



Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal del Bosque Nativo de Chile

Documento Preliminar

4 de enero de 2016



Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal del
Bosque Nativo de Chile. Documento Preliminar
4 de enero de 2016

Editores: Javier Cano¹, Angelo Sartori¹, Osvaldo
Quintanilla¹, Verónica Oyarzún².

¹Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales.

²Departamento de Monitoreo de Ecosistemas
Forestales

^{1,2}Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal.

Corporación Nacional Forestal.

Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.

Autores:

Equipo CONAF: Javier Cano, Angelo Sartori,
Osvaldo Quintanilla, Verónica Oyarzun.

Equipo Consorcio Winrock-UAustral-INFOR:

Winrock International: Gabriel Sidman, Felipe
Casarim, Anna McMurray, Timothy Pearson.

Universidad Austral de Chile: Jorge Gayoso,
Víctor Sandoval, y Noemi Almonacid.

Instituto Forestal de Chile a través de Carlos
Bahamondez, Yasna Rojas, y Rodrigo Sagardia

Equipo Consultores ENCCRV: Pablo Honeyman.

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 7 |
| 2. ANTECEDENTES | 9 |
| a. Circunstancias nacionales | 9 |
| i. Institucionalidad..... | 9 |
| ii. Legislación | 13 |
| b. Descripción de la cobertura de Tierras Forestales..... | 18 |
| i. Bosque Nativo | 19 |
| ii. Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) | 25 |
| iii. Plantaciones forestales | 27 |
| 3. DEFINICION DE BOSQUE Y CONCEPTOS REDD+ | 28 |
| a. Definición de Bosque | 28 |
| b. Actividades REDD+ | 31 |
| i. Deforestación | 32 |
| ii. Degradación | 32 |
| iii. Aumento de Existencias | 33 |
| iv. Manejo Sustentable | 33 |
| v. Conservación | 34 |
| vi. Resumen..... | 35 |
| 4. VINULACIÓN NREF/NRF subnacional E INGEI | 36 |
| a. Deforestación | 36 |
| b. Degradación | 37 |
| c. Aumento de existencias | 37 |
| 5. FUENTES DE INFORMACIÓN..... | 39 |
| a. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Chile..... | 39 |
| b. Sistema de Monitoreo de cambios del uso del suelo y vegetación basado en el Catastro del Bosque Nativo | 40 |
| c. Inventario Continuo de Ecosistemas Forestales | 43 |
| d. Imágenes Satelitales LANDSAT..... | 44 |
| 6. MÉTODO..... | 46 |
| a. Niveles y Enfoques utilizados | 46 |

| | | |
|----|---|----|
| b. | Depósitos de Carbono y Gases de Efecto Invernadero Considerados | 47 |
| c. | Período de Referencia | 48 |
| d. | Datos de Actividad | 50 |
| e. | Factores de Emisión | 60 |
| 7. | NREF/NRF subnacional DE CHILE | 64 |
| a. | Deforestación | 64 |
| b. | Degradación | 64 |
| c. | Aumento de existencias de carbono forestal..... | 67 |
| d. | Conservación de existencias de carbono forestal..... | 68 |
| e. | NREF/NRF de bosque nativo subnacional de Chile | 70 |
| 8. | CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE | 71 |
| a. | Deforestación | 71 |
| b. | Degradación | 72 |
| c. | Aumento de existencias | 75 |
| d. | Conservación de existencias | 76 |
| e. | Propagación del Error..... | 77 |
| 9. | REFERENCIAS..... | 78 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Número de proyectos y monto financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo por año. | 17 |
| Tabla 2. Tierras forestales en Chile. Fuente: sit.conaf.cl | 18 |
| Tabla 3. Usos de suelo en Chile. Fuente: sit.conaf.cl | 19 |
| Tabla 4. Distribución regional de los Tipos Forestales Fuente: sit.conaf.cl | 22 |
| Tabla 5. Distribución regional SNASPE. Fuente: CONAF. | 25 |
| Tabla 6. Distribución regional de las plantaciones forestales. Fuente: CONAF. | 27 |
| Tabla 7. Año de publicación de catastros y actualizaciones por Región. | 42 |
| Tabla 8. Años de catastro y/o actualización utilizados en la construcción del NREF/NRF por región. | 43 |
| Tabla 9. Características Sensor TM de Landsat-5. Fuente: LCDM Press Kit. NASA. | 45 |
| Tabla 10. Características Sensor ETM+ de Landsat-7. Fuente: LCDM Press Kit. NASA. | 45 |
| Tabla 11. Niveles, depósitos de carbono y GEI considerados para cada actividad de REDD+ en el FREL/FRL subnacional propuesto para Chile. | 47 |
| Tabla 12. Datos históricos de Catastro para el área deforestada. Los años en la Tabla representan los años de las imágenes, que corresponden a un año previo al de su publicación. | 48 |
| Tabla 13. Superficie deforestada por año y región. | 50 |
| Tabla 14. Superficie de bosque que permanece bosque degradada por región entre 2001 y 2010. | 52 |
| Tabla 15. Superficie afectada por incendios forestales por región entre 2001 y 2010. | 55 |
| Tabla 16. Superficie degradada por año y región según transformaciones registradas en Catastro. | 56 |
| Tabla 17. Superficie de bosque que permanece bosque con Aumento de existencias por región entre 2001 y 2010. | 56 |
| Tabla 18. Superficie con Aumento de existencias por año y región según transformaciones registradas en Catastro | 57 |
| Tabla 19. Superficie de conservación total, emisiones y absorciones en el área de conservación por región para el total del periodo de referencia, 2001-2010. | 60 |
| Tabla 20. Factores de emisión regionales desglosados por reservorios de carbono considerados en el análisis. | 61 |
| Tabla 21. Factores de emisión, combustión y conversión para emisiones No-CO2 | 62 |
| Tabla 22. Incremento promedio anual por tipo de bosque. Fuentes: Anexo no publicado de INGEI | 63 |
| Tabla 27. Total de emisiones por deforestación en el área del NREF subnacional de Chile. | 64 |
| Tabla 28: Degradación Forestal NREF | 64 |
| Tabla 29: Emisiones anuales de bosques nativos que permanecen como tal por región. | 65 |
| Tabla 30. Emisiones de gases no-CO2 por región. | 65 |
| Tabla 31. Emisiones debido a conversión de bosques nativos en plantaciones exóticas y matorral arborescente en el área del NREF/NRF subnacional de Chile. | 66 |
| Tabla 32. Absorciones por las mejoras en el área del NRF subnacional de Chile. | 67 |
| Tabla 33. Absorciones por bosques que se mantienen como tales en el área del NRF subnacional de Chile. | 67 |

