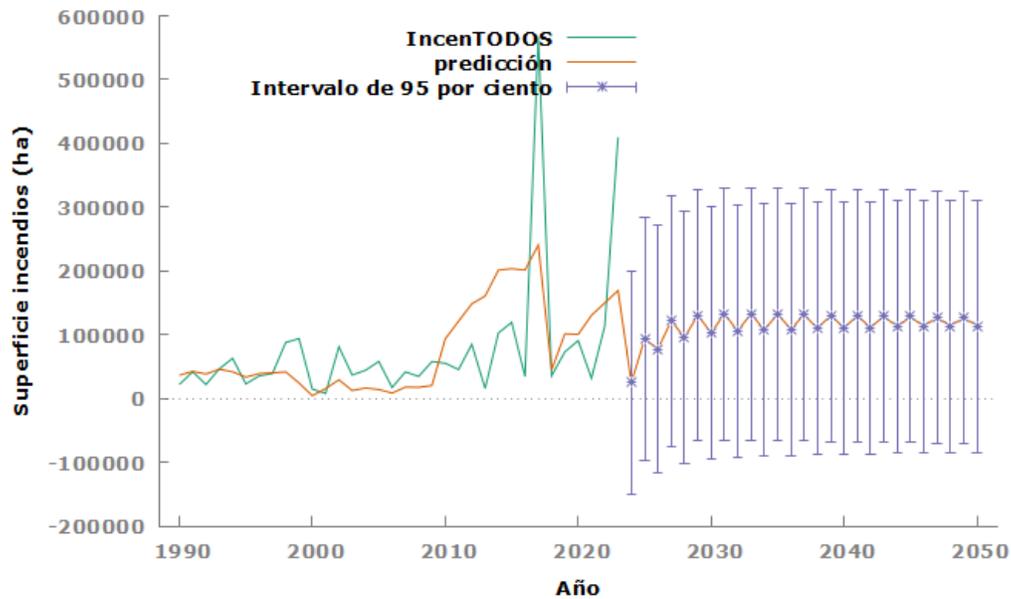


Figura 17. Proyección de los incendios total al 2050 (logaritmo ha)

#### 5.2.2.7.7 INCENDIOS RESIDUOS FORESTALES

En cuanto a los incendios asociados a superficies que se consideran tierras forestales, pero al momento de ser incendiadas, se concentraron en los residuos de cosechas forestales, se proyecta una tendencia a mantenerse constante con algunas variaciones (Figura 18), siguiendo la tendencia modelada para incendios totales (Figura 17).

Los parámetros obtenidos para el modelo se presentan en el **Anexo Incendios residuos forestales**.

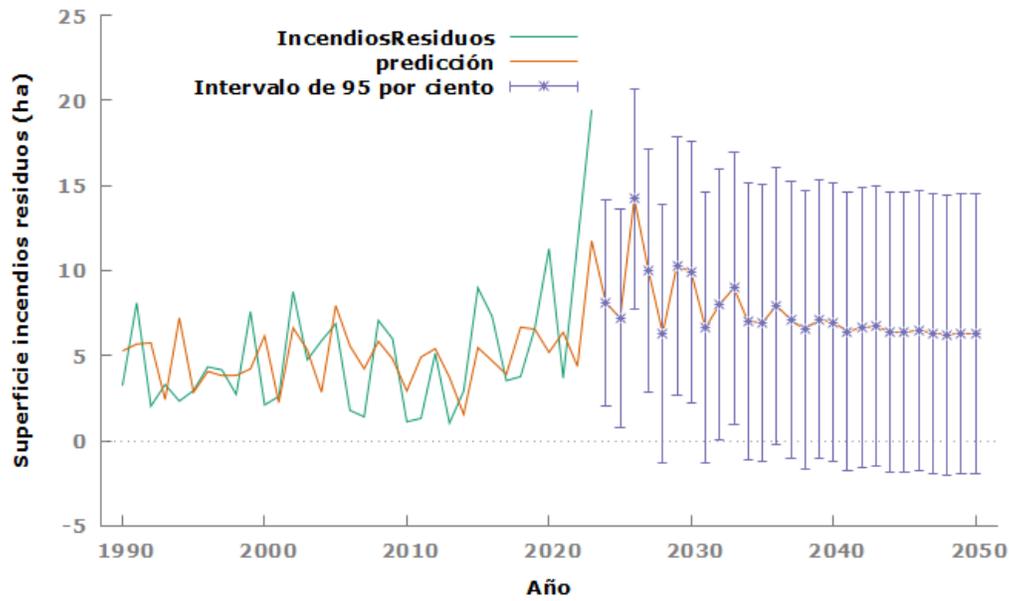


Figura 18. Superficie de incendios en áreas de residuos forestales (ha)

#### 5.2.2.7.8 QUEMAS

Las series de tiempo de las quemas comprenden las quemas de residuos de eucalipto, quemas de residuos de Pino radiata, quemas de residuos de otras especies. Para esta variable se espera una tendencia a la estabilización en el futuro (Figura 19), por efecto del comportamiento estable del consumo de trozas y la superficie de manejo.

Se modelaron las quemas utilizando la superficie de plantaciones como variable exógena. Los parámetros obtenidos para el modelo se presentan en el **Anexo Quemadas**.

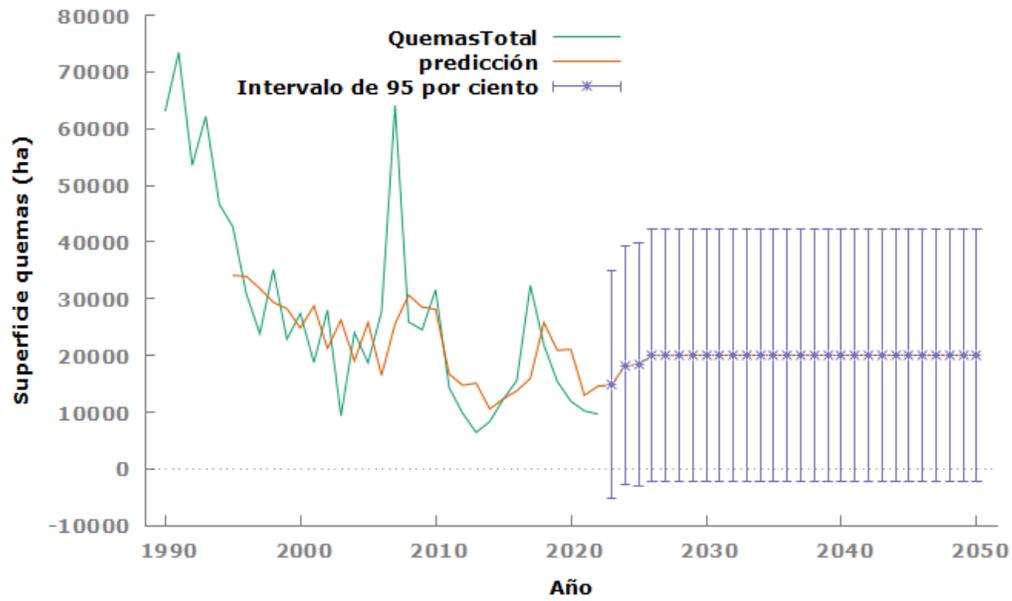


Figura 19. Proyección de las quemas totales al 2050 (ha)

#### 5.2.2.7.9 FRUTALES, OLIVOS Y VIDES

Las superficies de Frutales, Olivos y Vides presentan una leve tendencia al alza en superficie (Figura 20). Las tres variables se modelaron mediante un modelo VAR, considerando una constante en cada proyección, asumiendo que existe una condición base que favorece que perduren en el tiempo. Los parámetros obtenidos para el modelo se presentan en el **Anexo Frutales, Olivos y Vides**.

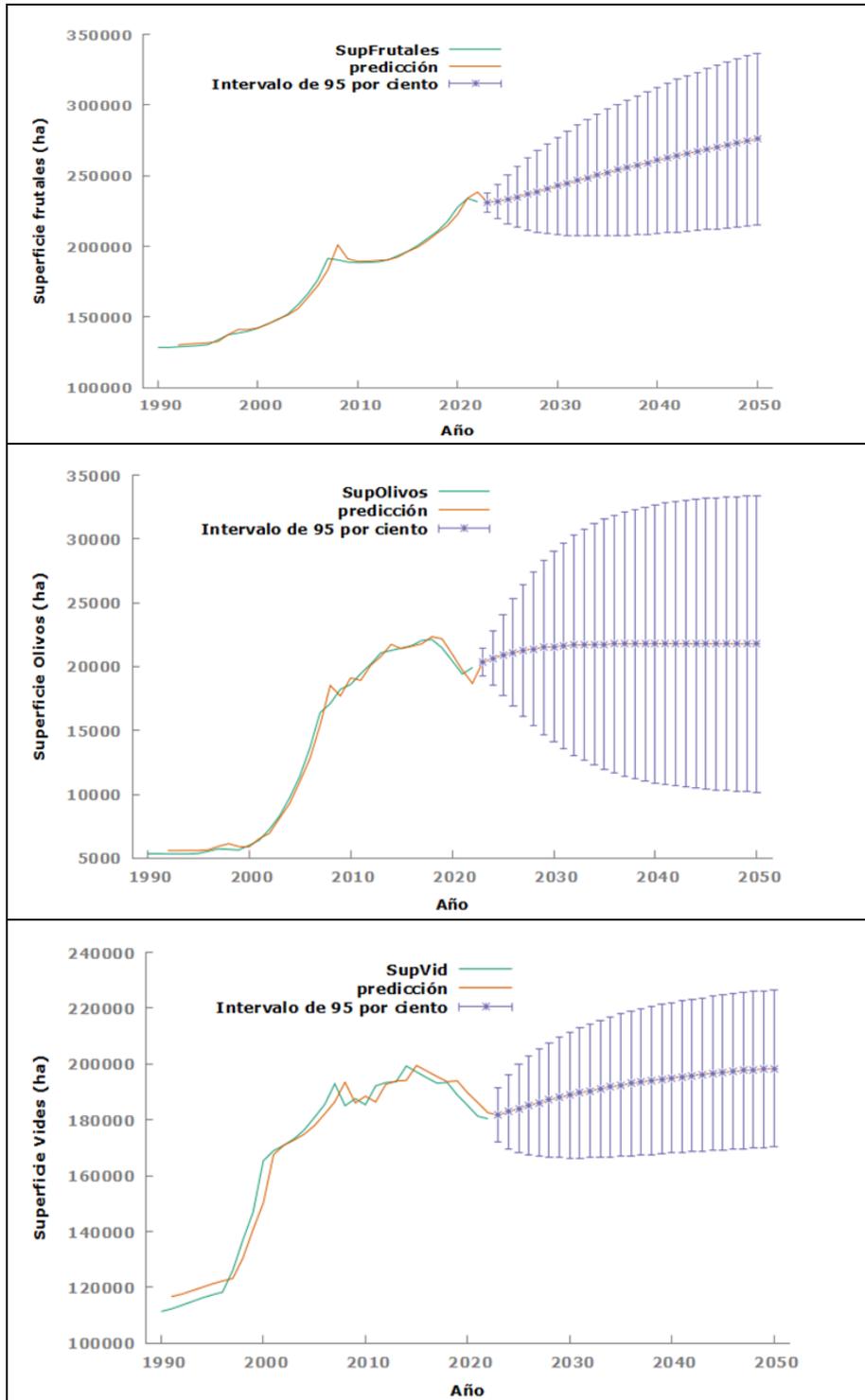


Figura 20. Proyección de superficie de frutales (arriba), olivos (centro), y vides (derecha)

### 5.2.2.7.10 PRODUCTOS DE MADERA ASERRADA, TABLEROS Y PAPEL

La producción de madera aserrada, tableros y papel fue objeto de modelación simultánea por medio de modelos VAR, en el entendido que son producciones con un cierto grado de interrelación. Las series de tiempo y proyecciones respectivas se detallan en Figura 21, Figura 22, y Figura 23. En madera aserrada se prevé una leve disminución asociada a la disminución de superficie de plantaciones, tendencia que se repite en los tableros y el papel.

Los productos de madera aserrada, tableros y papel se proyectaron mediante un modelo VAR conjunto, considerando la superficie de plantaciones como variable exógena. Los parámetros obtenidos para el modelo se presentan en el **Anexo Productos de madera Aserrada, Tableros y Papel**.

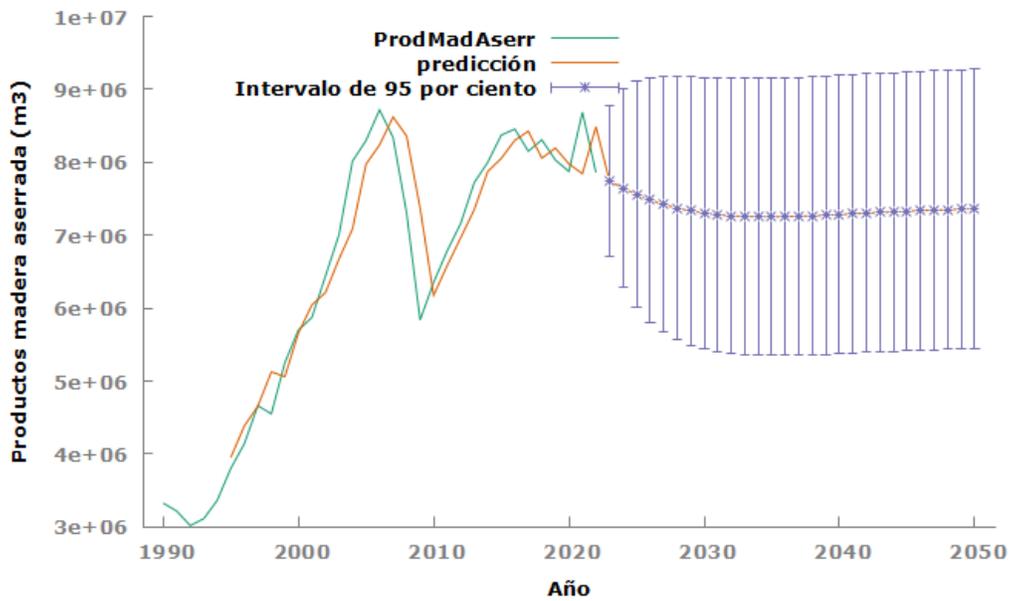


Figura 21. Proyección de madera aserrada (m3).

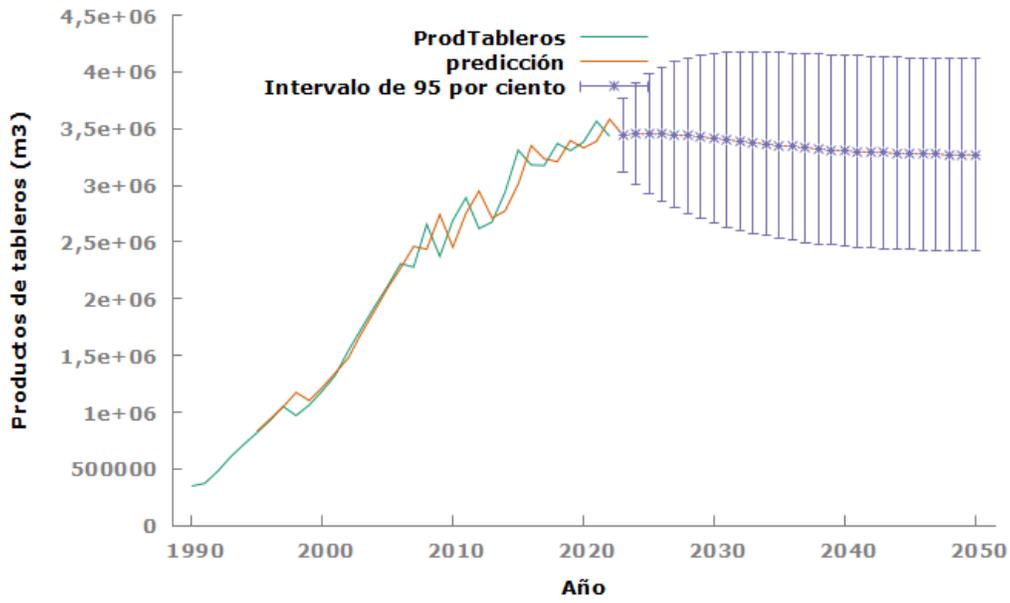


Figura 22. Proyección de tableros (m3).

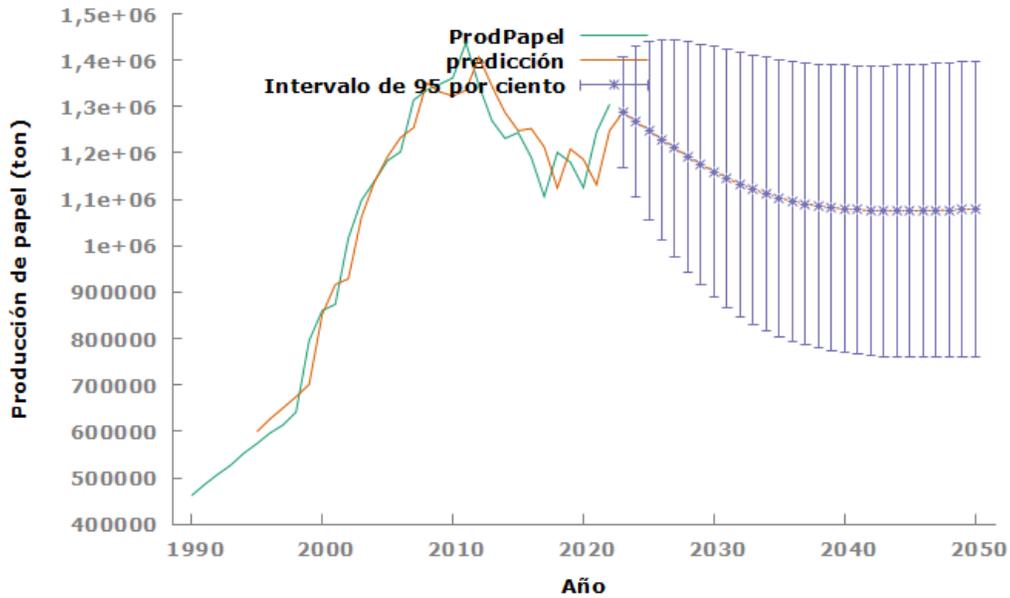


Figura 23. Proyección de papel (ton)

En resumen, se puede destacar lo siguiente respecto de las distintas proyecciones:

- *Forestación:* Hay una disminución en la creación de nuevas masas forestales debido a la falta de incentivos adecuados.
- *Superficie de manejo:* La gestión de bosques nativos mantiene un incremento anual estable sin incentivos adicionales, no se espera un aumento significativo en el futuro.
- *Plantaciones forestales:* Las superficies de Pino radiata y Eucalipto dominan en el total, pero han disminuido debido a incendios recurrentes.
- *Consumo de leña:* La oferta de leña no muestra cambios significativos, manteniendo el consumo total en el horizonte de proyección.
- *Consumo de trozas:* Se mantiene estable y depende de la demanda industrial.
- *Incendios y quemas:* Se espera un aumento de incendios en el futuro, mientras que las quemas se estabilizarán.
- *Frutales, Vides y Olivos:* Hay una leve expansión, posiblemente como respuesta a los incendios.
- *Productos de madera:* La producción de madera aserrada, tableros y papel está interrelacionada y fue proyectada en conjunto.

En la Tabla 4, se presentan los valores proyectados al 2050 de todos los datos de actividad considerados en las modelaciones.

Tabla 4. Valores históricos (2010-2022 y 2023 para incendios) y valores proyectados en los distintos datos de actividad 2023-2050

Año	Renovales (ha)	A.de conservación (ha)	Plantaciones (ha)	Bosques Con manejo (ha)	Forestación (ha)	Frutales (ha)	Olivos (ha)	Vides (ha)	Incendios (ha)	Incendios residuos (ha)	Quemas (ha)	Consumo Leña (m3)	Consumo trozas (m3)	Producción madera aserrada (m3)	Producción tableros (m3)	Producción papel (t)
2010	6.321.360	2.044.203	2.310.316	12.010	20.240	188.495	18.596	185.399	55.613	1.107	31.591	12.662.550	34.559.615	6.353.900	2.690.900	1.361.800
2011	6.315.276	2.044.058	2.363.287	16.607	20.397	188.640	19.444	192.131	45.728	1.309	14.321	11.688.060	39.151.261	6.784.700	2.890.500	1.437.300
2012	6.309.198	2.043.881	2.382.238	21.025	17.151	189.001	20.210	193.344	85.154	5.125	9.811	11.838.845	39.075.246	7.160.200	2.618.900	1.345.700
2013	6.303.068	2.043.667	2.415.489	24.561	6.610	190.330	21.082	193.599	16.077	1.033	6.441	11.963.827	41.040.290	7.720.700	2.677.100	1.269.300
2014	6.299.373	2.043.417	2.394.604	20.403	4.529	193.402	21.264	199.267	103.079	2.913	8.365	12.108.874	42.590.375	7.998.800	2.939.700	1.231.400
2015	6.295.639	2.043.133	2.364.207	26.723	3.011	196.473	21.446	197.172	119.676	8.978	12.285	12.240.081	43.634.196	8.372.200	3.310.400	1.244.100
2016	6.291.891	2.042.811	2.380.779	24.530	2.422	200.610	21.635	195.074	34.805	7.292	15.584	12.367.766	44.556.011	8.455.100	3.179.600	1.190.700
2017	6.281.637	2.042.437	2.263.078	23.142	1.735	205.676	22.042	193.125	566.677	3.521	32.364	12.540.789	45.769.728	8.150.900	3.175.500	1.106.000
2018	6.274.192	2.042.057	2.277.440	20.732	1.425	210.814	22.125	193.384	35.792	3.763	21.911	12.677.829	47.854.215	8.307.200	3.368.700	1.201.300
2019	6.266.643	2.041.648	2.294.821	13.650	1.010	217.753	21.473	188.878	73.469	6.603	15.424	12.830.208	45.307.291	8.030.400	3.306.600	1.180.000
2020	6.261.294	2.041.231	2.303.068	14.353	592	227.668	20.460	185.164	91.021	11.272	11.932	12.959.217	43.563.800	7.873.800	3.381.300	1.125.400
2021	6.255.879	2.040.793	2.284.625	18.357	619	233.981	19.417	181.293	31.952	3.672	10.234	13.117.260	43.871.645	8.686.500	3.565.700	1.244.800
2022	6.250.425	2.040.341	2.251.860	16.741	788	231.551	19.923	180.393	113.775	11.560	9.685	13.264.593	40.551.543	7.858.600	3.431.900	1.304.900
2023	6.249.696	2.039.914	2.245.157	16.697	1.793	231.177	20.326	181.685	409.671	19.429	14.823	13.106.300	40.781.944	7.745.240	3.444.630	1.287.210
2024	6.248.972	2.039.455	2.245.109	16.686	4.198	231.935	20.647	182.902	25.218	8.114	18.180	12.910.500	40.292.665	7.643.930	3.451.230	1.268.240
2025	6.248.207	2.038.950	2.245.102	16.678	5.064	233.307	20.902	184.048	93.468	7.192	18.397	12.723.700	40.775.828	7.556.330	3.452.730	1.248.720
2026	6.247.330	2.038.440	2.245.105	16.672	4.540	235.006	21.104	185.128	77.830	14.220	19.993	12.584.000	40.298.709	7.482.320	3.450.080	1.229.260
2027	6.246.460	2.037.951	2.245.106	16.667	4.071	236.869	21.264	186.144	121.870	9.963	19.999	12.496.600	40.770.527	7.421.090	3.444.140	1.210.310
2028	6.245.685	2.037.477	2.245.098	16.664	3.650	238.808	21.389	187.101	96.336	6.319	20.002	12.451.400	40.304.755	7.371.520	3.435.690	1.192.230
2029	6.244.924	2.036.981	2.245.082	16.662	3.272	240.772	21.487	188.002	130.649	10.293	20.002	12.434.400	40.765.227	7.332.370	3.425.400	1.175.290
2030	6.244.152	2.036.483	2.245.061	16.660	2.934	242.734	21.564	188.850	103.307	9.896	20.002	12.433.100	40.309.995	7.302.430	3.413.860	1.159.670
2031	6.243.353	2.035.998	2.245.036	16.659	2.630	244.679	21.623	189.649	132.885	6.630	20.002	12.438.600	40.759.928	7.280.500	3.401.560	1.145.470
2032	6.242.534	2.035.509	2.245.010	16.658	2.358	246.598	21.669	190.402	106.343	8.001	20.002	12.445.700	40.315.235	7.265.430	3.388.930	1.132.760
2033	6.241.655	2.035.013	2.244.981	16.657	2.114	248.488	21.704	191.110	132.973	8.970	20.002	12.451.600	40.754.222	7.256.150	3.376.300	1.121.540

Año	Renovales (ha)	A.de conservación (ha)	Plantaciones (ha)	Bosques Con manejo (ha)	Forestación (ha)	Frutales (ha)	Olivos (ha)	Vides (ha)	Incendios (ha)	Incendios residuos (ha)	Quemas (ha)	Consumo Leña (m3)	Consumo trozas (m3)	Producción madera aserrada (m3)	Producción tableros (m3)	Producción papel (t)
2034	6.240.807	2.034.519	2.244.950	16.656	1.896	250.346	21.730	191.777	108.002	7.000	20.002	12.455.800	40.320.073	7.251.700	3.363.960	1.111.780
2035	6.239.921	2.034.054	2.244.918	16.656	1.700	252.171	21.749	192.405	132.389	6.927	20.001	12.458.200	40.748.924	7.251.170	3.352.130	1.103.430
2036	6.239.005	2.033.558	2.244.884	16.656	1.524	253.963	21.763	192.997	109.151	7.935	20.001	12.459.300	40.324.912	7.253.760	3.340.960	1.096.390
2037	6.238.065	2.033.071	2.244.849	16.656	1.366	255.722	21.773	193.554	131.625	7.098	20.001	12.459.600	40.743.627	7.258.770	3.330.560	1.090.580
2038	6.237.136	2.032.590	2.244.812	16.655	1.225	257.449	21.780	194.079	110.084	6.531	20.001	12.459.500	40.329.348	7.265.590	3.321.020	1.085.890
2039	6.236.133	2.032.140	2.244.774	16.655	1.098	259.144	21.784	194.573	130.842	7.136	20.001	12.459.300	40.738.331	7.273.660	3.312.380	1.082.210
2040	6.235.148	2.031.672	2.244.735	16.655	985	260.808	21.786	195.038	110.902	6.962	20.001	12.459.000	40.333.785	7.282.550	3.304.640	1.079.430
2041	6.234.126	2.031.161	2.244.695	16.655	883	262.440	21.787	195.476	130.093	6.416	20.000	12.458.900	40.733.443	7.291.870	3.297.800	1.077.430
2042	6.233.012	2.030.625	2.244.654	16.655	791	264.043	21.786	195.888	111.645	6.633	20.000	12.458.700	40.338.221	7.301.320	3.291.840	1.076.100
2043	6.231.921	2.030.083	2.244.612	16.655	710	265.615	21.785	196.276	129.392	6.724	20.000	12.458.700	40.728.148	7.310.630	3.286.700	1.075.350
2044	6.230.728	2.029.531	2.244.569	16.655	636	267.158	21.783	196.642	112.327	6.373	20.000	12.458.700	40.342.256	7.319.620	3.282.340	1.075.080
2045	6.229.450	2.029.002	2.244.526	16.655	570	268.673	21.781	196.987	128.741	6.361	20.000	12.458.700	40.723.261	7.328.130	3.278.700	1.075.210
2046	6.228.139	2.028.456	2.244.482	16.655	511	270.159	21.779	197.311	112.956	6.491	20.000	12.458.700	40.346.290	7.336.070	3.275.710	1.075.640
2047	6.226.870	2.027.893	2.244.437	16.655	458	271.617	21.776	197.616	128.137	6.323	20.000	12.458.700	40.718.374	7.343.350	3.273.320	1.076.320
2048	6.225.610	2.027.385	2.244.392	16.655	411	273.049	21.774	197.904	113.537	6.227	20.000	12.458.700	40.350.325	7.349.940	3.271.450	1.077.180
2049	6.224.301	2.026.824	2.244.346	16.655	369	274.454	21.771	198.174	127.579	6.310	20.000	12.458.700	40.713.488	7.355.820	3.270.030	1.078.160
2050	6.220.160	2.026.222	2.244.300	16.655	330	275.832	21.768	198.429	114.075	6.258	20.000	12.458.700	40.353.956	7.360.990	3.269.020	1.079.220

### 5.3 PROYECCIÓN DE DATOS DE ACTIVIDAD PARA ESCENARIO NDC

La modelación del escenario NDC contempla un cumplimiento de las metas consideradas en los compromisos de cambio climático del país hasta el año 2030, generando un cambio en la trayectoria del *business as usual* que da origen al escenario base, suponiendo un incremento en los esfuerzos de mitigación del cambio climático del país.

Las emisiones y absorciones generadas bajo este escenario NDC son adicionales a aquellas que se proyectan en el escenario base. El detalle de las medidas consideradas en la meta 2030 se presenta a continuación.

#### 5.3.1 REVISIÓN Y DOCUMENTACIÓN MEDIDAS NDC (FORESTACIÓN Y MANEJO) META 2030

En la última actualización de su NDC (MMA, 2020), Chile asumió tres compromisos asociados al sector UTCTUS. Uno de ellos fue **una contribución al manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos**, representando capturas de GEI en alrededor de 0,9 a 1,2 Mt CO<sub>2</sub> eq anuales, al año 2030.

Los criterios de sustentabilidad asociados a este compromiso fueron a) Que se planificarán actividades a largo plazo, que permitan garantizar la conservación del bosque (permanencia), y b) Que se aplicarán parámetros mínimos de rendimiento sostenido, que garanticen que las extracciones no superen el crecimiento del bosque

Otro compromiso asumido por Chile fue la **forestación de 200.000 hectáreas**, de las cuales al menos 100.000 hectáreas correspondan a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. Se contempló realizarla en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación, con capturas de entre 3,0 a 3,4 Mt CO<sub>2</sub> eq anuales al 2030.

Las condiciones asociadas a esta contribución fueron a) Promover la utilización de especies nativas, considerando en su elección y manejo de acuerdo a las condiciones ambientales adecuadas, b) La no consideración de sustitución de bosques nativos, c) Realizarse en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación, considerando suelos degradados con procesos erosivos activos, riesgos de remoción en masa producto de la erosión y no aptos para fines de cultivos, priorizando áreas en las que la forestación contribuya a la conservación y protección de suelos, humedales, cabeceras de cuenca, cursos y cuerpos de aguas.

Los aspectos que comprometió a considerar el país en lo que respecta a la medida de forestación fueron los siguientes:

- Promueve la utilización de especies nativas, considerando su elección y manejo de acuerdo a las condiciones ambientales adecuadas.
- Considera el uso de especies pioneras de gran amplitud ambiental, que mejoran las condiciones de los sitios para el establecimiento posterior de otras especies más exigentes para su establecimiento.
- Privilegia el establecimiento de bosques mixtos (más de una especie), ya sea con especies nativas, exóticas o una combinación de ambas, con distintas rotaciones para proveer una cobertura permanente y mantener constante la provisión de servicios ecosistémicos

- (protección de suelos, agua, fauna, valor paisajístico, entre otros), y de este modo, evitar o minimizar el uso de la tala rasa como método de corta final.
- Incorpora la utilización de especies arbustivas como alternativa, las que permiten incorporar zonas con condiciones más extremas (desiertos, laderas de exposiciones norte, zonas con fuertes vientos, entre otras) a los objetivos antes descritos.
  - Utilizan plantaciones con menores densidades y/o con raleos más tempranos para generar mayor sanidad de los árboles y disminuir la competencia por agua.
  - Incluyen especies no autóctonas con mayor tolerancia a cambios de temperatura y régimen de humedad, especialmente en áreas degradadas que no permiten un establecimiento con las especies autóctonas.
  - Considerando siempre en la selección de especies y su manejo, las condiciones sociales, ambientales y productivas actuales y proyectadas.
  - Modifican técnicas y esquemas de manejo silvícola que facilitan: la mantención de cobertura continua, aseguran las funciones de protección, la retención e incorporación de materia orgánica en el suelo, la incorporación de métodos de regeneración natural, la provisión de servicios ambientales, entre otras.
  - Favorecen las reforestaciones con métodos mixtos, es decir, que a la plantación se le adiciona la regeneración natural por semillas para fortalecer la variabilidad genética.
  - Incentiva las rotaciones más largas, optimizando la tasa de captura de carbono, su cantidad y tiempo secuestrado.
  - Fomentan el desarrollo de nuevos usos para los productos maderables, que mantengan secuestrado el carbono retenido.
  - Contribuirán a la ordenación y restauración de los paisajes forestales, propiciando una distribución en mosaicos que permite: aumentar el valor paisajístico de los territorios; generar y mantener corredores biológicos; mejorar las medidas de prevención, presupresión y combate de incendios forestales; entre otras funciones.
  - Se considerarán variables sociales, ambientales y económicas que permitan el desarrollo de economías locales y aumentar el bienestar de los pequeños y medianos propietarios forestales.

La tercera contribución del país relacionada al sector UTCUTS corresponde a **reducir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo** en un 25% al 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2013, considerando acciones propuestas en la NDC, tales como a) Potenciar modelos de gestión en prevención de incendios forestales y restauración de áreas quemadas, b) Potenciar modelos de gestión de sustentabilidad del uso de recursos naturales, c) Aplicar modelos de gestión para compatibilizar la ganadería con la conservación del bosque, d) Fortalecer la protección fitosanitaria en los recursos vegetacionales nativos, e) Gestión adaptativa de recursos vegetacionales al cambio climático, desertificación, degradación de las tierras y sequía, f) Ajuste normativo y desarrollo agropecuario compatible con los recursos vegetacionales, y g) Apoyo al sector forestal.

En los siguientes apartados se considera el avance de las medidas recién descritas hasta el año 2022, para posteriormente considerar la proyección de su avance en el futuro, tanto en el escenario base, como en el escenario de modelación NDC. Cada medida se explica en detalle en su sección correspondiente.

### 5.3.2 SUPUESTOS DE MODELACIÓN DE MEDIDAS NDC

El total de las superficies contempladas en **la forestación** se presentan en la Tabla 5, tanto en escenarios base como la superficie por forestar para la NDC. Los datos de 2020, 2021, 2022 y 2023 corresponden a datos reales. Parte de la superficie de forestación está contenida en la línea base proyectada al 2050. La superficie que falta por considerar de la NDC se incorpora desde 2027 al 2030, en un plazo de 4 años con una tasa anual que se presenta en Tabla 5.

Las superficies contempladas bajo **la medida manejo sustentable y recuperación de bosques nativos** también se presentan en la Tabla 5, para los escenarios base y para la superficie pendiente de incluir bajo manejo en el contexto de los compromisos NDC. Los datos de 2020, 2021, 2022 y 2023 corresponden a datos reales y están contenidos en la modelación de la línea base proyectada. Se contempla que la diferencia de superficie comience a adoptarse en mayor magnitud a partir del 2027.