| | |
|---|----|
| Tabla 34. Absorciones debido a la conversión de tierras no forestales a bosques en el área del NRF subnacional de Chile. | 68 |
| Tabla 35. Conservación de existencias forestal de carbono NREF/NRF desglosado por región. | 68 |
| Tabla 36. Emisión de bosques dentro de áreas de conservación por región. | 69 |
| Tabla 37: Absorción de carbono de los bosques dentro de las áreas de conservación por región.... | 69 |
| Tabla 38. NREF/NRF subnacional de Chile | 70 |
| Tabla 35: Fuentes de información utilizadas en la propagación de errores para estimación de la incertidumbre del FREL de deforestación. Fuente: INGEI de Chile 1990-2010 | 72 |
| Tabla 36: Fuentes de información utilizadas en la propagación de errores para estimación de la incertidumbre del FREL de degradación forestal..... | 74 |
| Tabla 37: Fuentes de información utilizadas en la propagación de errores para estimación de la incertidumbre del FREL de aumentos de existencias de carbono forestal..... | 76 |
| Tabla 38: Fuentes de información utilizadas en la propagación de errores para estimación de la incertidumbre del FREL/FRL de conservación de existencias de carbono forestal..... | 76 |
| Tabla 39. Incertidumbre total de la propuesta subnacional del FREL/FRL de Chile. | 77 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Área cubierta por el NREF/NRF subnacional de Chile. | 10 |
| Figura 2. Mapa de distribución de los Tipos Forestales. Fuente: Elaboración propia | 23 |
| Figura 3. Mapa de distribución SNASPE. Fuente: Elaboración propia | 26 |
| Figura 4. Conceptos de actividades REDD+. | 31 |
| Figura 5. Gráfico descriptivo de actividades REDD+. | 35 |
| Figura 6. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por sector, Serie 1990-2010. Fuente: SNICHILE..... | 40 |
| Figura 7. Diseño de parcela de Inventario Continuo. Fuente: Infor..... | 43 |
| Figura 8. Deforestación en cada región | 51 |
| Figura 9. Degradación y aumentos de existencias en bosques que permanecen bosques | 53 |
| Figura 10. Degradación por transformaciones de catastro. | 55 |
| Figura 11. Aumento de existencias por transformaciones de catastro. | 58 |
| Figura 12. Flujo de carbono en áreas de conservación. | 59 |
| Figura 13. Emisiones por gases no-CO ₂ representadas por año. | 66 |

1. INTRODUCCIÓN

Como parte del compromiso de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y sus objetivos, y en respuesta a la invitación de la CMNUCC emitida bajo la decisión 12/CP.17 párrafos 9 y 11, Chile presenta voluntariamente sus Niveles de Referencia de Emisión Forestales/Niveles de Referencia Forestales (NREF/NRF) tal y como lo requieren las decisiones adoptadas en esta instancia internacional, específicamente aquellas referidas al enfoque que alienta que países en desarrollo diseñen e implementen políticas e instrumentos de incentivos positivos para reducir las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal, y promover la función de la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono, lo que se conoce comúnmente como REDD+ por sus siglas en inglés.

De acuerdo con la decisión 12/CP. 17 párrafo 7 de la CMNUCC, un NREF/NRF es un punto de referencia para evaluar el rendimiento de los países que están implementando sus actividades REDD+. Un NREF/NRF debe caracterizar las emisiones históricas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y proyectarlos hacia el futuro, con la intención de medir el desempeño del enfoque de políticas asociadas a REDD+.

Este documento, junto con sus anexos, ha sido preparado en concordancia con las modalidades y directrices establecidas en la decisión 12/CP.17 Sección II y Anexo, y siguiendo la guía metodológica del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2006), así como las suposiciones, donde sea necesario, definidas por el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Chile período 1990-2010 consignando a la Secretaría de la Convención el año 2014 a través del primer Informe Bienal (IBA).

Esta propuesta se realiza bajo una escala subnacional, la que incluye 5 regiones del país con alta presencia de bosque nativo, las cuales se corresponden con el área del Programa de Reducción de Emisiones que, de forma paralela, Chile está elaborando para ser presentado ante el Fondo Cooperativo de Carbono Forestal (FCPF por sus siglas en inglés).

Se ha aplicado una aproximación “*step-wise*” que permitirá la mejora del NREF/NRF y su expansión a escala nacional en base a la optimización de los métodos y el desarrollo de mejor información.

La propuesta ha sido desarrollada bajo los criterios de consistencia y congruencia con el INGEI de Chile, y entrega toda la información y métodos de forma transparente, completa y precisa, incluyendo:

- La definición de Chile de bosque para enfoques de políticas REDD+, además de la definición de cada una de las cinco actividades de REDD+ consideradas.
- Las fuentes de información y protocolos metodológicos utilizados para construir el NREF/NRF subnacional de Chile.

- Los sumideros de carbono y GEI considerados en el NREF/NRF de cada actividad de REDD+.

El NREF/NRF presentado en este documento ha sido elaborado por CONAF, a través de un trabajo conjunto liderado por la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA) y el Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales, con el apoyo técnico del Banco Mundial, entidad que a su vez actúa como Agencia Implementadora del FCPF, la cual es una instancia voluntaria y multilateral que apoya financieramente a Chile para avanzar en REDD+. En el equipo técnico igualmente se cuenta con el respaldo de la Consultora Winrock Internacional, la Universidad Austral de Chile (UACH), el Instituto Forestal (INFOR) y las agencias de Naciones Unidas, FAO, PNUMA y PNUD, adscritas al Programa de REDD de Naciones Unidas (UN-REDD) del cual Chile igualmente participa desde el año 2014.