Tabla 5. Superficie (ha) de forestación y manejo en Escenario base y Escenario NDC

	Forestación Pino Producción industrial		Forestación Eucalyptus Producción industrial		Forestación especies nativas		Forestación Pino cubierta permanente		Manejo bosque nativo	
	Línea base	NDC	Línea base	NDC	Línea base	NDC	Línea base	NDC	Línea base	NDC
<b>2020</b>	207		48		337		0		11.556	
<b>2021</b>	67		206		358		0		11.556	
<b>2022</b>	79		261		448		0		11.556	
<b>2023</b>	1.320		293		180	3.210	0		11.556	
<b>2024</b>	1.291		300		2.607	113	0		16.686	5.282
<b>2025</b>	1.320		450		3.294		0		16.678	5.290
<b>2026</b>	1.320		500		2.720		0		16.672	5.296
<b>2027</b>		17.349		5.736		14.183		7.500		21.968
<b>2028</b>		17.349		5.736		14.183		7.500		21.968
<b>2029</b>		17.349		5.736		14.183		7.500		21.968
<b>2030</b>		17.349		5.736		14.183		7.500		21.968
<b>Total acumulado</b>	5.604	69.396	2.058	22.942	9.944	60.056	-	30.000	96.259	103.741

A continuación, se detallan los supuestos de las medidas incluidas en la NDC.

#### 5.3.2.1 FORESTACIÓN

En concordancia con la meta de la NDC vigente de forestación de 200.000 hectáreas, se desagrega en forestación de Pino radiata, Eucalyptus, y especies nativas. El detalle de la distribución considerada se puede ver en la ya mencionada Tabla 5.

Se desprende de los datos una brecha importante de superficie por forestar al año 2030, la cual es visible para todas las especies y situaciones consideradas en la forestación de la NDC.

El mayor avance en superficie forestada se observa para las especies nativas, el resto de las especies tiene un menor avance, llegando a la nula implementación de pino radiata bajo cubierta permanente.

Las especificaciones relativas a cada especie y situación de forestación se presentan a continuación.

### 5.3.2.1.1 PINO RADIATA PRODUCTIVO

Para las plantaciones productivas de pino radiata, se evaluaron los Esquemas de Manejo desarrollados en el estudio “Disponibilidad de Madera de Plantaciones de Pino radiata y Eucaliptos” de INFOR (2022), que hace referencia al periodo 2021-2051. La distribución de superficie de forestación de pino según zona, sitio y manejo se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Superficie plantaciones Pino radiata productivas (ha/año) a distribuir en 4 años, 2027 a 2030

Superficie plantaciones Pino radiata productivas (ha/año)									
	Sitio	Manejo	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 6	Zona 7	Zona 9
<b>Maule</b>	3	2	771,07	771,07	-	771,07			
	2	5	771,07	771,07	-	771,07			
	4	2	771,07	771,07	-	771,07			
<b>Bio Bío*</b>	3	2				771,07	771,07	771,07	
	2	5				771,07	771,07	771,07	
	4	2				771,07	771,07	771,07	
<b>Araucanía</b>	3	2				289,15		289,15	
	2	5				289,15		289,15	
	4	2				289,15		289,15	
<b>Los Ríos</b>	3	2							578,30
	2	5							578,30
	4	2							578,30
<b>Total</b>									<b>17.349,06</b>

\*: Se considera la antigua región de Bio Bío, que engloba a las actuales regiones de Bio Bío y Ñuble

La información de manejo utilizada para pino radiata asociada a las tasas de incremento más actualizadas se puede ver en la Tabla 7.

Tabla 7. Esquemas de manejo, rendimiento e incrementos medios anuales para pino radiata productivo

Zona	Sitio	Manejo	Edad cosecha	IMA
1	2	5	24	15
	3	2	22	13
	4	2	22	9
2	2	5	24	19
	3	2	22	18
	4	2	22	13
4	2	5	24	18
	3	2	22	19
	4	2	22	15
6	2	5	24	19
	3	2	22	20
	4	2	22	14
7	2	5	24	18
	3	2	22	20
	4	2	22	15
9	2	5	24	20
	3	2	22	19
	4	2	22	14

#### 5.3.2.1.2 EUCALYPTUS GLOBULUS Y NITENS PRODUCTIVO

Respecto a la forestación con *Eucalyptus* sp. de índole productiva, se utilizó también la información presente en INFOR (2022). Se obtuvo un total de 22,942 ha a distribuir en 4 años, 2027 a 2030 (ha/año). En la Tabla 8 se presenta la distribución de superficies por zona y sitio para *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*.

Tabla 8. Eucalyptus globulus y nitens productivas (ha/año)

	Sitio	Manejo	Zona 1 glob	Zona 2 glob	Zona 3 glob	Zona 4 glob	Zona 4 nitens	Zona 6 glob	Zona 7 glob	Zona 7 nitens	Zona 9 glob	Zona 9 nitens
Maule	3	3	1.019,64	1.019,64		1.019,64						
	2	7	1.019,64	1.019,64		1.019,64						
	4	3	1.019,64	1.019,64		1.019,64						
Bio Bío*	3	3				702,83	316,81	1.019,64	1.019,64			
	2	7				702,83	316,81	1.019,64	1.019,64			
	4	3				702,83	316,81	1.019,64	1.019,64			
Araucanía	3	3				270,38	111,98		270,38	111,98		
	2	7				270,38	111,98		270,38	111,98		
	4	3				270,38	111,98		270,38	111,98		
Los Ríos	3	3									180,55	584,18
	2	7									180,55	584,18
	4	3									180,55	584,18
<b>Total</b>												<b>22.941,87</b>

\*: Se considera la antigua región de Bio Bío, que engloba a las actuales regiones de Bio Bío y Ñuble

En la Tabla 9 se presentan los rendimientos al momento de la cosecha y los incrementos medios anuales para Eucalyptus globulus y Eucalyptus nitens.

Tabla 9. Rendimientos e incrementos medios anuales para *Eucalyptus* sp.

Zona	Sitio	E. globulus		E. nitens	
		Edad cosecha	IMA	Edad	IMA
1	2	12	6		
	3	12	5		
	4	12	4		
2	2	12	8		
	3	12	7		
	4	12	6		
4	2	12	19	14	32
	3	12	16	14	29
	4	12	15	14	22
6	2	12	23		
	3	12	20		
	4	12	16		
7	2	12	13	14	32
	3	12	12	14	25
	4	12	8	14	17
9	2	12	19	14	38
	3	12	16	14	33
	4	12	13	14	26

En el caso de los Eucaliptos, tanto *E. globulus* como *E. nitens*, para la modelación se considera que la cosecha se regula para que los volúmenes de cortas (raleos y cosechas) sean igual al crecimiento anual de la plantación, lo cual se considera un criterio de sustentabilidad para plantaciones de estas especies.

### 5.3.2.1.3 PINO RADIATA CUBIERTA PERMANENTE

Para la superficie de pino radiata considerada como cubierta permanente, hasta ahora no ha habido avances en la medida, por lo cual, la superficie a forestar de acuerdo a los compromisos NDC corresponde a 30.000 ha a distribuir en 4 años, entre 2027 y 2030. La Tabla 10 expone la distribución de superficies en las regiones correspondientes.

Tabla 10. Superficie de pino radiata permanente (ha/año)

	Sitio	Manejo	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 6	Zona 7	Zona 9
<b>Maule</b>	3	2	500	500	-	500			
	4	2	500	500	-	500			
<b>Bio Bío*</b>	3	2				500	500	500	
	4	2				500	500	500	
<b>Araucanía</b>	3	2				188		188	
	4	2				188		188	
<b>Los Ríos</b>	3	2							375
	4	2							375

\*: Se considera la antigua región de Bio Bío, que engloba a las actuales regiones de Bio Bío y Ñuble

Se utiliza como supuesto que solo los sitios de calidad 3 y 4 se consideran para el establecimiento de plantaciones de pino de cubierta permanente, dado que, siguiendo las lógicas de mercado, los sitios de mejor calidad serán priorizados para forestación con fines productivos. Además, se puede indicar que las regiones del Maule y Bio Bío contemplan mayores tasas de forestación que las de la Araucanía y Los Ríos, considerando la distribución de sitios aptos para esta especie

Los rendimientos e incrementos medios anuales para la superficie de Pino radiata destinada a permanecer como cubierta permanente se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Rendimientos e incrementos medios anuales para plantaciones de Pino radiata de cubierta permanente.

Zona	Sitio	IMA
1	3	14,0
	4	9,0
2	2	20,8
	3	19,0
	4	14,0
4	2	20,0
	3	20,0
	4	17,0
6	2	20,2
	3	23,0
	4	17,0
7	2	21,1
	3	21,0
9	2	17,8
	3	22,0

Para las plantaciones de pino radiata de cubierta permanente se utilizaron para todos los sitios esquemas de manejo 1 (sin manejo), y no se consideró edad de cosecha debido a que no se contempla cosecha.

#### 5.3.2.1.4 FORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS

La forestación con especies nativas considera como información base el estudio “Proyección de forestación con especies nativas, en el marco del Anteproyecto de Contribución Nacional Tentativa (INDC)” desarrollado por INFOR (2015), que se basa en forestación con plantaciones de dos especies nativas.

Para el presente informe, se modelan escenarios de plantaciones de dos especies nativas, considerando la existencia de un escenario futuro que debe incluir salvaguardas ambientales y sociales, dando alternativas multipropósito a los propietarios y de acuerdo a las distintas referencias bibliográficas encontradas para cada una de las especies en análisis. Sin embargo, es importante destacar que no existe suficiente información empírica para la proyección de plantaciones de dos especies nativas, teniendo en cuenta que su manejo es de mayor complejidad y requiere una adecuada supervisión. Para efectos del presente informe, este análisis no forma parte del estudio solicitado y se enfoca en evaluar el potencial de capturas y emisiones de esta forestación.

La selección de especies nativas utilizadas para modelar plantaciones de dos especies nativas se presenta en la Tabla 12.

**Tabla 12. Mezcla de especies definidas para la modelación. Fuente: INFOR, 2015**

Región	Especies a plantar en erosión moderada
O'Higgins	Quillay - Peumo
Maule	Quillay – Peumo
Biobío	Roble Lingue y Raulí-Ulmo
Araucanía	Roble Lingue y Raulí-Ulmo
Los Ríos	Raulí-Ulmo y Coihue-Ulmo
Los Lagos	Coihue-Ulmo

La selección de combinaciones de especies se explica como sigue:

- Quillay-Peumo: para las regiones de O'Higgins y Maule, estas dos especies crecen adecuadamente en estas regiones.
- Roble-Lingue: para las regiones del Biobío y Araucanía
- Raulí-Ulmo: para las regiones del Biobío, Araucanía y Los Ríos, en zonas de precordillera andina.
- Coihue-Ulmo: para las regiones de Los Ríos y Los Lagos.

Las características más relevantes para el establecimiento de la plantación comprenden lo detallado en la Tabla 13.

**Tabla 13. Características del establecimiento. Fuente: INFOR, 2015**

Especie	Densidad
Peumo – Quillay	3 x 3 (1111 arb/ha)
Roble-Lingue	3x2 (1600 arb/ha)
Raulí-Ulmo	3 x 2 (1600 arb/ha)
Coihue-Ulmo	3 x 2 (1600 arb/ha)

Al considerar dos especies, se considera una participación del 50 % de cada especie en la plantación. Para todas las plantaciones se consideran como prácticas culturales la preparación de casillas de 30x30 cm y fertilización, debido a que se establecen en terrenos con un grado de erosión moderada. El hecho de la plantación involucra la estimación de una cierta cantidad de emisiones propia de la actividad de transporte de personal y plántulas, actividades de preparación de suelo y fertilización. Estas emisiones se estiman menores al 1% de las capturas generadas por los bosques instalados, por lo que se asumen despreciables.

El crecimiento de las plantaciones se proyecta de acuerdo a curvas de crecimiento anual corriente. Para las mezclas de especies nativas consideradas en este estudio, la Figura 24, Figura 25, Figura 26 y Figura 27 describen las curvas de crecimiento anual corriente de quillay-peumo, roble-lingue, raulí-ulmo y coihue-ulmo respectivamente.

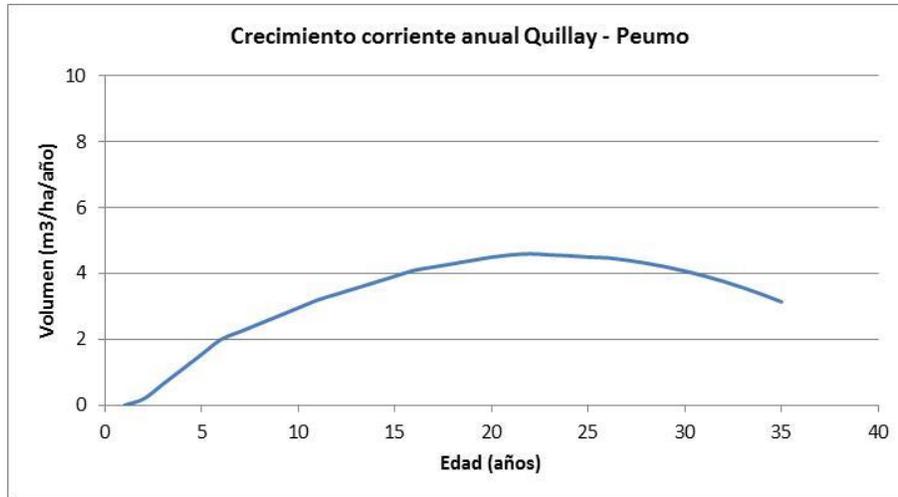


Figura 24. Crecimiento anual corriente de Quillay-Peumo

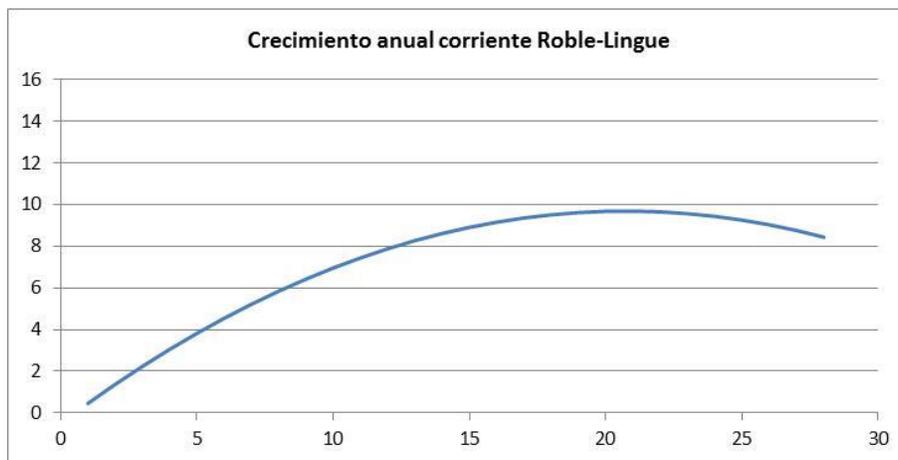


Figura 25. Crecimiento anual corriente de Roble-Lingue

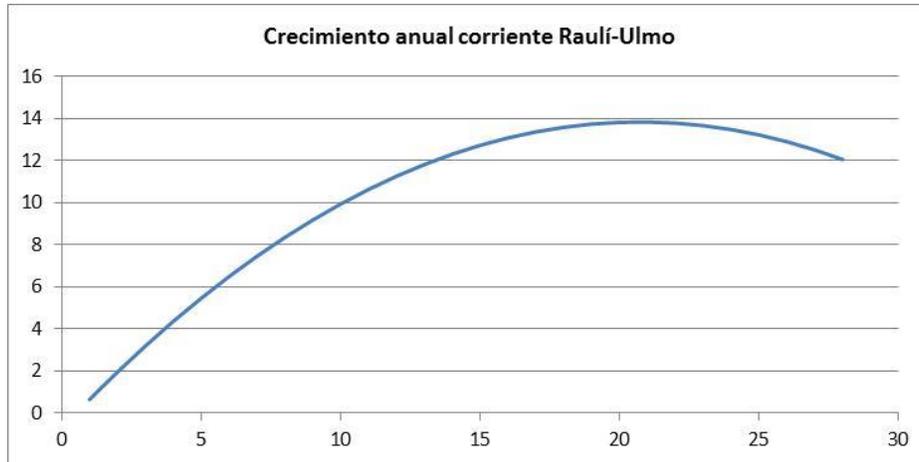


Figura 26. Crecimiento anual corriente de Raulí-Ulmo

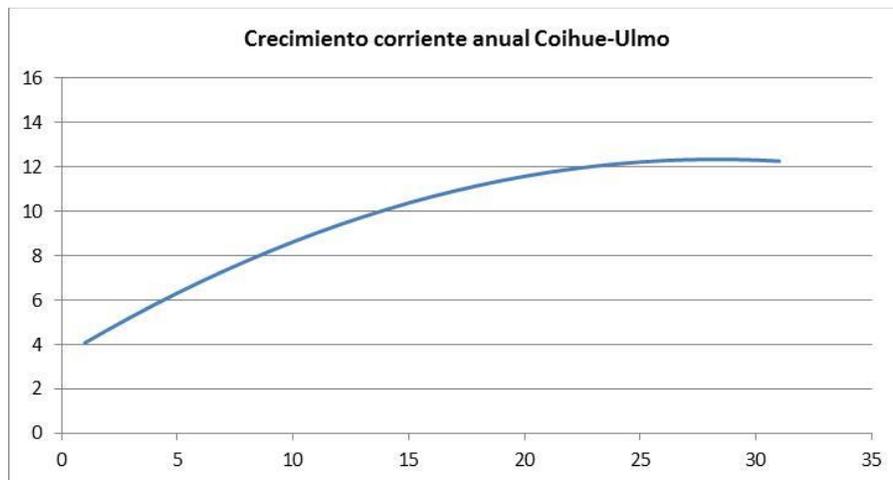


Figura 27. Crecimiento anual corriente Coihue-Ulmo

Para efectos de esta modelación se consideran plantaciones en situaciones de erosión moderada a ligera. Los datos asociados a la categoría forestación con especies nativas se presentaron en la Tabla 5.