2. ANTECEDENTES

a. Circunstancias nacionales

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) como punto focal REDD+ de Chile ante la CMNUCC, ha decidido focalizar los esfuerzos para la generación del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales/Nivel de Referencia Forestal (NREF/NRF) de carácter subnacional en la zona Centro-Sur de Chile, área que cuenta con una alta concentración y la mayor diversidad de bosques del país además de una fuerte presión antrópica. Comprende cinco de las quince regiones administrativas, desde la Región del Maule hasta la Región de Los Lagos (Figura 1), dónde se localiza el ecosistema del bosque templado, con gran potencial para la reducción/absorción de emisiones de GEI relacionadas con los bosques y capacidad de producir beneficios ambientales no relacionados con el carbono, como mejorar el balance hídrico, conservar los suelos, y mantener la biodiversidad entre otros diversos impactos positivos a las comunidades que dependen directamente de estos ecosistemas. Estas cinco regiones representan el 22% de la superficie total de Chile (16.522.077 hectáreas) y albergan el 41% del Bosque Nativo (5.853.387 hectáreas), con representación de 11 de los 12 tipos forestales definidos a nivel nacional.

i. Institucionalidad

A partir de la ratificación de Chile en 1994 de la CMNUCC, haciéndose parte de su Protocolo de Kioto posteriormente en el año 2002, la institucionalidad sobre cambio climático del país ha registrado importantes avances que se han visto reflejados con la implementación en el año 2014 del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, órgano de deliberación de la política pública y regulación general en materia ambiental, presidido por el Ministerio del Medio Ambiente¹.

Desde el año 2010, en el cual se conformó en Chile el Ministerio de Medio Ambiente, se designó a esta cartera como Punto Focal ante la CMNUCC, lo que ha permitido coordinar y orientar de mejor forma las acciones gubernamentales para abordar los desafíos y oportunidades que impone el cambio climático a nivel de políticas públicas². Previo a la conformación del Ministerio de Medio Ambiente, y después de que Chile ratificara la CMNUCC se estableció el denominado Comité Nacional Asesor para el Cambio Global conformado por representantes tanto del sector público como de la academia, que en el 2006 elaboró la Estrategia Nacional de Cambio Climático³ que establece como ejes primordiales la adaptación, la mitigación, el fomento y la creación de

¹ Los Ministerios que lo integran son el de Agricultura, Hacienda, Salud, Economía, Fomento y Reconstrucción, Energía, Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, Transportes y Telecomunicaciones, Minería y, por último, Desarrollo Social.

² La Ley 20.417, destaca en su artículo 70, letra h, específicamente que "(...) le corresponderá especialmente al MMA el proponer políticas y formular los planes, programas y planes de acción en materia de cambio climático".

³ Estrategia Nacional de Cambio Climático, http://www.bcn.cl/carpeta_temas_profundidad/temas_profundidad.2007-04-11.5841476988/Estrategia%20nacional%20 2006.pdf

capacidades que se ejecutan a través del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012 (PANCC), actualmente en proceso de actualización para el periodo 2016-2021⁴.

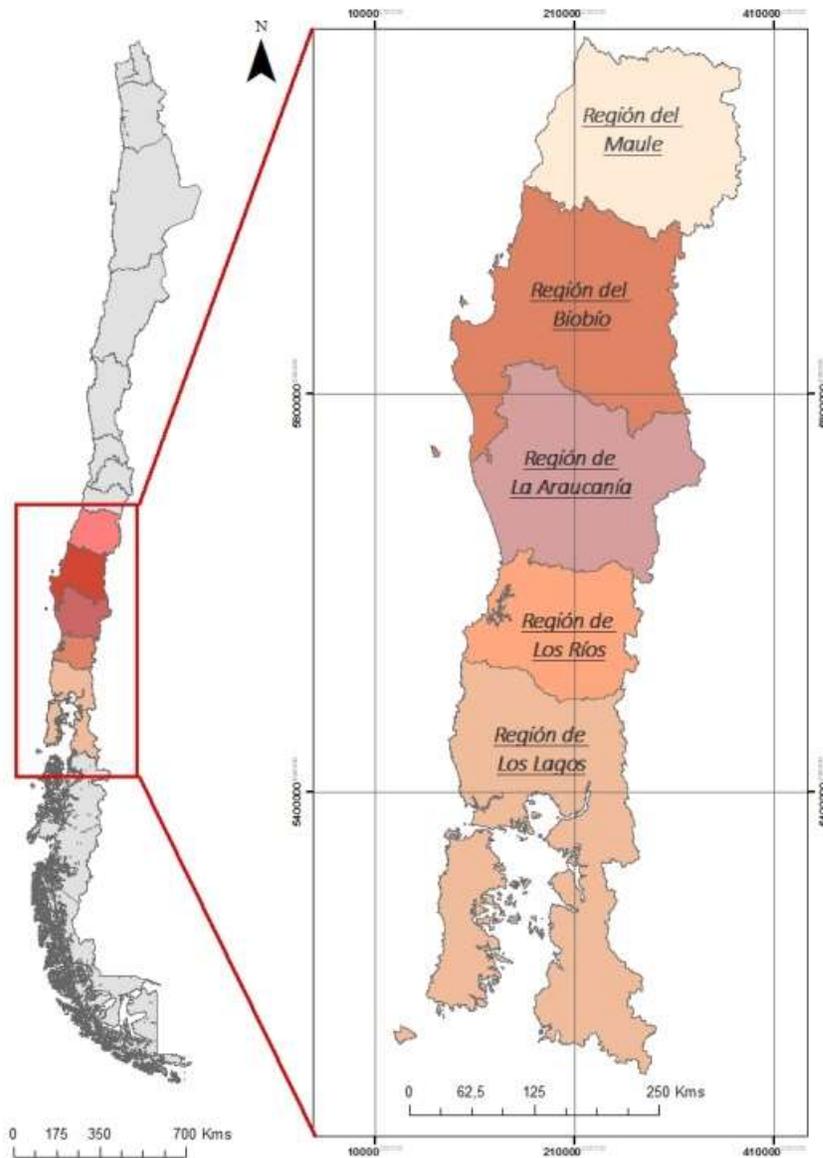


Figura 1: Área cubierta por el NREF/NRF subnacional de Chile.

Para apoyar el trabajo interinstitucional, particularmente en el marco de las negociaciones internacionales sobre cambio climático y en los compromisos nacionales que de ellas se desprenden, en el 2010, desde que se formó el Ministerio de Medio Ambiente, se creó la Oficina de

⁴ Propuesta de estructura y contenidos para el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2016-2021. http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/08/Propuesta-contenidos-PANCC-2016-2021-Fase-II-Licitacion_con-anexos.pdf

Cambio Climático bajo el alero de la Subsecretaría de dicho ministerio, la cual tiene la misión de participar activamente en “en los procesos de negociación internacional asociados a la implementación de la CMNUCC, cuyas funciones son: coordinar el Comité de la Autoridad Nacional Designada (AND) del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), actuar de punto focal del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) y ostentar el cargo de secretaría técnica de los comités interministeriales en cambio climático”⁵.

En este contexto, y por la complejidad que revisten los temas que se tratan en la CMNUCC sobre el sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), y aquellos vinculados específicamente a las decisiones de la Convención que promueven establecer estrategias nacionales para reducir las emisiones producto de la deforestación y la degradación forestal, y apoyar acciones que apunten a la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono, lo que comúnmente se denomina REDD+ como ya hemos indicado, se designó ante la CMNUCC a la Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF), institución dependiente del Ministerio de Agricultura (MINAGRI), como Punto Focal de REDD+⁶. CONAF cumple este rol específicamente a través de la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA) de la Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal (GEDEFF).

CONAF tiene como misión contribuir al manejo sustentable de los bosques nativos, formaciones xerofíticas y plantaciones forestales mediante las funciones de fomento, fiscalización de la legislación forestal-ambiental y la protección de los recursos vegetacionales, así como a la conservación de la diversidad biológica a través del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE), en beneficio de la sociedad, siendo sus objetivos estratégicos:

1. Fiscalizar e incentivar el manejo sustentable de bosques nativos, formaciones xerofíticas y plantaciones forestales y la protección de especies protegidas, a través de la difusión y aplicación de la legislación forestal y ambiental.
2. Mejorar el acceso de los productores forestales con énfasis en los pequeños, medianos y pueblos originarios, a los beneficios de la actividad forestal y del turismo de conservación, mediante la utilización de instrumentos de fomento forestal y la asistencia técnica integral en la cadena de valor de sus bienes y servicios en articulación con otros servicios públicos.
3. Promover la generación de servicios ambientales mediante el fomento y cuidado de arbolado urbano, parques periurbanos e infraestructura natural, y otro tipo de plantas con valor patrimonial y cultural, difundiendo los beneficios que proporcionan a la sociedad.
4. Proteger a la sociedad de las amenazas generadas por incendios forestales, plagas forestales, especies forestales invasoras y los efectos del cambio climático actuando sobre

⁵ Primer Informe Bienal de Actualización de Chile Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. MMA, 2014. Pág 55. http://portal.mma.gob.cl/wp-content/doc/2014_1IBA_Chile_Espanol-1.pdf.

⁶ Esta designación fue en base a la decisión asumida en la CoP19 de Varsovia donde se invita a que los países nominen Puntos Focales Nacionales o Entidades Nacionales Designadas para REDD+, a través la Carta Oficial N°99 del 19 de febrero de 2014 del Ministro de Agricultura Sr. Luis Mayol, dirigida a su par del Ministerio de Relaciones Exteriores, quien oficializó esta designación ante la Secretaria de la Convención.

los bosques nativos, formaciones xerofíticas y plantaciones forestales y componentes patrimoniales presentes en el SNASPE.

5. Conservar la diversidad biológica, mediante el fortalecimiento del SNASPE, otros instrumentos de conservación y el aporte de los bosques nativos y formaciones xerofíticas contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la sociedad y, en particular, de las comunidades locales.

Debido a su rol como servicio forestal del Estado, su misión y objetivos estratégicos, en el año 1995 CONAF, fue designada como Punto Focal de la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD), ampliando el espectro de sus gestiones y obligando a esta institución a integrar en su labor las acciones requeridas para responder a los compromisos emanados de ambas Convenciones, así como ante las obligaciones que impone su rol institucional como asesor técnico del MINAGRI, en la coordinación con otras instituciones ministeriales que tienen competencias sobre los bosques en Chile.

En el año 2014 se creó el Comité Técnico Intraministerial de Cambio Climático (CTICC) el cual es coordinado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), que reúne a los diversos servicios que componen el MINAGRI⁷, entre ellas CONAF. Prontamente se espera que el CTICC tenga representación en las 15 regiones del país, siendo posiblemente presidido por las Secretarías Regionales Ministeriales (SEREMI) de Agricultura con participación de representantes de los diversos servicios públicos ligados al sector silvoagropecuario.

En cuanto a los principales compromisos en cambio climático a las cuales esta institucionalidad debe responder, está la consignación realizada en septiembre de 2015 ante la Secretaria de la CMNUCC denominada Contribución Nacional Tentativa (INDC por sus siglas en inglés)⁸, la cual cobra fuerza y relevancia en el marco de los acuerdos alcanzados en la pasada Conferencia de las Partes (CoP) de la CMNUCC realizada en París en noviembre de 2015 (CoP 21). Como parte de los compromisos específicos para el Sector UTCUTS, el país se comprometió al manejo sustentable de 100.000 hectáreas de bosques, principalmente nativos; así como a la forestación de 100.000 hectáreas, también principalmente con especies nativas.

Como el documento del INDC lo indica, el logro de estos compromisos se verá apoyado a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) que impulsa CONAF en colaboración con diversos actores a nivel nacional y regional claves en el sector forestal. Tal es el caso del Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), el cual colabora en la definición de precursores de deforestación y degradación del bosque nativo para todo país, y del Instituto Forestal (INFOR), el cual está apoyando la elaboración de los Niveles

⁷ Otras instituciones del MINAGRI que tienen responsabilidad sobre los bosques es Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Instituto Forestal (INFOR), Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

⁸ Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. Gobierno de Chile, 2015. http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/INDC_1609c1.pdf

de Referencia Forestal de Chile, así como en la mejora de los la mecanismos de monitoreo, reporte y verificación (MRV) requeridos.

El objetivo de la ENCCRV es “apoyar la recuperación y protección del bosque nativo y formaciones xerofíticas, además de potenciar el establecimiento de formaciones vegetacionales en suelos factibles de ser plantados como medidas de mitigación y adaptación al Cambio Climático. Para este fin se pretende diseñar e implementar un mecanismo estatal que facilite el acceso de las comunidades y propietarios a los beneficios asociados a los servicios ambientales que generan estos ecosistemas recuperados”⁹.

La ENCCRV contempla elementos claves en el ámbito de la adaptación al cambio climático y lucha contra la desertificación, degradación de la tierra y sequía dados por la CNUCLD, así como todos los aspectos contemplados en las decisiones para REDD+ de la CMNUCC, para lo cual en el marco de esta iniciativa se están desarrollando los elementos que harán compatible alcanzar las metas definidas en el INDC para el Sector UTCUTS, e implementar las acciones y adecuaciones a sus sistemas de información y de gestión que permitan mantener e incrementar las reservas forestales de GEI, como evitar emisiones estabilizando o reduciendo las tasas de deforestación y degradación del bosque nativo, para eventualmente recibir beneficios asociados al desempeño positivo de tales acciones, lo que en el contexto de REDD+ permitiría recibir pago por resultados, y para lo cual en la CoP 21 se avanzó en una definición de la arquitectura financiera internacional para apoyar y dar sostenibilidad en el tiempo a tales iniciativas nacionales dado por el Fondo Verde del Clima (GCF por sus siglas en inglés).