En cuanto a la distribución específica de la superficie de plantaciones de especies nativas a establecer, se presenta en la Tabla 14. Se contempla un total de 14.182 hectáreas de plantaciones de especies nativas mixtas, donde la mayor superficie se concentra en la mezcla de especies raulí-ulmo.

Tabla 14. Distribución de superficie por región y especies forestales.

Especies	O'Higgins	Maule	Bio Bio	Araucanía	Los Ríos	Los Lagos	Superficie (ha)
Quillay-Peumo	2538						2538
Quillay-Peumo		1720					1720
Roble -Lingue			1675	1791			3.466
Raulí-Ulmo			1675	1791	994		4460
Coihue-Ulmo					994	1004	1998
<b>Total</b>	2538	1720	3350	3582	1988	1004	14182

Debido a que para las especies nativas se contempla una cubierta permanente, al igual que en el caso de las plantaciones de pino radiata con fines de cubierta permanente, no se integran los componentes de manejo ni de cosecha en el horizonte de planificación.

### 5.3.2.2 MANEJO SUSTENTABLE Y RECUPERACIÓN DE BOSQUE NATIVO

Para la medida de manejo y recuperación, se consideran dos grandes actividades de manejo que ocurren en el bosque nativo y que se reportan en las actualizaciones del inventario de gases de efecto invernadero. El manejo de renovales, que considera cortas intermedias y las actividades de recuperación de bosque nativo degradado.

Todas las actividades que involucran a los renovales ya se encuentran contabilizadas en la línea base, porque los renovales forman parte de los bosques que Chile tiene bajo gestión. Mientras que las actividades de recuperación son incrementales y generan un efecto aditivo en la contabilidad de capturas y emisiones de GEI.

Para efecto de la modelación de la NDC se mantiene la misma proporción que se ve en la línea base del país, 70 % de la superficie que se maneja se realiza en renovales y 30 % corresponde a actividades de recuperación.

Debido a que los bosques degradados generan una menor captura de CO<sub>2</sub>, su recuperación como bosque propiamente tal asegura un incremento en las tasas de capturas.

Para modelar el crecimiento, (Tabla 15) se utiliza la misma información que se utiliza en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (MMA, 2022) para así asegurar la consistencia de la información.

Tabla 15. Crecimientos por tipo forestal considerados

Tipo Forestal	Biomasa aérea (t/ha/año) <sup>3</sup>
Alerce	0,4
Ciprés de las Guaitecas	3,4
Araucaria	4,0
Ciprés de la cordillera	4,3
Palma chilena	-
Lenga	4,3
Coihue de Magallanes	3,1
Roble hualo	6,1
Roble-Raulí-Coihue	6,6
Coihue-Raulí-Tepa	4,8
Esclerófilo	1,2
Siempreverde	5,2

#### 5.4 PROYECCIÓN DE DATOS DE ACTIVIDAD PARA ESCENARIO DE LARGO PLAZO

Las medidas de mitigación en el escenario de largo plazo, hasta el 2050, contemplan el cumplimiento de la NDC entre 2023 y 2030, para posterior a eso, asumir un nuevo compromiso para el periodo 2031 a 2050. Este compromiso contemplaría la forestación de 200.000 ha, con 100.000 ha de pino destinadas a la producción industrial y 100.000 de especies nativas como cubiertas permanentes. Esta medida considera una tasa de forestación de 10.000 ha por año.

Además, en este escenario se propone como medida de mitigación la reducción en la superficie de incendios mediante una curva de adopción durante el periodo 2031-2050 (Figura 28), que genera una reducción aproximada de 20% de superficie incendiada respecto al escenario de línea base, al fin del periodo contemplado.

<sup>3</sup> Información proveniente de 5to Informe Bienal (MMA, 2022)

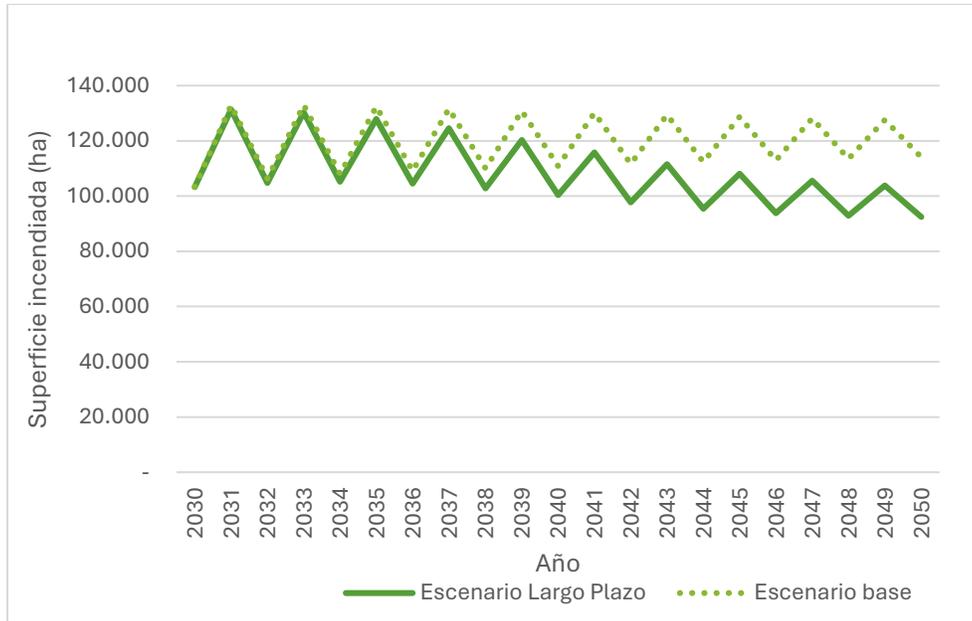
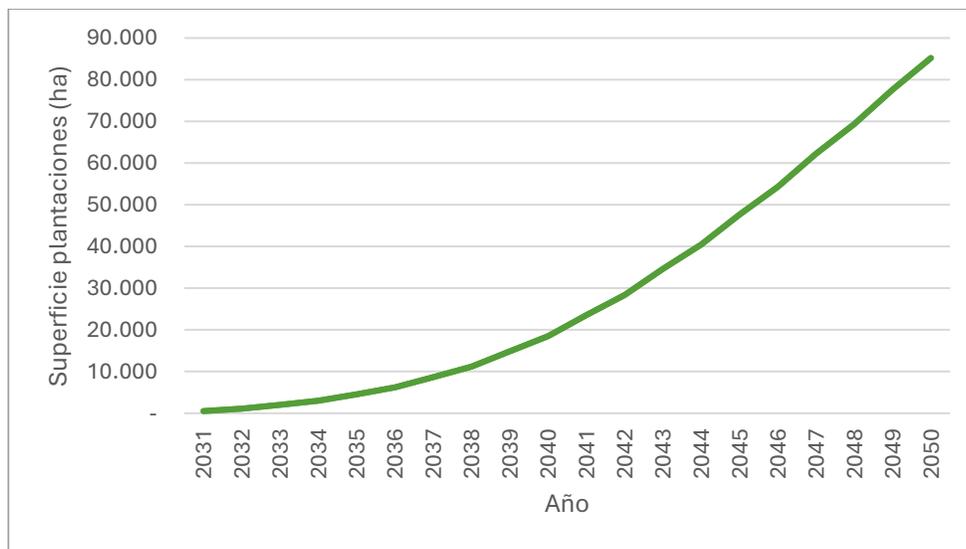


Figura 28. Superficie incendiada con disminución dada por curva de adopción

Así, adicionalmente a la superficie de plantaciones que se tenía en el escenario base, debido a los incendios evitados, se tiene un extra de superficie de plantaciones que crece y captura carbono, y se representa en la 85Figura 29. Existen así al año 2050 85.214 hectáreas adicionales que siguen participando en la contabilidad de carbono.



85Figura 29. Superficie de plantaciones que sigue capturando carbono gracias a la medida de mitigación de reducción de incendios

## 6 RESULTADOS DE ESCENARIOS DE PROYECCIÓN

### 6.1 RESUMEN COMPARATIVO DE ESCENARIOS

A modo de resumen, la Figura 30 presenta un compilado de todos los escenarios proyectados, considerando el escenario línea base, el escenario NDC, y el escenario largo plazo. El escenario base muestra la tendencia del actual inventario de gases de efecto invernadero acorde al *business as usual*, el escenario NDC incorpora las medidas de la actual NDC al escenario base, y por último, el escenario de largo plazo incorpora medidas de mitigación adicionales a las metas 2030, considerando el periodo 2031-2050.

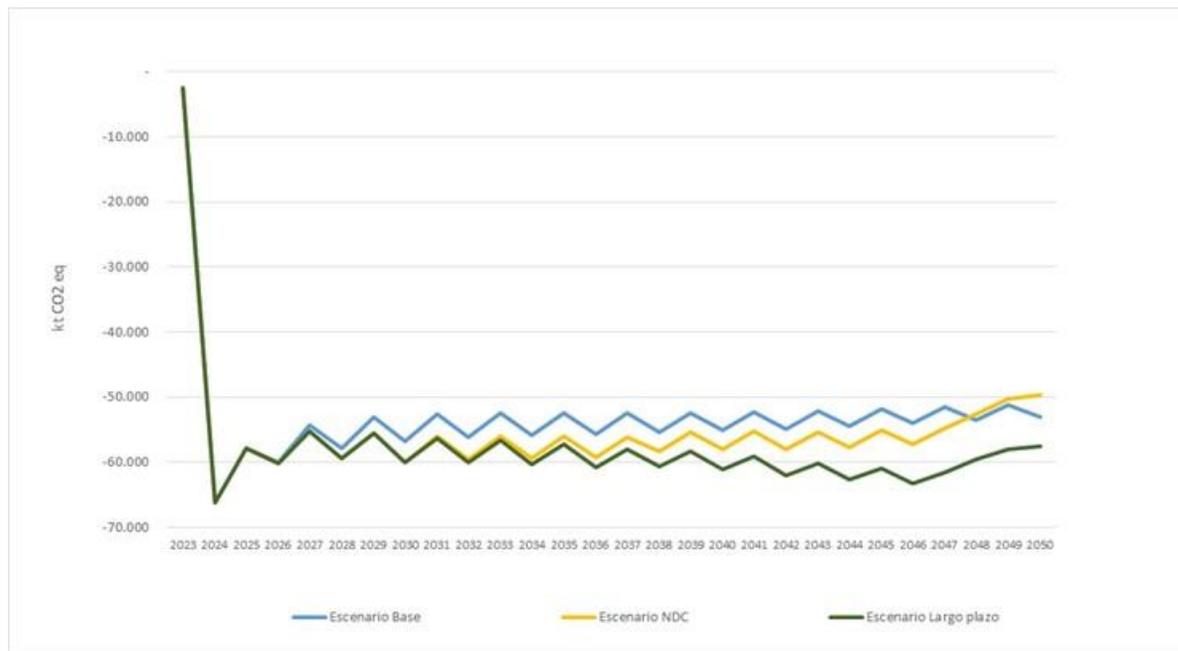


Figura 30. Resumen gráfico del balance de carbono en todos los escenarios proyectados 2023-2050 (kt CO<sub>2</sub> eq)

En la Tabla 16, se muestra que el escenario NDC presenta una absorción neta promedio 4 % superior al Escenario base y el escenario de largo plazo que aumenta la ambición llega a ser en promedio un 5 % superior al escenario NDC, mejorando el desempeño al año 2050.

Tabla 16. Detalle numérico del resumen del balance de carbono en todos los escenarios proyectados (2023-2050)

Año	Escenario Base	Escenario NDC	Escenario Largo plazo
2023	-2.452	-2.452	-2.452
2024	-66.150	-66.174	-66.174
2025	-57.818	-57.865	-57.865
2026	-60.070	-60.141	-60.141
2027	-54.332	-55.168	-55.168
2028	-57.773	-59.394	-59.394
2029	-53.081	-55.505	-55.505
2030	-56.741	-59.986	-59.986
2031	-52.623	-55.944	-56.240
2032	-56.160	-59.554	-59.997
2033	-52.501	-55.963	-56.673
2034	-55.862	-59.386	-60.275
2035	-52.462	-56.044	-57.296
2036	-55.640	-59.277	-60.745
2037	-52.425	-56.112	-58.064
2038	-55.373	-58.374	-60.578
2039	-52.391	-55.432	-58.250
2040	-55.130	-58.042	-61.131
2041	-52.344	-55.291	-59.102
2042	-54.858	-58.074	-62.080
2043	-52.149	-55.377	-60.167
2044	-54.452	-57.690	-62.713
2045	-51.866	-55.113	-60.933
2046	-53.978	-57.233	-63.248
2047	-51.524	-54.801	-61.593
2048	-53.504	-52.554	-59.509
2049	-51.192	-50.234	-57.940
2050	-53.005	-49.615	-57.476

## 6.2 ESCENARIO BASE

En la Figura 31, la Tabla 17 y Tabla 18 se presentan el escenario base proyectado desde el 2023 hasta el 2050. En el análisis de los resultados, lo primero que es importante resaltar son los resultados del año 2023, que incluyen los datos reales de superficie afectada por incendios forestales, que alcanzó una superficie total de 409 mil hectáreas en tierras forestales, pastizales y cultivos.

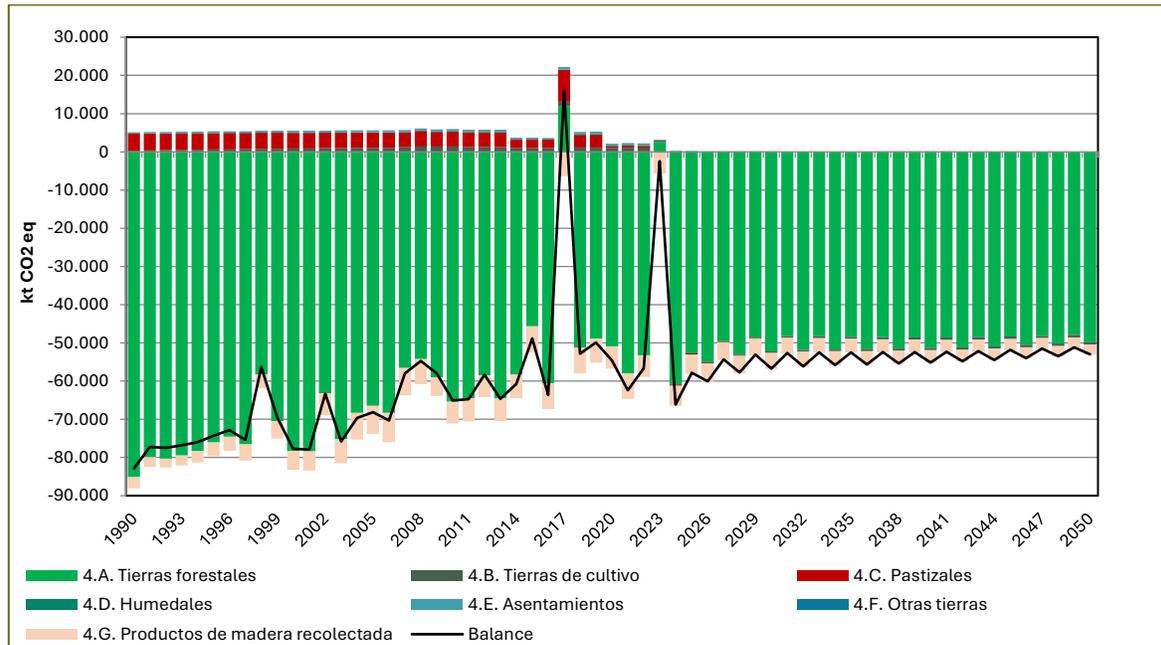


Figura 31. Emisiones y absorciones históricas y Proyección de emisiones y absorciones del sector UTCUTS por categoría (kt CO<sub>2</sub> eq)

A partir del año 2024 se puede ver la tendencia de la línea base que muestra una disminución del balance, que es principalmente afectada por los resultados de la modelación de los incendios que llegan al 2050 con 114.075 ha proyectadas de incendios (Tabla 4). Además, existe una disminución en la superficie de plantaciones en pie, que se mantiene en el horizonte de proyección en rangos de 2,2 millones de hectáreas, el efecto de los incendios y la baja tasa de forestación no permiten que este recurso pueda aumentar. El consumo de trozas industriales, que se destinan a la industria del aserrío y de la pulpa, también presenta una disminución y se mantienen en un rango de 40,3 a 40,7 millones de m<sup>3</sup> en el horizonte de proyección, similar al año 2022.