Es en este contexto que el trabajo asociado a la ENCCRV coordinado por CONAF, adquiere relevancia, al constituirse como un elemento de pilotaje de los mecanismos técnicos y financieros nacionales que serán requeridos para avanzar y dar certidumbre a las condiciones y elementos que se deberán desarrollar, cuando se consideren esquemas de pagos por resultados replicables a nivel nacional e igualmente validos en diversas instancias internacionales.

ii. Legislación

En la historia reciente de nuestro país, diferentes normativas se han relacionado de manera directa e indirecta al uso y protección de los bosques. La aplicación y vigencia de estos cuerpos legales han tenido importantes y diferentes impactos en el desarrollo del país, y han condicionado la situación actual del recurso forestal, la que ha sido sintetizada en el apartado anterior.

El primer cuerpo normativo relevante para el sector forestal que aún tiene elementos vigentes es la **Ley de Bosques** (DL N° 656 de 1925 según texto refundido fijado por el DS N° 4363 de 1931 del Ministerio de Tierras y Colonización). Esta ley destacó la importancia del bosque para la protección y mejoramiento de los suelos, para la regulación del caudal de los ríos, para la conservación de los recursos hídricos en general, como fuente de materias primas para numerosas industrias, y como

⁹ Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. Gobierno de Chile, 2015. Pág. 13.

fuerza de salud para la población. Además mejoró sustancialmente las normas sobre uso del fuego, el sistema sanciones y las normas sobre Parques Nacionales y Reservas Forestales. Pero lo más relevante de esta ley fue la incorporación de prohibiciones que se mantienen vigentes hasta hoy, y que están relacionadas con impedir la corta de árboles y arbustos nativos situados cercanos a manantiales o en pendientes de más de 45%.

La Ley de Bosques mantuvo la prohibición del uso del fuego para habilitar terrenos forestales, y en materia de áreas silvestres protegidas consagró la facultad del Presidente para crear Parques Nacionales de Turismo y Reservas Forestales.

Por último, la ley de bosques estableció multas para el caso de incumplimiento de estas prohibiciones, las que se aplican administrativamente, existiendo sanciones que van desde privación de libertad hasta multas en dinero (Saelzer, 1973).

El segundo cuerpo normativo, y probablemente el más relevante para el sector forestal, es el **Decreto de Ley Nº 701, sobre Fomento Forestal**. Fue promulgado el año 1974 poniendo en marcha una política forestal sustentada en dos grandes pilares, los incentivos a la forestación y la protección del recurso forestal.

Bajo este marco, se crea la calificación de terrenos de Aptitud Preferentemente Forestal (APF) como un acto técnico-jurídico donde un ingeniero forestal debe justificar que los terrenos, por sus condiciones de clima y suelo, no pueden ararse en forma permanente y que al ser utilizados en agricultura, fruticultura o ganadería, puedan sufrir degradación. Al aprobarse la calificación por la autoridad, nacen para el propietario derechos como exenciones tributarias y la posibilidad de percibir una bonificación por forestación, generándose también obligaciones como lo expresado en el artículo 22 que dispone obligaciones de reforestar tras la corta o explotación de bosques.

Por otra parte, surge otro instrumento técnico-jurídico denominado Plan de Manejo, que fue incorporado como concepto el año 1979 por el DL Nº 2.565 que vino a modificar el DL Nº 701 de 1974. Está definido en el artículo 2º del DL Nº 701 como aquel instrumento que regula el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables de un terreno determinado, con el fin de obtener el máximo beneficio de ellos, asegurando al mismo tiempo la preservación, conservación, mejoramiento y acrecentamiento de dichos recursos y su ecosistema.

Este instrumento se constituyó en el eje central del sistema, y es entendido como un programa de explotación racional de recursos forestales que pueden ser plantaciones o Bosques Nativos. Así, el plan de manejo tiene una doble dimensión, es técnico porque deberá ser elaborado por un ingeniero forestal o ingeniero agrónomo especializado quien deberá señalar a lo menos la caracterización del sitio y del recurso forestal, la definición de los objetivos de manejo, el tratamiento silvicultural, entre otros, y es jurídico, ya que una vez aprobado faculta y obliga a el propietario a ejecutarlo imponiendo sanciones en caso de incumplimiento.

Por su parte, la definición legal de los ya mencionados Tipos Forestales para el bosque nativo chileno, fue incorporada en el reglamento técnico del DL N° 701 a través del Decreto Supremo N°259 el año 1980, donde además se establecen los métodos silvícolas que son posibles de aplicar en cada tipo.

El DL N°701 contempló tres tipos de regulaciones, aquellos que garantizaron el derecho de propiedad, los incentivos de carácter tributario y los incentivos de carácter económico. Estos últimos consistían en una bonificación que otorga el Estado por la forestación y manejo inicial de las plantaciones, en terrenos calificados de APF, conforme al plan de manejo aprobado previamente. El Estado “bonifica, por una sola vez en cada superficie un porcentaje de los costos netos de las diversas actividades como forestación en suelos frágiles y degradados, actividades de recuperación de suelos o de estabilización de dunas, establecimiento de cortinas cortavientos, y la primera poda o raleo realizadas por pequeños propietarios forestales¹⁰, entre otras”¹¹. Esta ley no incorpora incentivos al manejo de los bosques nativos.

El DL N° 701 de 1974 con sus diversas modificaciones dio como resultado que Chile se transformó en uno de los países con el más alto índice de forestación, en relación a su tamaño y población, y a partir de este patrimonio se generó una de las industrias más grandes del país en torno a la celulosa y madera aserrada asociadas a especies forestales exóticas de rápido crecimiento.

El año 1996 expiró la bonificación forestal del DL N° 701 que fue ampliada el año 1998 con la dictación de la Ley 19.561 hasta el año 2011, fecha en que se logró una nueva prórroga que duró hasta el 2012, último año de vigencia del instrumento en su componente de incentivos.