En el caso de los productos de madera, también se ve una disminución en las proyecciones de la producción de estos, porque dependen del recurso plantaciones forestales, y, en consecuencia, la contribución de los productos de madera también muestra una disminución en la proyección al 2050. La proyección de producción de madera aserrada, tableros y papel, va decreciendo en la serie temporal proyectada y afecta directamente las estimaciones de la contribución de los productos de madera recolectada, esto es consistente con todo lo proyectado en el sector UTCUTS, con un aumento de incendios, una superficie de plantaciones que disminuye levemente y no aumenta en la serie temporal, y que está solo reforestando las pérdidas de incendios y manteniendo un consumo de trozas más bajo que el histórico.

Además, es importante considerar las reglas de contabilidad para la estimación de la contribución de los productos de madera recolectada, donde hay un efecto de la curva de descomposición de los productos (ver **Anexo Estimación de la contribución de los productos de madera recolectada**).

En el caso del bosque nativo, la disminución de la superficie para los renovales y bosques bajo áreas de conservación, da cuenta del envejecimiento del bosque nativo, donde la regla de contabilidad del INGEI (Ministerio de Medio Ambiente, 2023), indica que al alcanzar un diámetro medio cuadrático de 60 cm los bosques entran en equilibrio, y dejan de contribuir en términos de absorción neta.

También se observa que para el caso de las conversiones de uso de la tierra (Tabla 18) solo existe el impacto de las conversiones que ocurrieron hasta el año 2022 y su efecto acumulado se manifiesta hasta el año 2041, cuando se cumplen los 20 años de conversión de los eventos del año 2022.

Debido a que no se han realizado proyecciones del cambio de uso de la tierra para las Tierras de Cultivo, Pastizales, Humedales, Asentamientos y Otras Tierras, se sugiere considerar un valor promedio de emisiones asociados a estos cambios, considerando la tendencia del período de cambio (2020-2022) con una emisión neta de 2.000 kt CO<sub>2</sub> eq/año (Tabla 18).

Tabla 17. Proyección de balance de emisiones por categoría en sector UTCUTS escenario base (kt CO<sub>2</sub> eq)

Año	Tierras Forestales	Tierras de cultivo	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otras tierras	Productos de madera	Balance
2023	2.584,9	448,7	-281,7	0,0	209,7	0,0	-5.413,7	-2.452,1
2024	-60.894,9	99,9	-344,9	0,0	194,6	0,0	-5.204,7	-66.149,9
2025	-52.770,9	41,3	-281,6	0,0	179,6	0,0	-4.986,1	-57.817,7
2026	-55.152,4	-19,7	-258,3	0,0	164,5	0,0	-4.804,4	-60.070,3
2027	-49.574,4	-79,4	-206,5	0,0	149,4	0,0	-4.621,6	-54.332,5
2028	-53.108,9	-140,7	-188,0	0,0	134,3	0,0	-4.469,6	-57.772,9
2029	-48.545,7	-200,6	-140,8	0,0	119,2	0,0	-4.312,8	-53.080,6
2030	-52.275,8	-261,8	-123,1	0,0	104,1	0,0	-4.184,2	-56.740,8
2031	-48.273,1	-321,6	-78,3	0,0	89,0	0,0	-4.038,6	-52.622,5
2032	-51.837,3	-382,6	-60,2	0,0	74,0	0,0	-3.954,3	-56.160,4
2033	-48.272,5	-442,2	-16,7	0,0	58,9	0,0	-3.828,7	-52.501,3
2034	-51.702,9	-458,4	-20,2	0,0	55,5	0,0	-3.735,5	-55.861,5
2035	-48.404,0	-473,3	-0,2	0,0	52,1	0,0	-3.636,4	-52.461,8
2036	-51.642,1	-489,2	-2,9	0,0	48,7	0,0	-3.554,9	-55.640,4
2037	-48.516,1	-528,1	47,5	0,0	38,1	0,0	-3.466,7	-52.425,4
2038	-51.486,2	-564,8	44,5	0,0	27,6	0,0	-3.394,4	-55.373,2
2039	-48.554,8	-600,3	61,7	0,0	17,1	0,0	-3.314,8	-52.391,0
2040	-51.330,1	-614,8	52,4	0,0	11,4	0,0	-3.249,0	-55.130,0
2041	-48.607,6	-628,3	61,8	0,0	5,7	0,0	-3.175,5	-52.343,8
2042	-51.149,9	-642,6	53,2	0,0	0,0	0,0	-3.119,0	-54.858,2
2043	-48.521,0	-645,0	61,7	0,0	0,0	0,0	-3.044,4	-52.148,7
2044	-50.870,2	-648,2	53,6	0,0	0,0	0,0	-2.987,3	-54.452,1
2045	-48.354,5	-650,5	61,4	0,0	0,0	0,0	-2.922,1	-51.865,6
2046	-50.511,1	-653,5	53,9	0,0	0,0	0,0	-2.867,5	-53.978,2
2047	-48.124,5	-655,7	61,1	0,0	0,0	0,0	-2.804,7	-51.523,8
2048	-50.147,9	-658,5	54,1	0,0	0,0	0,0	-2.752,0	-53.504,3
2049	-47.901,3	-660,7	60,8	0,0	0,0	0,0	-2.691,3	-51.192,4
2050	-49.755,5	-663,4	54,4	0,0	0,0	0,0	-2.640,3	-53.004,9

Tabla 18. Detalle de proyecciones de emisiones y absorciones por categoría UTCUTS, desagregada según usos que permanecen como tales y conversiones, y aportes de productos de madera recolectada (kt CO<sub>2</sub> eq)

Año	Tierras Forestales		Tierras de cultivo		Pastizales		Humedales		Asentamientos		Otras tierras		Productos de madera recolectada	UTCUTS Total	UTCUTS + Valor promedio asociado a posibles cambios de uso de la tierra
	TF-TF	Tierras conv. en TF	TC-TC	Tierras conv. en TC	PA-PA	Tierras conv. en PA	HU - HU	Tierras conv. en HU	AS-AS	Tierras conv. en AS	OT - OT	Tierras conv. en OT			
2023	13.157	-10.572	-287	736	106	-388	0,0	0	-	210	0,0	0,0	-5.414	<b>-2.452</b>	-452
2024	-51.898	-8.997	-580	680	12	-357	0,0	0	-	195	0,0	0,0	-5.205	<b>-66.150</b>	-64.150
2025	-45.661	-7.110	-582	623	45	326	0,0	0	-	180	0,0	0,0	-4.986	<b>-57.818</b>	-55.818
2026	-49.869	-5.283	-586	567	37	-295	0,0	0	-	164	0,0	0,0	-4.804	<b>-60.070</b>	-58.070
2027	-45.727	-3.847	-589	510	58	-265	0,0	0	-	149	0,0	0,0	-4.622	<b>-54.332</b>	-52.332
2028	-49.705	-3.404	-594	453	46	-234	0,0	0	-	134	0,0	0,0	-4.470	<b>-57.773</b>	-55.773
2029	-45.908	-2.638	-597	397	62	-203	0,0	0	-	119	0,0	0,0	-4.313	<b>-53.081</b>	-51.081
2030	-50.087	-2.189	-602	340	49	-172	0,0	0	-	104	0,0	0,0	-4.184	<b>-56.741</b>	-54.741
2031	-46.635	-1.638	-605	284	63	-142	0,0	0	-	89	0,0	0,0	-4.039	<b>-52.623</b>	-50.623
2032	-50.657	-1.181	-610	227	51	-111	0,0	0	-	74	0,0	0,0	-3.954	<b>-56.160</b>	-54.160
2033	-47.273	-1.000	-613	171	63	-80	0,0	0	-	59	0,0	0,0	-3.829	<b>-52.501</b>	-50.501
2034	-50.803	-900	-617	159	52	-72	0,0	0	-	55	0,0	0,0	-3.735	<b>-55.862</b>	-53.862
2035	-47.565	-839	-620	147	63	-63	0,0	0	-	52	0,0	0,0	-3.636	<b>-52.462</b>	-50.462
2036	-50.848	-794	-624	135	52	-55	0,0	0	-	49	0,0	0,0	-3.555	<b>-55.640</b>	-53.640
2037	-47.779	-737	-627	99	63	-15	0,0	0	-	38	0,0	0,0	-3.467	<b>-52.425</b>	-50.425
2038	-50.779	-707	-631	66	52	-8	0,0	0	-	28	0,0	0,0	-3.394	<b>-55.373</b>	-53.373
2039	-47.869	-686	-633	33	62	-1	0,0	0	-	17	0,0	0,0	-3.315	<b>-52.391</b>	-50.391
2040	-50.638	-692	-637	22	53	-0	0,0	0	-	11	0,0	0,0	-3.249	<b>-55.130</b>	-53.130
2041	-47.912	-695	-639	11	62	-0	0,0	0	-	6	0,0	0,0	-3.175	<b>-52.344</b>	-50.344
2042	-50.450	-700	-643	-	53	-	0,0	0	-	-	0,0	0,0	-3.119	<b>-54.858</b>	-52.858
2043	-47.835	-686	-645	-	62	-	0,0	0	-	-	0,0	0,0	-3.044	<b>-52.149</b>	-50.149
2044	-50.230	-640	-648	-	54	-	0,0	0	-	-	0,0	0,0	-2.987	<b>-54.452</b>	-52.452

<b>2045</b>	-47.773	-581	-650	-	61	-	0,0	0	-	-	0,0	0,0	-2.922	<b>-51.866</b>	-49.866
<b>2046</b>	-49.983	-528	-653	-	54	-	0,0	0	-	-	0,0	0,0	-2.867	<b>-53.978</b>	-51.978
<b>2047</b>	-47.653	-471	-656	-	61	-	0,0	0	-	-	0,0	0,0	-2.805	<b>-51.524</b>	-49.524
<b>2048</b>	-49.705	-443	-659	-	54	-	0,0	0	-	-	0,0	0,0	-2.752	<b>-53.504</b>	-51.504
<b>2049</b>	-47.497	-405	-661	-	61	-	0,0	0	-	-	0,0	0,0	-2.691	<b>-51.192</b>	-49.192
<b>2050</b>	-49.390	-366	-663	-	54	-	0,0	0	-	-	0,0	0,0	-2.640	<b>-53.005</b>	-51.005

### 6.3 ESCENARIO NDC

El Escenario NDC supone el cumplimiento de las metas y los esfuerzos de mitigación a nivel país en el sector UTCUTS. En contraposición con el escenario base, el escenario NDC considera una combinación entre el escenario base y las medidas contempladas en la NDC.

Se entrega el resultado consolidado del Escenario NDC, compuesto por el conjunto de emisiones y absorciones del escenario base más las medidas NDC.

La proyección de Medidas NDC, desagregadas según absorciones, emisiones y balances entre 2023 y 2050 se presenta en la Tabla 19. Se observa que se proyecta un aumento en la captura total por forestación del conjunto de especies, que al 2038, momento en que se inician las emisiones por cortas (intermedias y finales) en plantaciones de eucaliptus y pino, el mayor impacto se produce a partir del 2048, debido a que la cosecha considera una superficie importante en línea con la magnitud de las superficies plantadas a partir del 2027.

Los resultados también se presentan por categoría UTCUTS en la Tabla 20. En la Figura 32, se presenta gráficamente el balance en el sector UTCUTS hasta el 2050. Se observa gráficamente el aumento en la captura, las oscilaciones relativamente regulares entre 2025 y 2045, que se deben a la influencia de los incendios como ya se explicó en el Escenario Base. Se observa una disminución en la absorción neta de las Tierras Forestales a partir del 2048, esto se debe a que comienzan las cosechas de las plantaciones productivas, que fueron plantadas en el contexto de la NDC, sin embargo, es posible observar en el mismo año el aumento de la contribución de los productos de madera, ya que parte de la cosecha de trozas de estas plantaciones se transforma en un producto final de madera, con una acumulación de carbono en este depósito. Por esta razón, el balance total del sector UTCUTS presenta una disminución de 6,4 % en el año 2050 al compararlo con el mismo año del escenario base. No obstante, el Escenario NDC presenta una absorción neta promedio 4 % superior al Escenario base, considerando toda la serie temporal 2023-2050.

Tabla 19. Proyección de emisiones y absorciones de las medidas NDC 2023-2050

Año	Forestación fines productivos Pino radiata			Forestación fines productivos Eucalyptus sp.			Forestación cubierta permanente Pino radiata			Forestación cubierta permanente Especies nativas			Manejo y Recuperación de bosque nativo
	Absorciones	Emisiones	Balance	Absorciones	Emisiones	Balance	Absorciones	Emisiones	Balance	Absorciones	Emisiones	Balance	Balance
2023										-	-	-	
2024										-5	-	-5	-19
2025										-9	-	-9	-39
2026										-12	-	-12	-58
2027	-394	-	-394	-166		-166	-182	-	-182	-15	-	-15	-78
2028	-788	-	-788	-332		-332	-365	-	-365	-39	-	-39	-97
2029	-1.182	-	-1.182	-498		-498	-547	-	-547	-81	-	-81	-117
2030	-1.576	-	-1.576	-664		-664	-729	-	-729	-140	-	-140	-136
2031	-1.576	-	-1.576	-64		-664	-72	-	-729	-216	-	-216	-136
2032	-1.576	-	-1.576	-664		-664	-729	-	-729	-289	-	-289	-136
2033	-1.576	-	-1.576	-664		-664	-72	-	-729	-356	-	-356	-136
2034	-1.576	-	-1.576	-664		-664	-729	-	-729	-419	-	-419	-136
2035	-1.576	-	-1.576	-664		-664	-7	-	-729	-477	-	-477	-136
2036	-1.576	-	-1.576	-66		-664	-729	-	-729	-531	-	-531	-136
2037	-1.576	-	-1.576	-664		-664	-729	-	-729	-581	-	-581	-136
2038	-1.576	236	-1.340	-664	496	-168	-729	-	-729	-627	-	-627	-136
2039	-1.576	236	-1.340	-664	496	-168	-729	-	-729	-667	-	-667	-136
2040	-1.576	236	-1.340	-664	664	-	-729	-	-729	-707	-	-707	-136
2041	-1.576	236	-1.340	-664	664	-	-729	-	-729	-742	-	-742	-136
2042	-1.576	-	-1.576	-664	664	-	-729	-	-729	-775	-	-775	-136
2043	-1.576	-	-1.576	-664	664	-	-729	-	-729	-787	-	-787	-136
2044	-1.576	-	-1.576	-664	664	-	-729	-	-729	-797	-	-797	-136
2045	-1.576	-	-1.576	-664	664	-	-729	-	-729	-806	-	-806	-136
2046	-1.576	-	-1.576	-664	664	-	-729	-	-729	-813	-	-813	-136
2047	-1.576	-	-1.576	-664	664	-	-729	-	-729	-83	-	-836	-136
2048	-2.679	5.350	2.671	-664	664	-	-729	-	-729	-855	-	-855	-136
2049	-2.657	5.350	2.692	-664	664	-	-729	-	-729	-869	-	-869	-136
2050	-3.265	8.400	5.135	-664	664	-	-729	-	-729	-880	-	-880	-136

Tabla 20. Proyección de Escenario NDC (Base+Medidas NDC) balance de emisiones por categoría en sector UTCUTS para Escenario NDC (kt CO<sub>2</sub> eq)

Año	Tierras Forestales	Tierras de cultivo	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otras tierras	Productos de madera	Balance
2023	2.585	448,7	-281,7	0,0	209,7	0,0	-5.413,7	<b>-2.452</b>
2024	-60.919	99,9	-344,9	0,0	194,6	0,0	-5.204,7	<b>-66.174</b>
2025	-52.818	41,3	-281,6	0,0	179,6	0,0	-4.986,1	<b>-57.865</b>
2026	-55.223	-19,7	-258,3	0,0	164,5	0,0	-4.804,4	<b>-60.141</b>
2027	-50.410	-79,4	-206,5	0,0	149,4	0,0	-4.621,6	<b>-55.168</b>
2028	-54.730	-140,7	-188,0	0,0	134,3	0,0	-4.469,6	<b>-59.394</b>
2029	-50.970	-200,6	-140,8	0,0	119,2	0,0	-4.312,8	<b>-55.505</b>
2030	-55.521	-261,8	-123,1	0,0	104,1	0,0	-4.184,2	<b>-59.986</b>
2031	-51.595	-321,6	-78,3	0,0	89,0	0,0	-4.038,6	<b>-55.944</b>
2032	-55.231	-382,6	-60,2	0,0	74,0	0,0	-3.954,3	<b>-59.554</b>
2033	-51.734	-442,2	-16,7	0,0	58,9	0,0	-3.828,7	<b>-55.963</b>
2034	-55.227	-458,4	-20,2	0,0	55,5	0,0	-3.735,5	<b>-59.386</b>
2035	-51.987	-473,3	-0,2	0,0	52,1	0,0	-3.636,4	<b>-56.044</b>
2036	-55.278	-489,2	-2,9	0,0	48,7	0,0	-3.554,9	<b>-59.277</b>
2037	-52.202	-528,1	47,5	0,0	38,1	0,0	-3.466,7	<b>-56.112</b>
2038	-54.487	-564,8	44,5	0,0	27,6	0,0	-3.394,4	<b>-58.374</b>
2039	-51.596	-600,3	61,7	0,0	17,1	0,0	-3.314,8	<b>-55.432</b>
2040	-54.242	-614,8	52,4	0,0	11,4	0,0	-3.249,0	<b>-58.042</b>
2041	-51.555	-628,3	61,8	0,0	5,7	0,0	-3.175,5	<b>-55.291</b>
2042	-54.366	-642,6	53,2	0,0	0,0	0,0	-3.119,0	<b>-58.074</b>
2043	-51.749	-645,0	61,7	0,0	0,0	0,0	-3.044,4	<b>-55.377</b>
2044	-54.108	-648,2	53,6	0,0	0,0	0,0	-2.987,3	<b>-57.690</b>
2045	-51.601	-650,5	61,4	0,0	0,0	0,0	-2.922,1	<b>-55.113</b>
2046	-53.766	-653,5	53,9	0,0	0,0	0,0	-2.867,5	<b>-57.233</b>
2047	-51.402	-655,7	61,1	0,0	0,0	0,0	-2.804,7	<b>-54.801</b>
2048	-48.094	-658,5	54,1	0,0	0,0	0,0	-3.855,0	<b>-52.554</b>
2049	-45.862	-660,7	60,8	0,0	0,0	0,0	-3.772,6	<b>-50.234</b>
2050	-44.677	-663,4	54,4	0,0	0,0	0,0	-4.329,2	<b>-49.616</b>

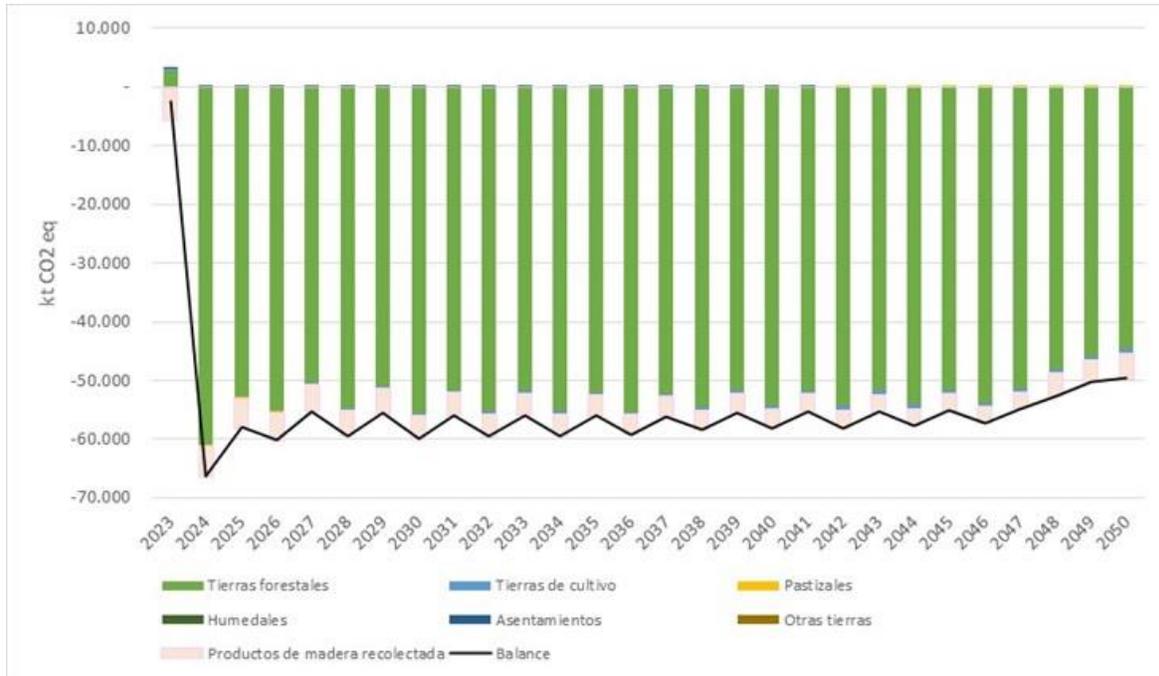


Figura 32. Escenario NDC sector UTCUTS (kt CO<sub>2</sub> eq)

#### 6.4 ESCENARIO DE LARGO PLAZO (2031-2050)

El escenario de largo plazo considera el cumplimiento de esfuerzos de medidas de mitigación adicionales a la meta 2030 de la NDC, considerando el periodo 2031-2050. Las medidas de mitigación que contempla corresponden a:

- 200.000 ha forestación, con 100.000 pino destinadas a la producción industrial y 100.000 de especies nativas como cubiertas permanentes
- Reducción de superficie incendiada en un 20% al año 2050 siguiendo una curva de adopción.

A continuación, la Tabla 21 presenta la proyección de emisiones y absorciones asociadas a cada medida de mitigación en el Escenario de Largo Plazo, entre 2023 y 2050. Este escenario muestra el incremento en las absorciones ante una medida de forestación que comienza el 2031 y se extiende hasta el 2050 para completar 200.000 ha de forestación y además se ve el impacto de la medida de control de incendios, que permite disminuir las emisiones por incendios forestales y además considera que la superficie de bosques que no se incendia, se mantienen en crecimiento, lo que provoca un aumento en las absorciones netas.

Este escenario es en promedio un 5 % superior al escenario NDC respecto a la absorción neta de la serie temporal 2023-2050, con una absorción neta promedio de -57.525 kt CO<sub>2</sub> eq/año, y en el año 2050 es un 16% superior al escenario NDC con una absorción neta de -57.746 kt CO<sub>2</sub> eq.

Tabla 21. Proyección de medidas de mitigación - Escenario Largo Plazo (kt CO<sub>2</sub> eq)

Año	Forestación fines productivos			Forestación cubierta permanente			Manejo y recuperación BN	Medida de control de Incendios
	Absorciones	Emisiones	Balance	Absorciones	Emisiones	Balance	Balance	Balance
2031	-113,6	-	-113,6	-	-	-	-143	-182
2032	-227,1	-	-227,1	-7,2	-	-7,2	-285	-208
2033	-340,7	-	-340,7	-21,0	-	-21,0	-428	-348
2034	-454,2	-	-454,2	-41,1	-	-41,1	-571	-393
2035	-567,8	-	-567,8	-67,2	-	-67,2	-714	-617
2036	-681,4	-	-681,4	-99,0	-	-99,0	-856	-688
2037	-794,9	-	-794,9	-135,9	-	-135,9	-999	-1.022
2038	-908,5	-	-908,5	-177,5	-	-177,5	-1.142	-1.118
2039	-1.022,0	-	-1.022,0	-223,5	-	-223,5	-1.284	-1.572
2040	-1.135,6	-	-1.135,6	-273,7	-	-273,7	-1.427	-1.680
2041	-1.249,2	-	-1.249,2	-327,8	-	-327,8	-1.570	-2.234
2042	-1.362,7	68,1	-1.294,6	-385,3	-	-385,3	-1.713	-2.326
2043	-1.476,3	68,1	-1.408,1	-446,0	-	-446,0	-1.855	-2.936
2044	-1.589,8	68,1	-1.521,7	-508,8	-	-508,8	-1.998	-2.992
2045	-1.703,4	68,1	-1.635,3	-572,7	-	-572,7	-2.141	-3.612
2046	-1.817,0	68,1	-1.748,8	-637,5	-	-637,5	-2.283	-3.629
2047	-1.930,5	68,1	-1.862,4	-696,8	-	-696,8	-2.426	-4.232
2048	-2.044,1	68,1	-1.975,9	-757,1	-	-757,1	-2.569	-4.222
2049	-2.157,6	68,1	-2.089,5	-818,6	-	-818,6	-2.712	-4.798
2050	-2.271,2	68,1	-2.203,0	-880,8	-	-880,8	-2.854	-4.776

Respecto al balance de emisiones por categoría UTCUTS, las proyecciones del Escenario Largo Plazo se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Proyección de Escenario Largo Plazo, balance de emisiones por categoría en sector UTCUTS (kt CO<sub>2</sub> eq)

Año	Tierras Forestales	Tierras de cultivo	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otras tierras	Productos de madera	Balance
2023	2.585	449	-282	0,0	210	0,0	-5.414	-2.452
2024	-60.919	100	-345	0,0	195	0,0	-5.205	-66.174
2025	-52.818	41	-282	0,0	180	0,0	-4.986	-57.865
2026	-55.223	-20	-258	0,0	164	0,0	-4.804	-60.141
2027	-50.410	-79	-207	0,0	149	0,0	-4.622	-55.168
2028	-54.730	-141	-188	0,0	134	0,0	-4.470	-59.394
2029	-50.970	-201	-141	0,0	119	0,0	-4.313	-55.505
2030	-55.521	-262	-123	0,0	104	0,0	-4.184	-59.986
2031	-51.890	-322	-79	0,0	89	0,0	-4.039	-56.240
2032	-55.673	-383	-61	0,0	74	0,0	-3.954	-59.997
2033	-52.443	-442	-18	0,0	59	0,0	-3.829	-56.673
2034	-56.115	-458	-22	0,0	55	0,0	-3.735	-60.275
2035	-53.236	-473	-2	0,0	52	0,0	-3.636	-57.296
2036	-56.744	-489	-5	0,0	49	0,0	-3.555	-60.745
2037	-54.151	-528	44	0,0	38	0,0	-3.467	-58.064
2038	-56.687	-565	41	0,0	28	0,0	-3.394	-60.578
2039	-54.408	-601	57	0,0	17	0,0	-3.315	-58.250
2040	-57.326	-615	47	0,0	11	0,0	-3.249	-61.131
2041	-55.359	-629	55	0,0	6	0,0	-3.175	-59.102
2042	-58.365	-643	47	0,0	-	0,0	-3.119	-62.080
2043	-56.530	-645	53	0,0	-	0,0	-3.044	-60.167
2044	-59.122	-649	46	0,0	-	0,0	-2.987	-62.713
2045	-57.411	-651	52	0,0	-	0,0	-2.922	-60.933
2046	-59.771	-654	45	0,0	-	0,0	-2.867	-63.248
2047	-58.182	-656	50	0,0	-	0,0	-2.805	-61.593
2048	-55.039	-659	44	0,0	-	0,0	-3.855	-59.509
2049	-53.556	-661	50	0,0	-	0,0	-3.773	-57.940
2050	-52.527	-664	44	0,0	-	0,0	-4.329	-57.476

El balance de captura de carbono asociado al Escenario de Largo Plazo se presenta en la Figura 33.

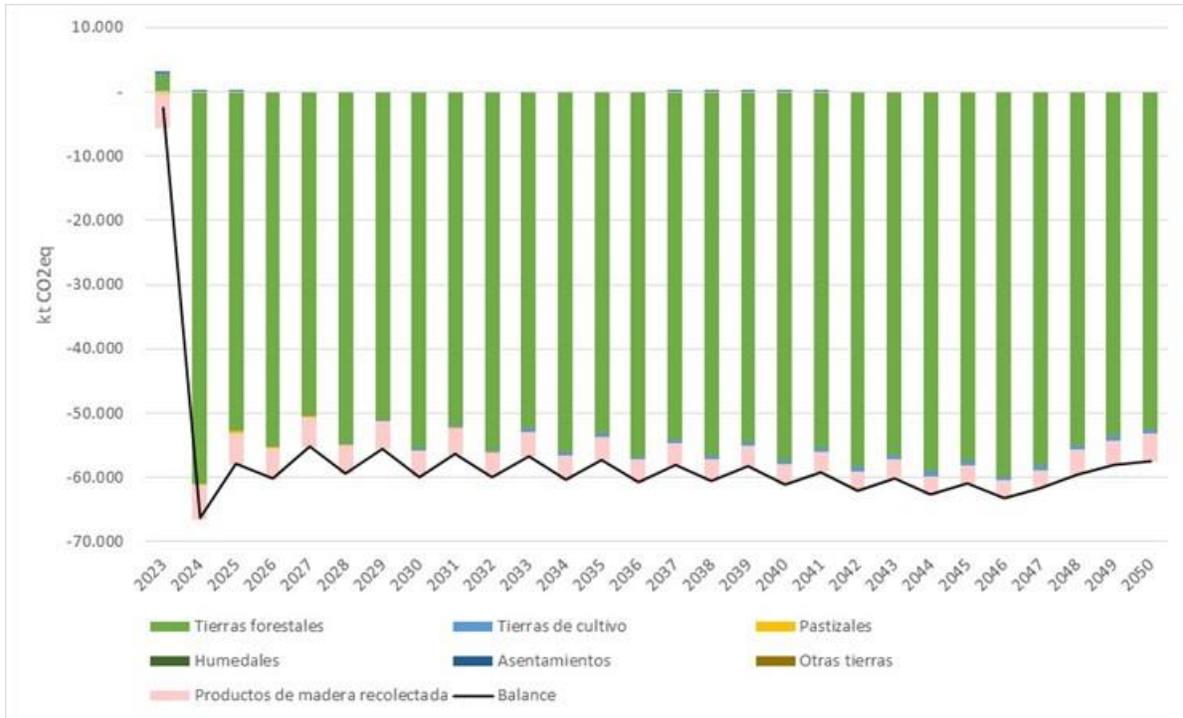


Figura 33. Escenario Largo Plazo Sector UTCUTS (kt CO<sub>2</sub> eq)

## 7 BASE DE DATOS DE RESULTADOS DE EMISIONES Y ABSORCIONES DEL SECTOR POR ESCENARIO

Se adjunta a la entrega por correo electrónico de este informe, la base de datos de resultados de emisiones y absorciones en formato Excel.

## 8 REFERENCIAS

INFOR. 2022. Disponibilidad de madera en plantaciones de pino radiata y eucaliptos. Regiones de Valparaíso a Los Lagos. Periodo 2021-2051. INFORME TÉCNICO N° 261. ISSN N° 978-956-318-255-2

INFOR. 2015. Proyección de forestación con especies nativas en el marco del Anteproyecto de Contribución Nacional Tentativa (INDC). Informe Técnico.

Capítulo Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (En preparación) en *Informe del Inventario Nacional de Chile 2024. Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2022*.

CR2 - Centro del Clima y la Resiliencia. (2015). Informe a la Nación. La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Recuperado de <https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/11/informe-megasequia-cr21.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente. (2019). *Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile serie 1990-2016*. Santiago, Chile.

Ministerio de Medio Ambiente. (2020). *Contribución Determinada a nivel nacional (NDC) de Chile. Actualización 2020*.

Ministerio de Medio Ambiente. (2021a). Estrategia climática de largo plazo de Chile. Camino a la carbono neutralidad y resiliencia a más tardar al 2050.

Ministerio del Medio Ambiente. (2021b). *Informe del Inventario Nacional de Chile 2020: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2018*. Oficina de Cambio Climático. Santiago, Chile.

Ministerio del Medio Ambiente. (2023). *Informe del Inventario Nacional de Chile 2022: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2020*. División de Cambio Climático. Santiago, Chile.

Büchner, C., Martín, M., Sagardía, R., Avila, A., Molina, E., Rojas, Y., Muñoz, J. et al. 2018. Disponibilidad de Madera de Plantaciones de Pinus radiata, Eucalyptus globulus y Eucalyptus nitens 2017 - 2047. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 220. 123 p. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/28294>

CONAF. 2016a. Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales - ENCCRV CHILE. Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile

CONAF, 2016b. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal Subnacional de Chile

CONAF. 2021. Incendios Forestales. Estadísticas Históricas. En: <https://www.conaf.cl/incendiosforestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/> Consulta: 27 octubre, 2021.

CONAF, 2023a. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal Nacional de Chile. Actualización 2023

CONAF. 2023b. Tabla de Valores Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal (vigente a partir del año 2023). <https://www.conaf.cl/centro-documental/tabla-valores-2024/>

CONAF. 2024. Proyecto +Bosques tendrá importantes avances en las metas comprometidas. Recuperado el 24.07 de <https://www.conaf.cl/proyecto-bosques-tendra-importantes-avances-en-las-metas-comprometidas>

González, M.E., Sapiains, R., Gómez-González, S., Garreaud, R., Miranda, A., Galleguillos, M., Jacques, M. et al. 2020. Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.

INFOR. 2020. Propuesta y Manejo de Bosque Nativo para Diferentes Alternativas de Comercialización de la Madera. Proyecto Financiado a través del Fondo FIC-R del Gobierno Regional y su Consejo Regional. BIP 30485696-0. Informe Final. Instituto Forestal, Chile. 162 p.

Martin, M., Büchner, C., Sagardia, R., Bahamondez, C., Rojas, Y., Guzmán, F., Barrientos, M. et al. 2020. Disponibilidad de Madera Nativa en Renovales de Roble – Raulí – Coihue, Regiones de Ñuble a Los Ríos. Informe Técnico N° 237. Instituto Forestal, Chile. 78 p.

Ministerio de Agricultura. 2008. Ley 20283. LEY SOBRE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL. Recuperado el 24.07 de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=274894>

Ministerio de Energía. 2024. Ley de Biocombustibles Sólidos - Ley N° 21.499. Recuperado el 24/07 de <https://energia.gob.cl/ley-de-biocombustibles-solidos>

Ministerio de Medio Ambiente. 2024. Planes de Descontaminación atmosférica. Recuperado el 24/07 de <https://ppda.mma.gob.cl/>

Ministerio del Medio Ambiente. 2023. Informe del Inventario Nacional de Chile 2022: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2020. División de Cambio Climático. Santiago, Chile.

Ministerio de Medio Ambiente. 2022. 5to Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Ministerio de Medio Ambiente. 2021. Estrategia climática de largo plazo de Chile. Camino a la carbono neutralidad y resiliencia a más tardar al 2050.

Ministerio de Medio Ambiente. 2020. Contribución Determinada a nivel nacional (NDC) de Chile. Actualización 2020.

ODEPA. 2024. Minuta Taller 1 – Escenarios de largo plazo del sector forestal con miras a la carbono neutralidad. Insumo entregado a actores organizadores

ODEPA. 2024. Borrador minuta Taller 2 – Escenarios de largo plazo del sector forestal con miras a la carbono neutralidad. Borradores generados por Bruno Campos y Yasna Rojas en el contexto de segundo taller presencial.

ONU. 2024. Acerca de nuestro trabajo para los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Chile. Recuperado el 24.07 de <https://chile.un.org/es/sdgs>.