Desde el 2013 a la fecha, Chile no cuenta con incentivos legales económicos para la forestación, y se trabaja en el diseño de una nueva ley de fomento que posea un enfoque diferente, focalizando los esfuerzos fiscales en plantaciones, principalmente con especies nativas, de cobertura permanente, balanceando aspectos industriales con la provisión de servicios ambientales tales como la protección de cursos de agua, generación de productos forestales no madereros, protección de la diversidad biológica, entre otros. Se espera que, en el año 2016, se logren avances sustantivos en la formulación y tramitación parlamentaria de la nueva ley de fomento.

De más reciente data, está la **Ley 20.283 de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal**. Esta ley tuvo un extenso trámite ya que pretendió recoger las opiniones en intereses de todos los actores relacionados con el bosque nativo. El proyecto se discutió en el congreso por más de 16 años, hasta que finalmente se promulgó el año 2008.

Los objetivos de esta ley expresan la intención de velar por la protección, la recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos, con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política ambiental. En su articulado presenta 26 definiciones de conceptos y elementos contenidos al

¹⁰ Antes de 1998 la poda y raleo de las empresas forestales se bonificó por largos años al igual que los pagos por administración, posteriormente con la Ley N° 19561 de 1998 se focalizó a pequeña y mediana propiedad ()

¹¹ <http://www.leychile.cl/Navegar/index.html?idNorma=99208>

interior de la ley, destinadas a unificar criterios y homogenizar la comprensión del cuerpo legal. Muchas de estas definiciones provienen de normativas anteriores y fueron modificadas. Entre las más relevantes están la definición de Bosque, Bosque nativo, Pequeño propietario forestal, Plan de Manejo, y Servicios ambientales.

Respecto de la definición de los Tipos Forestales y los métodos de manejo aplicables a ellos, la Ley N° 20.283 de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal utiliza como base los establecidos en el Reglamento del Decreto Ley 701, de 1974, Sobre Fomento Forestal, pero indica que debe proponerse una nueva tipología basada en estudios científicos y técnicos, y validados en una consulta a los organismos públicos y privados con competencia en la materia. Después de 6 años de promulgación de la ley, esta actualización aún no culmina.

La Ley 20.283 también establece que la CONAF mantendrá un catastro forestal de carácter permanente, en el que deberá identificar y establecer, a lo menos cartográficamente, los tipos forestales existentes en cada región del país, su estado y aquellas áreas donde existan ecosistemas con presencia de bosques nativos de interés especial para la conservación o preservación. El catastro forestal deberá ser actualizado a lo menos cada diez años y su información tendrá carácter público, indicación que a la fecha se ha cumplido significativamente a través del sitio WEB del Sistema de Información Territorial (SIT) que dispone CONAF.

La figura del Plan de Manejo se complementa en esta ley respecto del D.L 701, con la aparición del plan de manejo de preservación, como herramienta alternativa para aquellos bosques cuyos objetivos centrales sean la preservación y recuperación del bosque nativo, y el plan de manejo bajo criterios de ordenación, donde recibirán un incentivo complementario, proyectos que incorporen metodologías de ordenación forestal que aseguren el manejo sustentable de un patrimonio en el largo plazo.

Respecto a las normas de protección ambiental, la ley contempla la conservación de la diversidad biológica, y las medidas de prevención y combate de incendios forestales, además, mediante el reglamento de suelos, aguas y humedales, contempla restricciones para cortas y actividades productivas en determinadas condiciones y recursos, incluyendo medidas para proteger los suelos, así como la calidad y cantidad de los caudales de los cursos de agua.

Para acceder a los incentivos al manejo del bosque nativo se contempló la creación del Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo, el cual es un mecanismo concursable destinado a la conservación, recuperación o manejo sustentable del bosque nativo, a través del cual se otorga una bonificación destinada a contribuir a solventar el costo de las actividades necesarias para favorecer la regeneración, recuperación o protección de formaciones xerofíticas de alto valor ecológico o de bosques nativos de preservación, para obtener productos no madereros, y para manejar y recuperar bosques nativos para fines de producción maderera. Se bonifica de forma adicional la elaboración de planes de manejo forestal concebidos bajo el criterio de ordenación.

La Ley dispuso un monto inicial de USD8 Millones anuales para este Fondo, sin embargo, tras 6 años de implementación de la Ley, aun no se alcanzan niveles anuales de uso de las bonificaciones mayores al 15% de los recursos disponibles, aspectos que se están tratando de subsanar mediante ajustes a la propia Ley, con una mejor gestión en cuanto a la administración de la misma por parte de CONAF.

Complementariamente al Fondo anterior, se creó el Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN), destinado a la investigación sobre numerosos tópicos que aún no se conocen de éste recurso, y cuya finalidad es promover e incrementar los conocimientos en materias vinculadas con los ecosistemas forestales.

Los detalles técnicos del funcionamiento e implementación de estos fondos se establecieron en el reglamento de la Ley 20.283, el que ha sido modificado dos veces desde su promulgación.

Durante los siete años de existencia del Fondo del Investigación de Bosque Nativo, han sido financiados un total de 98 proyectos con una inversión total de \$ 4.322.918.033 (Tabla 1).

| Concurso | Año | N° de Proyectos | Financiamiento |
|-------------------|-----------|-----------------|------------------------|
| I Concurso FIBN | 2009/2010 | 23 | \$ 638.873.395 |
| II Concurso FIBN | 2010/2011 | 21 | \$ 798.298.409 |
| III Concurso FIBN | 2011/2012 | 18 | \$ 533.001.412 |
| IV Concurso FIBN | 2012/2013 | 13 | \$ 691.439.534 |
| V Concurso FIBN | 2013/2014 | 12 | \$ 808.430.751 |
| VI Concurso FIBN | 2014/2015 | 11 | \$ 852.874.532 |
| Total | | 98 | \$4.322.918.033 |

Tabla 1. Número de proyectos y monto financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo por año.
Fuente: CONAF.

Dentro de las Líneas de Investigación definidas para VII Concurso del FIBN, en 2015, y como un insumo relevante en el marco de la ENCCRV, se estableció la Línea 5 ***“Desarrollar funciones alométricas para estimar existencias de carbono en bosque nativo a nivel nacional”***, con un financiamiento cercano de \$65.500.000, cuyo objetivo es: *“Desarrollar funciones alométricas para determinar carbono bajo y sobre el suelo como sustento para la contabilidad de carbono a incluir en próximas actualizaciones del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Chile y para el monitoreo de las opciones estratégicas de mitigación al cambio climático que impulsa el Estado a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), para complementar iniciativas equivalentes que se desarrollen en la materia, en el sector...”*¹².