Reyes, R., Blanco, G., Lagarrigue, A., Rojas, F. (2017). Ley de Bosque Nativo: Desafíos Socioculturales para su Implementación. Instituto Forestal y Universidad Austral de Chile, p. 82.

Rojas, Y., Buchner, C., Martin, M., Müller-Using, S., & Bahamondez, C. (2021). Importancia del sector forestal en la contabilidad de gases de efecto invernadero (GEI) del país. *Ciencia & Investigación Forestal*, 27(3), 35–47. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2021.558>

UACH (2012). Caracterización física y socioeconómica del bosque nativo en tenencia de pequeños propietarios y su proyección productiva en la provincia de Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio de Geomática, Instituto de Manejo Forestal, Valdivia.

UBB (2012). Determinación de la Estructura de Costos de las actividades silviculturales bonificables destinadas a manejar y recuperar los renovales de Roble-Raulí-Coihue en el centro-sur de Chile para fines de producción maderera. Universidad del Biobío. Informe Final Proyecto 66/2011. Concepción.

+Bosques. 2022. ¿Quiénes somos? Recuperado el 24.07 de <https://www.masbosques.cl/wp/>

## 9 ANEXOS

### 9.1 ANEXO TALLERES

Los temas que fueron más relevantes (transversales al taller) fueron la falta de financiamiento e incentivos para la forestación, los desafíos de coordinación entre actores, el MRV de metas y compromisos, los Incendios forestales, y las Oportunidades en manejo bosque nativo y usos de la madera.

#### 9.1.1 DESAFÍOS/BARRERAS

Respecto a los desafíos/ barreras encontradas, se obtuvieron temáticas relacionadas principalmente a lo económico y a la gestión institucional.

Entre las razones económicas, se mencionaron las brechas entre los incentivos disponibles y el costo real de las acciones tendientes a alcanzar las metas comprometidas, además de una falta de financiamiento para pequeños y medianos propietarios (asociada a la menor rentabilidad de la pequeña y mediana propiedad forestal), y la ausencia de programas de incentivo específicos a la forestación.

En relación con la gestión institucional, se hicieron críticas a la efectividad de los programas e instrumentos vigentes, se mencionó la falta de coordinación entre actores/as del sector, en especial en lo público-privado, y la falta de claridad respecto a los avances en las metas sectoriales.

Otras barreras que se mencionaron en el taller correspondieron a los sesgos en el diseño de políticas públicas, como por ejemplo las restricciones al uso de ciertas especies o la exclusión de monocultivos forestales (y por tanto incentivos a estos) dentro de la contabilidad de carbono. También se menciona la gobernanza e institucionalidad sectorial.

#### 9.1.2 OPORTUNIDADES

En oportunidades, se destaca la visión del sector en forma más dinámica y completa, no solo como un sumidero de carbono, sino que considerando el aporte a la descarbonización de otros sectores. La superficie de bosque nativo en su potencial de manejo forestal también es importante. Y considerar las oportunidades referentes al uso de productos de madera, la experiencia y conocimiento existentes en el sector, la disponibilidad de actores, y el impulso de una bioeconomía desde el sector forestal.

#### 9.1.3 AMENAZAS

Las amenazas identificadas son: la mayor ocurrencia de incendios forestales; la carga administrativa en los concursos o trámites para proyectos relacionados al manejo de bosques, y poca efectividad relacionada a los instrumentos existentes; el robo de madera y corta de leña ilegal con falta de fiscalización, y los costos de la inacción en desarrollo de políticas públicas específicas como por ejemplo para el incentivo a la forestación.

#### 9.1.4 OTROS TEMAS

Otros temas que se levantaron en el taller fueron (1) la poca viabilidad de aumentar la ambición en las metas UTCUTS de la NDC, debido al escenario actual de poco cumplimiento, (2) la falta de visión conjunta dentro del

sector, (3) la poca claridad respecto a las razones que han generado el bajo cumplimiento de las metas actuales. Sin embargo, se mencionó (4) la existencia de iniciativas exitosas a pequeña escala con posibilidad de ser replicadas, como el trabajo iniciado por el proyecto +Bosques, iniciativa financiada por el Fondo Verde para el Clima, liderada por el Ministerio de Agricultura de Chile, a través de CONAF, e implementada en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

## 9.2 ANEXO ENCUESTA ENVIADA A ACTORES DEL SECTOR

La encuesta fue diseñada por parte del equipo INFOR, y posteriormente fue validada por investigadores de INFOR, parte del equipo del Ministerio de Medio Ambiente, y Banco Central Interamericano. Constó de 9 preguntas, relacionadas a la naturaleza del quehacer de encuestadas/os, sus percepciones de avance de en la implementación de los compromisos de la NDC hasta la actualidad, y sus percepciones respecto a la nueva actualización de la NDC. Las preguntas se exponen a continuación.

1. ¿Conoce Ud. el instrumento de las Contribuciones Nacional Determinadas (NDC)?
2. ¿Esta Ud. relacionado/a con algunas de las siguientes organizaciones (Institución asociada a la academia, Institución gubernamental, ONG o similar, Organización o empresa privada)
3. Es el ámbito de su accionar de índole... (Productivo, Investigación, Gestión de recursos, Política pública)
4. Chile ha comprometido en la actual NDC, tres metas que vinculan al sector forestal para cumplir en el año 2030, forestar 200 mil hectáreas, 200 mil ha de manejo y recuperación de bosque nativo y reducción del 25 % de las emisiones promedio del período 2001-2013. En el año 2022, Chile informó en su 5to informe Bienal que en dos años de la NDC (2020 y 2021) se llevaba un avance de 0,29 % y 2,34 % para las superficies de forestación y manejo respectivamente. Según su percepción, ¿cuán exitosa ha sido la implementación de las metas forestales referentes a la NDC (200.000 ha de forestación y 200.000 ha bajo manejo forestal sostenible) hasta el momento en el país?
5. Indique tres factores que contribuyen a la implementación de las metas forestales referentes a la NDC en el país. Ordene los factores según el orden de importancia que les atribuye.
6. Indique tres factores que identifica como principales barreras a la implementación de las metas forestales referentes a la NDC en el país. Ordene los factores según el orden de importancia que les atribuye.
7. Respecto a las metas presentadas en la próxima actualización de la NDC, en su opinión, ¿cuál de las siguientes alternativas le parecería adecuada?
8. ¿Le parece que las actuales medidas del sector forestal son suficientes para aportar hacia la carbono neutralidad o deberían incluirse nuevas medidas de mitigación? ¿Cuáles serían estas nuevas medidas?
9. A su juicio, ¿existen temáticas que le parecería importante incluir en la próxima actualización de la NDC para el sector UTCUTS? Mencione el porqué de su importancia y el impacto que tendrían en la NDC.

**Tabla 23. Temas específicos mencionados como barreras a la implementación de la NDC en el sector UTCUTS**

<b>Falta de planificación estatal</b>	
<b>Instrumentos de financiamiento</b>	Falta fomento plantaciones exóticas
	Falta fomento manejo BN
	Falta fomento pequeños y medianos propietarios
	Falta fomento a forestación en general
	Falta de modificaciones a la ley 20283 que permitan fomentar
	Brecha entre costos reales y financiamiento que da el estado para forestar
	Alto costo implementación
	Alto costo de oportunidad forestación
<b>Burocracia estatal</b>	Falta políticas públicas eficientes
	Marco legal
<b>Propiedad de suelo para forestar</b>	
<b>Coordinación sector</b>	Falta de involucramiento actores
	Poca relación entre actores y CONAF
	Falta articulación público-privada
	Desconfianza entre sector público y privado
<b>Uso de especies nativas y exóticas</b>	
<b>Desconocimiento importancia metas</b>	Falta difusión iniciativas
<b>Falta de encadenamiento / Complementareidad con sectores</b>	
<b>Poca transparencia</b>	En disponibilidad de información
	En costo-efectividad de medidas
<b>Normativa poco clara</b>	Falta de certezas regulatorias para el sector privado
<b>Falta capacidades</b>	Falta transferencia capacidades
	Capacidades personal involucrado
<b>Poca prevención de incendios</b>	Poco avance en tramitación ley de incendios
<b>Falta de plantas</b>	
<b>Otros sensibles territorio) (Temas del</b>	Gobernanza
	Inseguridad política

Tabla 24. Temas específicos mencionados como barreras a la implementación de la NDC en el sector UTCUTS

Impulsar plantación especies nativas

Subsecretaría forestal
Mejorar gestión Conaf
Vegetar suelo erosionado
Potenciar uso madera
Fracaso plantar nativo
Unión fragmentos boscosos
Impulsar mercado local
Fomentar forestación
Mejorar legislación
Considerar incendios
Fomentar plantaciones exóticas
Seguridad/terrorismo (Otros temas sensibles)
Considerar menor crecimiento bosques debido a Cambio Climático
Considerar carbono suelo
No sabe / nada
Considerar biomasa combustible
Considerar océanos
Considerar Biodiversidad
Considerar formaciones xerofíticas
Aumentar participación ciudadana
Considerar humedales

### 9.3 ANEXO MODELOS UTILIZADOS PARA PROYECCIONES DATOS DE ACTIVIDAD

Los parámetros obtenidos para cada modelo elegido (tanto ARIMA como VAR) se presentan a continuación. Se otorgó a cada modelo una ID compuesta de una letra y un número.

#### 9.3.1 FORESTACIÓN

##### **Modelo ARIMA - ID H48**

Observaciones 1990-2022 (T = 33)

Variable dependiente: ForestacionTotal

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano					
	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>z</i>	<i>valor p</i>	
phi_1	0,896566	0,0667946	13,42	<0,0001	***
theta_1	0,746228	0,145297	5,136	<0,0001	***
theta_2	1,04433	0,177184	5,894	<0,0001	***
theta_3	0,681142	0,177367	3,840	0,0001	***
Media de la vble. dep.	35867,21	D.T. de la vble. dep.		27895,71	
Media de innovaciones	727,8633	D.T. innovaciones		5702,439	
R-cuadrado	0,957948	R-cuadrado corregido		0,953598	
Log-verosimilitud	-336,9592	Criterio de Akaike		683,9185	
Criterio de Schwarz	691,4010	Crit. de Hannan-Quinn		686,4361	

	<i>Real</i>	<i>Imaginaria</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frecuencia</i>
AR				
Raíz 1	1,1154	0,0000	1,1154	0,0000
MA				
Raíz 1	-1,4681	0,0000	1,4681	0,5000
Raíz 2	-0,0325	-0,9995	1,0000	-0,2552
Raíz 3	-0,0325	0,9995	1,0000	0,2552

### 9.3.2 SUPERFICIE MANEJO TOTAL

#### Modelo ARIMA - ID H40

Observaciones 1990-2022 (T = 33)

Variable dependiente: SupManejTotal

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>z</i>	<i>valor p</i>	
const	16654,9	2096,75	7,943	<0,0001	***
phi_1	0,759481	0,171554	4,427	<0,0001	***
phi_2	-0,0136830	0,175061	-0,07816	0,9377	

Media de la vble. dep.	16379,73	D.T. de la vble. dep.	5200,490
Media de innovaciones	-100,0197	D.T. innovaciones	3297,219
R-cuadrado	0,586074	R-cuadrado corregido	0,572721
Log-verosimilitud	-314,5647	Criterio de Akaike	637,1294
Criterio de Schwarz	643,1155	Crit. de Hannan-Quinn	639,1436

	<i>Real</i>	<i>Imaginaria</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frecuencia</i>
AR				
Raíz 1	1,3495	0,0000	1,3495	0,0000
Raíz 2	54,1561	0,0000	54,1561	0,0000

### 9.3.3 SUPERFICIE PLANTACIONES FORESTALES

#### Modelo ARIMA - ID C3

Observaciones 1994-2022 (T = 29)

Variable dependiente: l\_supPlantaciones

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>z</i>	<i>valor p</i>
phi_1	0,999998	indefinido	indefinido	indefinido
theta_1	0,235015	indefinido	indefinido	indefinido
ForestacionT_hat	-2,79547e-07	indefinido	indefinido	indefinido

Media de la vble. dep.	14,57127	D.T. de la vble. dep.	0,106219
Media de innovaciones	0,007905	D.T. innovaciones	0,020566
R-cuadrado	0,974658	R-cuadrado corregido	0,972708
Log-verosimilitud	64,90458	Criterio de Akaike	-121,8092
Criterio de Schwarz	-116,3400	Crit. de Hannan-Quinn	-120,0963

	<i>Real</i>	<i>Imaginaria</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frecuencia</i>
AR				
Raíz 1	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000
MA				
Raíz 1	-4,2551	0,0000	4,2551	0,5000

## 9.3.4 CONSUMO DE LEÑA

**Modelo ARIMA - ID H41**

Observaciones 1995-2022 (T = 28)

Variable dependiente: LenaTot

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>z</i>	<i>valor p</i>	
const	8,36242e+06	2,91557e+06	2,868	0,0041	***
phi_1	1,17692	0,193539	6,081	<0,0001	***
phi_2	-0,414246	0,180567	-2,294	0,0218	**
SupPlant_hat_hat	1,83560	1,36790	1,342	0,1796	
Media de la vble. dep.	12372585	D.T. de la vble. dep.		1135236	
Media de innovaciones	37338,96	D.T. innovaciones		502890,5	
R-cuadrado	0,797629	R-cuadrado corregido		0,781439	
Log-verosimilitud	-408,0958	Criterio de Akaike		826,1916	
Criterio de Schwarz	832,8527	Crit. de Hannan-Quinn		828,2280	

	<i>Real</i>	<i>Imaginaria</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frecuencia</i>
AR				
Raíz 1	1,4206	-0,6293	1,5537	-0,0664
Raíz 2	1,4206	0,6293	1,5537	0,0664

## 9.3.5 CONSUMO DE TROZAS

**Modelo ARIMA - ID C4**

Observaciones 1995-2022 (T = 28)

Variable dependiente: (1-L) I\_ConTrozTot

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>z</i>	<i>valor p</i>	
phi_1	-0,988219	0,0973067	-10,16	<0,0001	***
theta_1	0,953520	0,236881	4,025	<0,0001	***
SupPlantaciones_hat_hat	1,99526e-07	1,00282e-06	0,1990	0,8423	

Media de la vble. dep.	0,022827	D.T. de la vble. dep.	0,070739
Media de innovaciones	0,018955	D.T. innovaciones	0,070919
Log-verosimilitud	34,15236	Criterio de Akaike	-60,30471
Criterio de Schwarz	-54,97589	Crit. de Hannan-Quinn	-58,67564

	<i>Real</i>	<i>Imaginaria</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frecuencia</i>
AR				
Raíz 1	-1,0119	0,0000	1,0119	0,5000
MA				
Raíz 1	-1,0487	0,0000	1,0487	0,5000

### 9.3.6 INCENDIOS

#### Modelo ARIMA – ID H100

Variable dependiente: IncentODOS

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>z</i>	<i>valor p</i>	
const	120695	8791,93	13,73	<0,0001	***
phi_1	-0,381726	0,250917	-1,521	0,1282	
phi_2	0,557809	0,184973	3,016	0,0026	***
theta_1	-0,0638667	0,238175	-0,2682	0,7886	
theta_2	-0,936133	0,236291	-3,962	<0,0001	***
prueba3	-81884,8	12931,5	-6,332	<0,0001	***

Media de la vble. dep.	78157,76	D.T. de la vble. dep.	109871,5
Media de innovaciones	1182,946	D.T. innovaciones	88972,53
R-cuadrado	0,328189	R-cuadrado corregido	0,235526
Log-verosimilitud	-436,9010	Criterio de Akaike	887,8020
Criterio de Schwarz	898,4866	Crit. de Hannan-Quinn	891,4458

	<i>Real</i>	<i>Imaginaria</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frecuencia</i>
AR				
Raíz 1	-1,0398	0,0000	1,0398	0,5000
Raíz 2	1,7241	0,0000	1,7241	0,0000
MA				

Raíz 1	-1,0682	0,0000	1,0682	0,5000
Raíz 2	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000

### 9.3.7 INCENDIOS RESIDUOS FORESTALES

#### Modelo ARIMA - ID H49

Observaciones 1990-2023 (T = 34)

Variable dependiente: ResInc

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>z</i>	<i>valor p</i>	
const	5996,67	1969,16	3,045	0,0023	***
phi_1	0,356096	0,170352	2,090	0,0366	**
phi_2	-0,222034	0,183911	-1,207	0,2273	
phi_3	0,615528	0,173599	3,546	0,0004	***
Media de la vble. dep.	5159,120		D.T. de la vble. dep.	3804,906	
Media de innovaciones	157,8719		D.T. innovaciones	3098,723	
R-cuadrado	0,322712		R-cuadrado corregido	0,279016	
Log-verosimilitud	-322,3416		Criterio de Akaike	654,6832	
Criterio de Schwarz	662,3150		Crit. de Hannan-Quinn	657,2859	

	<i>Real</i>	<i>Imaginaria</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frecuencia</i>
AR				
Raíz 1	1,1268	0,0000	1,1268	0,0000
Raíz 2	-0,3830	-1,1380	1,2007	-0,3017
Raíz 3	-0,3830	1,1380	1,2007	0,3017

### 9.3.8 QUEMAS

#### Modelo ARIMA - ID H47

Observaciones 1995-2022 (T = 28)

Variable dependiente: QuemadasTotal

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano					
	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>z</i>	<i>valor p</i>	
const	75837,0	31666,4	2,395	0,0166	**
theta_1	0,318625	0,192926	1,652	0,0986	*
theta_2	0,175984	0,205211	0,8576	0,3911	
theta_3	0,321184	0,222115	1,446	0,1482	
SupPlant_hat_hat	-0,0250212	0,0147266	-1,699	0,0893	*
Media de la vble. dep.	22289,43	D.T. de la vble. dep.		12423,81	
Media de innovaciones	-126,9680	D.T. innovaciones		10225,44	
R-cuadrado	0,298429	R-cuadrado corregido		0,210732	
Log-verosimilitud	-298,4520	Criterio de Akaike		608,9040	
Criterio de Schwarz	616,8972	Crit. de Hannan-Quinn		611,3476	

	<i>Real</i>	<i>Imaginaria</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frecuencia</i>
MA				
Raíz 1	-1,4102	0,0000	1,4102	0,5000
Raíz 2	0,4311	-1,4220	1,4859	-0,2031
Raíz 3	0,4311	1,4220	1,4859	0,2031

### 9.3.9 SUPERFICIE FRUTALES

#### Modelo VAR - ID H32

Orden del retardo 2

Estimaciones de MCO, observaciones 1992-2022 (T = 31)

Log-verosimilitud = -294,54459

Determinante de la matriz de covarianzas = 10480212

AIC = 19,1964

BIC = 19,3352

HQC = 19,2417

Contraste Portmanteau: LB(7) = 2,27199, gl = 5 [0,8104]

Ecuación 1: SupFrutales

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
--	-------------------	---------------------	----------------------	----------------

const	2859,93	3390,29	0,8436	0,4061	
SupFrutales_1	1,54060	0,174749	8,816	<0,0001	***
SupFrutales_2	-0,548803	0,181998	-3,015	0,0054	***
Media de la vble. dep.	174295,0		D.T. de la vble. dep.	33599,86	
Suma de cuad. residuos	3,25e+08		D.T. de la regresión	3406,331	
R-cuadrado	0,990407		R-cuadrado corregido	0,989722	
F(2, 28)	1445,461		Valor p (de F)	5,59e-29	
rho	0,093721		Durbin-Watson	1,689897	

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de SupFrutales  $F(2, 28) = 1445,5 [0,0000]$

Todas las variables, retardo 2  $F(1, 28) = 9,0928 [0,0054]$

Para el sistema en conjunto

Hipótesis nula: El retardo más largo es 1

Hipótesis alternativa: El retardo más largo es 2

Contraste de razón de verosimilitudes: Chi-cuadrado(1) = 8,71779 [0,0032]

### 9.3.10 SUPERFICIE OLIVOS

#### Modelo VAR - ID H33

Orden del retardo 2

Estimaciones de MCO, observaciones 1992-2022 (T = 31)

Log-verosimilitud = -237,99807

Determinante de la matriz de covarianzas = 272893,51

AIC = 15,5483

BIC = 15,6870

HQC = 15,5935

Contraste Portmanteau: LB(7) = 3,24198, gl = 5 [0,6627]

Ecuación 1: SupOlivos

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	347,429	222,595	1,561	0,1298	
SupOlivos_1	1,72410	0,123733	13,93	<0,0001	***
SupOlivos_2	-0,740087	0,122882	-6,023	<0,0001	***
Media de la vble. dep.	13789,35		D.T. de la vble. dep.	6915,269	
Suma de cuad. residuos	8459699		D.T. de la regresión	549,6654	
R-cuadrado	0,994103		R-cuadrado corregido	0,993682	
F(2, 28)	2360,174		Valor p (de F)	6,15e-32	
rho	-0,091780		Durbin-Watson	1,960109	

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de SupOlivos F(2, 28) = 2360,2 [0,0000]

Todas las variables, retardo 2 F(1, 28) = 36,274 [0,0000]

### 9.3.11 SUPERFICIE VIDES

#### Modelo VAR - ID H34

Orden del retardo 1

Estimaciones de MCO, observaciones 1991-2022 (T = 32)

Log-verosimilitud = -316,09704

Determinante de la matriz de covarianzas = 22257465

AIC = 19,8811

BIC = 19,9727

HQC = 19,9114

Contraste Portmanteau: LB(8) = 11,7909, gl = 7 [0,1076]

Ecuación 1: SupVid

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	11817,7	4618,83	2,559	0,0158	**
SupVid_1	0,941654	0,0274077	34,36	<0,0001	***
Media de la vble. dep.	167724,3		D.T. de la vble. dep.	30446,65	
Suma de cuad. residuos	7,12e+08		D.T. de la regresión	4872,504	

R-cuadrado	0,975215	R-cuadrado corregido	0,974389
F(1, 30)	1180,421	Valor p (de F)	1,20e-25
rho	0,348666	Durbin-Watson	1,273445

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de SupVid F(1, 30) = 1180,4 [0,0000]

Todas las variables, retardo 1 F(1, 30) = 1180,4 [0,0000]

### 9.3.12 PRODUCTOS DE MADERA ASERRADA, TABLEROS Y PAPEL

#### Modelo VAR combinado - ID C5

Orden del retardo 1

Estimaciones de MCO, observaciones 1995-2022 (T = 28)

Log-verosimilitud = -1125,0383

Determinante de la matriz de covarianzas = 1,5937765e+031

AIC = 81,2170

BIC = 81,7880

HQC = 81,3916

Contraste Portmanteau: LB(7) = 73,2388, gl = 54 [0,0418]

Ecuación 1: ProdMadAserr

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
ProdMadAserr_1	0,873416	0,124101	7,038	<0,0001	***
ProdTableros_1	-0,141567	0,212801	-0,6653	0,5122	
ProdPapel_1	-0,164886	0,810054	-0,2035	0,8404	
SupPlant_hat_hat	0,706673	0,360578	1,960	0,0617	*
Media de la vble. dep.	6988861	D.T. de la vble. dep.		1485287	
Suma de cuad. residuos	7,06e+12	D.T. de la regresión		542391,4	
R-cuadrado	0,995053	R-cuadrado corregido		0,994434	
F(4, 24)	1206,829	Valor p (de F)		2,78e-27	
rho	0,264012	Durbin-Watson		1,442480	

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de ProdMadAserr F(1, 24) = 49,532 [0,0000]

Todos los retardos de ProdTableros  $F(1, 24) = 0,44256 [0,5122]$

Todos los retardos de ProdPapel  $F(1, 24) = 0,041432 [0,8404]$

Todas las variables, retardo 1  $F(3, 24) = 26,575 [0,0000]$

#### Ecuación 2: ProdTableros

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
ProdMadAserr_1	0,0278743	0,0390027	0,7147	0,4817	
ProdTableros_1	0,887895	0,0668793	13,28	<0,0001	***
ProdPapel_1	0,0776599	0,254584	0,3050	0,7630	
SupPlant_hat_hat	0,0344177	0,113323	0,3037	0,7640	
Media de la vble. dep.	2315125	D.T. de la vble. dep.		907331,5	
Suma de cuad. residuos	6,97e+11	D.T. de la regresión		170463,1	
R-cuadrado	0,995953	R-cuadrado corregido		0,995447	
F(4, 24)	1476,416	Valor p (de F)		2,50e-28	
rho	-0,366599	Durbin-Watson		2,676119	

#### Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de ProdMadAserr  $F(1, 24) = 0,51076 [0,4817]$

Todos los retardos de ProdTableros  $F(1, 24) = 176,25 [0,0000]$

Todos los retardos de ProdPapel  $F(1, 24) = 0,093053 [0,7630]$

Todas las variables, retardo 1  $F(3, 24) = 140,94 [0,0000]$

#### Ecuación 3: ProdPapel

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
ProdMadAserr_1	0,0222457	0,0143845	1,547	0,1351	
ProdTableros_1	-0,0374961	0,0246656	-1,520	0,1415	
ProdPapel_1	0,893599	0,0938926	9,517	<0,0001	***
SupPlant_hat_hat	0,0334994	0,0417942	0,8015	0,4307	
Media de la vble. dep.	1101346	D.T. de la vble. dep.		255572,1	
Suma de cuad. residuos	9,49e+10	D.T. de la regresión		62868,10	

R-cuadrado	0,997345	R-cuadrado corregido	0,997013
F(4, 24)	2253,802	Valor p (de F)	1,59e-30
rho	0,024111	Durbin-Watson	1,912518

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de ProdMadAserr F(1, 24) = 2,3917 [0,1351]

Todos los retardos de ProdTableros F(1, 24) = 2,3109 [0,1415]

Todos los retardos de ProdPapel F(1, 24) = 90,578 [0,0000]

Todas las variables, retardo 1 F(3, 24) = 55,807 [0,0000]

#### 9.4 ANEXO ESTIMACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE MADERA RECOLECTADA

Este anexo detalla como ejemplo la estimación que se realiza para la contribución de la madera aserrada, para la comprensión del cálculo. La estimación de la contribución de los productos de madera recolectada se hace de acuerdo a las Directrices del IPCC del 2006 y el Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC del 2006.

En esta última publicación se encuentra la Ecuación 12.1, donde la estimación anual de emisión y remoción de CO<sub>2</sub> se estima considerando el cambio de las existencias de carbono de los productos que se estén considerando en el año de la estimación. La ecuación muestra que el resultado es la suma de los cambios por producto, que son la madera aserrada, los tableros y el papel.

**EQUATION 12.1**  
**ESTIMATION OF TOTAL EMISSIONS AND REMOVALS ARISING FROM THE HWP POOL IN USE**

$$\Delta CO_{2TOTAL}(i) = -44 / 12 \cdot \sum_{l=1}^n \Delta C_l(i)$$

Sources: Pingoud and Wagner 2006; IPCC 2006; IPCC 2014; Rüter 2017, p. 259 ff.

Where:

$i$  = year

$\Delta CO_{2TOTAL}(i)$  = total CO<sub>2</sub> emissions and removals from net changes of the carbon stock in HWP in use during the year  $i$ , in Mt CO<sub>2</sub>

$C$  = carbon stock in HWP, in Mt C

$\Delta C_l(i)$  = changes of the carbon stock  $C$  in the particular HWP commodity class  $l$  during the year  $i$ , in Mt C yr<sup>-1</sup>

$l$  = index number of the semi-finished HWP commodity class (see Table 12.2, Section 12.4.2.1)

$n$  = number of selected HWP commodity classes of the semi-finished HWP commodities of sawnwood, wood-based panels, paper and paperboard.

Para establecer el cambio de stock de carbono del producto se utiliza la Ecuación 12.2:

Ecuación 12.2

Comenzando con  $i = 1900$  y siguiendo hasta el año actual, calcular

$$(A) \quad C(i+1) = e^{-k} \cdot C(i) + \left[ \frac{(1 - e^{-k})}{k} \right] \cdot \text{Flujo\_entrada}(i) \quad \text{con } C(1900) = 0,0$$

$$(B) \quad \Delta C(i) = C(i+1) - C(i)$$

Donde:

$i =$  año

$C(i) =$  las existencias de carbono del depósito de PMR al comienzo del año  $i$ , Gg C

$k =$  constante de descomposición de la descomposición de primer orden expresada en unidades, año<sup>-1</sup> ( $k = \ln(2) / \text{HL}$ , donde HL es la vida media del depósito de PMR en años. La vida media es la cantidad de años que tarda en perder la mitad del material que existe actualmente en el depósito.)

Flujo\_entrada( $i$ ) = el flujo de entrada al depósito de PMR durante el año  $i$ , Gg C año<sup>-1</sup>

$\Delta C(i) =$  cambio en las existencias de carbono del depósito de PMR durante el año  $i$ , Gg C año<sup>-1</sup>

El flujo de entrada, representa la producción del producto que se está evaluando en el año del inventario, para mayores detalles metodológicos ver Directrices del IPCC 2006 y Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

#### 9.4.1 EJEMPLO PARA MADERA ASERRADA

Lo primero que hay que precisar es que para madera aserrada se considera una vida media de 35 años, siguiendo las Directrices del IPCC. Los valores de los componentes de la Ecuación 12.2 se pueden ver a continuación:

half-life (hl)	35
decay constant k	0,0198042
term 'e <sup>-k</sup> ' of Eq. 12.2 =EXP(-C	0,9803906
term '[(1 - e <sup>-k</sup> )/k]' of Eq. 12.2	0,9901629

Las existencias de carbono del año  $i$  de la madera aserrada  $C_i$  se multiplica por 0.9803906 ( $e^{-k}$ ) y por otra parte el flujo de entrada se multiplica por 0,9901629 ( $[(1 - e^{-k})/k]$ ). Luego para cada año se estima el cambio de stock generando la diferencia de stock de carbono entre año  $i$  e  $i+1$ .

**¿Cómo explica este ejemplo lo que ocurre en las proyecciones de productos que INFOR ha realizado para el escenario base?**

La contribución de los productos de madera aumenta cuando hay un flujo de entrada mucho más grande que el año anterior, se puede ver el caso del año 2015 versus 2014 (Tabla 25), donde el flujo de entrada fue de

1.918 kt C en 2015 y de 1.833 ktC en el 2014, coincide con un cambio de 373.400 m<sup>3</sup> adicionales en la producción de madera aserrada en el año 2015, lo que determina que en el 2015 la contribución sea de -4.486 kt CO<sub>2</sub> eq en el 2015.

Al año siguiente, 2016, este flujo de entrada aumentó, pero solo a un valor levemente superior 1.938 ktC con una producción de madera aserrada superior en solo 82.900 m<sup>3</sup> respecto al año 2015, y se puede ver en la estimación de la contribución, la disminución de esta a -4.469 kt CO<sub>2</sub> eq. Básicamente, las existencias históricas de carbono se están multiplicando por un valor de 0,9803906 y el flujo de entrada por 0,9901629, por lo tanto, este aporte de PMR aumenta solo si el flujo de entrada es mucho mayor que el año anterior.

El flujo de proyecciones para la producción de madera aserrada decrece desde el 2023 hasta el 2035 y se puede ver cómo afecta la estimación anual del stock de carbono y por ende la contribución de la madera aserrada, donde el flujo de entrada cada año es menor que el anterior. A partir del 2035 este flujo de entrada aumenta respecto al año anterior, pero ese aumento no alcanza a mejorar la contribución de los productos de madera aserrada que siguen con la curva de decaimiento que indica la fórmula.

La proyección de productos de madera aserrada, tableros y papel, tiende a mantenerse en el horizonte de proyección, y en nuestro análisis técnico, esto es consistente con todo lo que proyectamos en el sector UTCUTS incendios, una superficie de plantaciones que disminuye levemente, y que está solo reforestando las pérdidas de incendios y manteniendo un consumo de trozas.

Tabla 25. Estimación de productos de madera aserrada.

Año	Inflow (k)	Carbon stock (ktC)	stock change (KtC)	Producción madera aserrada (m3)	Cambio anual en producción de madera aserrada (m3)	Contribución Madera aserrada kt CO2 eq
2009	1.337	28.610	762	5.836.300		-2.796
2010	1.456	29.372	866	6.353.900	517.600	-3.175
2011	1.555	30.238	947	6.784.700	430.800	-3.473
2012	1.640	31.185	1.012	7.160.200	375.500	-3.712
2013	1.768	32.198	1.120	7.720.700	560.500	-4.105
2014	1.833	33.317	1.162	7.998.800	278.100	-4.259
2015	1.918	34.479	1.223	8.372.200	373.400	-4.486
2016	1.938	35.702	1.219	8.455.100	82.900	-4.469
2017	1.872	36.921	1.130	8.150.900	-304.200	-4.143
2018	1.913	38.051	1.148	8.307.200	156.300	-4.208
2019	1.849	39.199	1.062	8.030.400	-276.800	-3.893
2020	1.809	40.260	1.001	7.873.800	-156.600	-3.672
2021	1.998	41.262	1.169	8.686.500	812.700	-4.287
2022	1.801	42.431	952	7.858.600	-827.900	-3.489
2023	1.774	43.382	906	7.745.240	-113.360	-3.320
2024	1.750	44.288	865	7.643.930	-101.310	-3.171
2025	1.730	45.153	828	7.556.330	-87.600	-3.036
2026	1.713	45.981	795	7.482.320	-74.010	-2.915
2027	1.699	46.775	765	7.421.090	-61.230	-2.807
2028	1.688	47.541	739	7.371.520	-49.570	-2.710
2029	1.679	48.280	716	7.332.370	-39.150	-2.625
2030	1.672	48.996	695	7.302.430	-29.940	-2.548
2031	1.667	49.691	676	7.280.500	-21.930	-2.480
2032	1.664	50.367	660	7.265.430	-15.070	-2.419
2033	1.662	51.027	645	7.256.150	-9.280	-2.364
2034	1.661	51.672	631	7.251.700	-4.450	-2.314
2035	1.661	52.303	619	7.251.170	-530	-2.268
2036	1.661	52.922	607	7.253.760	2.590	-2.226
2037	1.662	53.529	596	7.258.770	5.010	-2.186
2038	1.664	54.125	586	7.265.590	6.820	-2.149
2039	1.666	54.711	576	7.273.660	8.070	-2.114
2040	1.668	55.287	567	7.282.550	8.890	-2.080
2041	1.670	55.854	558	7.291.870	9.320	-2.047
2042	1.672	56.413	549	7.301.320	9.450	-2.014
2043	1.674	56.962	541	7.310.630	9.310	-1.982
2044	1.676	57.503	532	7.319.620	8.990	-1.951
2045	1.678	58.035	524	7.328.130	8.510	-1.920
2046	1.680	58.558	515	7.336.070	7.940	-1.889
2047	1.682	59.073	507	7.343.350	7.280	-1.858
2048	1.683	59.580	498	7.349.940	6.590	-1.827
2049	1.684	60.078	490	7.355.820	5.880	-1.796
2050	1.686	60.568	481	7.360.990	5.170	-1.765