¹² http://www.investigacion.conaf.cl/ayuda/varios/2016/Lineas_Investigacion_VII_concurso_2016.pdf

b. Descripción de la cobertura de Tierras Forestales

Chile continental posee un extenso y complejo recurso forestal, el que está determinado por una amplia distribución latitudinal del país que abarca desde el paralelo 18° hasta el 56°. Esta condición geográfica genera una gradiente de unidades naturales que comienza con ambientes áridos y semiáridos dominados por climas desérticos en el extremo norte, pasando a ambientes templados dominados por climas mediterráneos en la zona central, y por climas húmedos, húmedos fríos, oceánicos y subantárticos a medida que se avanza hacia el extremo sur.

Esta gradiente, combinada con una fisiografía principalmente montañosa (80% del territorio), ha generado condiciones idóneas para el desarrollo de una rica diversidad de ecosistemas forestales nativos, compuestos por comunidades discretas y continuas que se distribuyen a lo largo del territorio nacional ocupando una superficie superior a las 14 millones de hectáreas.

Estas mismas condiciones, sumadas a procesos históricos de transformación del paisaje, también han generado en Chile una superficie de monocultivos forestales de casi 3 millones de hectáreas, los que se han concentrado principalmente en la zona templada, y que en su gran mayoría están destinados a la industria de la madera y la celulosa (Tabla 2).

| Tierras Forestales | Superficie (ha) | % |
|--------------------|-------------------------|-------------|
| Plantaciones | 3.036.407 ¹³ | 17% |
| Bosque Nativo | 14.316.822 | 82% |
| Bosque Mixto | 167.620 | 1% |
| Total | 17.520.849 | 100% |

Tabla 2. Tierras forestales en Chile. Fuente: sit.conaf.cl

Así, el territorio nacional tiene un 23% de superficie en la categoría de tierras forestales, además de otra importante porción de superficie con formaciones de praderas y matorrales (27%) (Tabla 3). Una cantidad importante de estos matorrales son bosques en estados degradativos avanzados, pero que poseen potencial para su restauración, al igual que otros suelos degradados que actualmente están sin vegetación arbórea y que poseen potencial para su forestación.

¹³ Esta cifra ha sido derivada de las últimas actualizaciones regionales de Catastro disponibles en sit.conaf.cl, este dato varía con respecto al registrado por INFOR en el Programa de Actualización Permanente de Plantaciones Forestales, donde se sitúa en 2.447.591 hectáreas la superficie de plantaciones forestales, esta variación es producto de los diferentes criterios metodológicos y fechas de actualización de ambos reportes.

| Usos Del Suelo | Superficie (ha) | % |
|---|-------------------|-------------|
| Áreas Urbanas-Industriales | 354.135 | 0% |
| Terrenos Agrícolas | 3.335.157 | 4% |
| Praderas y Matorrales | 20.320.990 | 27% |
| Bosques Nativos y Plantaciones Forestales | 17.520.849 | 23% |
| Humedales | 3.596.533 | 5% |
| Áreas Sin Vegetación | 24.675.320 | 33% |
| Nieves y Glaciares | 4.156.261 | 6% |
| Cuerpos de Agua | 1.343.762 | 2% |
| Áreas No Reconocidas | 283.198 | 0% |
| Total | 75.539.056 | 100% |

Tabla 3. Usos de suelo en Chile. Fuente: sit.conaf.cl

i. Bosque Nativo

La importante porción del territorio cubierta por tierras forestales nativas, ha sido descrita y tipificada, existiendo en el país diversas clasificaciones de las comunidades forestales. Sin embargo, la categorización más utilizada es la que está especificada en la normativa forestal vigente, donde se definen para Chile 12 Tipos Forestales (Tabla 4). Esta tipología, que tiene más de 3 décadas de existencia, es una simplificación práctica de la enorme diversidad de condiciones de los bosques naturales, y que ha permitido regular el uso de estos recursos, siendo además la base de clasificación para los sistemas de monitoreo forestal del país.

Las regiones con mayor superficie de bosques en Chile son las ubicadas en las zonas sur y austral, abarcando más del 80% de los bosques nativos del país. También poseen una mayor diversidad de tipos de bosques, destacando especialmente las regiones de Los Ríos y Los Lagos que poseen 9 de los 12 Tipos Forestales descritos.

Los Tipos Forestales más importantes son el Siempreverde y el Lenga, cada uno con un 25% de la superficie total de bosques nativos, y estando además presentes en 8 y 7 regiones respectivamente.

Como se aprecia en la Figura 2 , la distribución de los Tipos Forestales posee una gradiente de transición en que se van incorporando, mezclando, y retirando los diferentes tipos de bosque, a medida que se avanza desde una latitud a otra.

En el Norte Grande existe una superficie pequeña de formaciones naturales semi boscosas, principalmente de especies xerofíticas (adaptadas a climas áridos) como la Queñoa (*Polylepis*

tarapacana) y otras similares, las que están aisladas del resto de los bosques del país producto del Desierto de Atacama, y que suman una superficie de 54.451 hectáreas dispersas en pequeños bosquetes (Teillier, 1999). En particular, en la Región de Tarapacá se encuentra el área silvestre protegida Reserva Nacional Pampa del Tamarugal que posee 27.000 ha de plantaciones con especies del género *Prosopis*, iniciativa de forestación del Estado que ha prosperado en el desierto más árido del mundo desde hace varias décadas. Este recurso ha generado un oasis de diversidad biológica en la zona, y una fuente de productos madereros y no madereros para las comunidades aledañas, principalmente leña y forraje para el ganado. Gran parte de la extracción de estos bienes, se hace por medio de planes formales de manejo apoyados por la CONAF.

Al sur del Norte Chico comienzan a aparecer formaciones xerofíticas y esclerófilas (hojas duras con esclerénquima) de mayor dimensión, estas últimas dan el nombre al Tipo Forestal principal de estas zonas, y están dominadas por especies adaptadas al clima templado mediterráneo con períodos estivales prolongados. En mejores condiciones de disponibilidad hídrica y más al sur de esta zona, aparecen los bosques esclerófilos que en algunos sectores alcanzan importantes dimensiones y niveles de cobertura (Lubert y Pliscoff, 2006).

Es importante mencionar que los ecosistemas mediterráneos son los que presentan mayor biodiversidad en el país, y a la vez una fuerte alteración antrópica, esto último debido a la presión por cambio de uso de suelo principalmente hacia usos agrícolas y urbanos, por incendios, debido al sobrepastoreo, y por el uso insustentable de los bosques, matorrales y formaciones xerofíticas que han sido por décadas fuente de combustible y otros bienes primarios. Los usos que se hacen del recurso mayoritariamente ocurren en la informalidad, lo que genera procesos degradativos evidentes en el tiempo, y dificultades para dimensionar este fenómeno.

A pesar de existir un enorme potencial en estos ecosistemas para generar productos madereros y productos químicos no madereros de alto valor (ej. Saponinas de *Quillaja saponaria*; Boldinas de *Peumus boldus*) y servicios de conservación que permitirían un manejo sustentable, esto ocurre a muy pequeña escala debido al estado actual de degradación de los bosques, y a la poca inversión pública y privada destinada a la recuperación de este recurso, que es por lo demás, la última barrera natural contra la desertificación (Honeyman *et al*, 2009).

Siguiendo hacia la Zona Sur, el clima templado húmedo va dando paso a las formaciones forestales dominadas por especies caducifolias del género *Nothofagus*, donde los Tipos Forestales Roble-Hualo, y Roble-Raulí-Coihue, dominan el paisaje forestal con complejas transiciones ecotonales.

Estos tipos están en su mayoría en estado de renova, es decir, son bosques secundarios generados de forma posterior a procesos de sobreexplotación, incendios forestales, o recolonización de suelos abandonados por la agricultura. Otro fenómeno que afectó en la década de los ochenta a estos bosques fue el cambio de uso de suelo a plantaciones forestales (sustitución), especialmente en las regiones del Maule y Biobío (Donoso *et al*, 2014).

En general, los bosques dominados por *Nothofagus* son bosques densos, alcanzando grandes dimensiones en altura (más de 40 metros) y coberturas de copa mayores al 100%. Estas formaciones son en su mayoría coetáneas (edades similares) y tienden a formar bosques puros o de pocas especies dominantes, por tanto su manejo es relativamente más sencillo. Esto último deriva en que gran parte de las actividades silviculturales de manejo formal, se realiza en estos renovales, no obstante su uso comercial es marginal en comparación a la industria asociada a especies exóticas de rápido crecimiento.

En las zonas de mayor altitud de los bosques de la Zona Sur, domina el Tipo Forestal Lenga, conformando bosques de esta especie caduca también perteneciente al género *Nothofagus*, la que crece de forma achaparrada (hábito arbustivo) como adaptación a las complejas condiciones ambientales. A medida que aumenta la latitud, la Lenga comienza a bajar en altitud y adquiere dominancia en las formaciones australes llegando hasta el nivel del mar (Donoso, 2015).

Aparecen también en la Zona Sur, formaciones boscosas dominadas por coníferas milenarias como la *Araucaria Araucana* (Araucaria), el *Fitzroya cupressoides* (Alerce), y *Pilgerodendron uviferum* (Ciprés de la Guaitecas), especies que dan origen a tres Tipos Forestales de similares nombre. Tanto la Araucaria como el Alerce, están actualmente protegidas por ley, debido a la condición crítica de conservación en que se encontraban después de décadas de sobrexplotación, incentivada por la alta calidad y durabilidad de sus maderas (Donoso, 2015), siendo especies incluidas en el Apéndice I de la Convención Internacional Sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

Siguiendo hacia el sur, aparece el Tipo Forestal Siempreverde, uno de los 2 más importantes en superficie, y que es dominado por especies perennes de diferentes géneros y familias, conformando lo que se conoce como la Selva Valdiviana o Selva Lluviosa Fría, dada su alta biodiversidad y estratificación. Estos son bosques de gran tamaño, en general de alta densidad y cobertura, acumulando altos niveles de biomasa por hectárea.

Estos bosques son extensos, complejos y de gran variabilidad, razón por la cual se distinguen 5 subtipos, los bosques en suelos Ñadís, los bosques de Olivillo Costero, los bosques siempreverdes con intolerantes emergentes, los bosques siempreverdes de tolerantes, y los renovales de Canelo, todos ellos cubren grandes superficies en las regiones de Los Lagos y Aysén, especialmente en la zona costera de canales y archipiélagos (Donoso, 2015).

| Región | Tipo Forestal (ha) | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|------------------|----------------------|----------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------|-----------------|
| | Alerce | Ciprés de las Guaitecas | Araucaria | Ciprés de la Cordillera | Lenga | Coihue de Magallanes | Roble-Hualo | Roble-Raulí-Coihue | Coihue-Raulí-Tepa | Esclerófilo | Siempreverde | Palma Chilena | Sin clasificar* |
| Arica y Parinacota | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 47.151 |
| Tarapacá | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.300 | - | - | - |
| Antofagasta | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Atacama | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Coquimbo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 31.096 | 170 | - | - |
| Valparaíso | - | - | - | 49 | - | - | 1.224 | - | - | 475.194 | - | 7.648 | - |
| Metropolitana | - | - | - | 76 | - | - | 10.348 | - | - | 350.437 | - | 3.094 | - |
| O'Higgins | - | - | - | 2.901 | - | - | 33.187 | - | - | 418.878 | - | 4.343 | - |
| Maule | - | - | - | 8.893 | 8.692 | - | 161.973 | 153.432 | - | 50.977 | 747 | - | - |
| Biobío | - | - | 39.918 | 18.233 | 136.472 | - | 13.724 | 480.840 | 47.875 | 19.205 | 12.285 | - | - |
| La Araucanía | - | - | 199.460 | 13.560 | 108.655 | - | - | 470.860 | 120.421 | 636 | 50.562 | - | - |
| Los Ríos | 7.770 | 83 | 13.961 | - | 143.023 | 4.337 | - | 252.801 | 280.321 | 203 | 206.032 | - | - |
| Los Lagos | 208.360 | 43.088 | - | 19.163 | 509.898 | 126.502 | - | 244.655 | 393.084 | 499 | 1.282.188 | - | - |
| Aysén | - | 159.334 | - | - | 1.400.376 | 939.166 | - | - | - | - | 1.899.869 | - | - |
| Magallanes y La Antártida | - | 377.462 | - | - | 1.314.089 | 929.346 | - | - | - | - | 50.697 | - | - |
| TOTAL | 216.130 | 579.966 | 253.339 | 62.875 | 3.621.204 | 1.999.351 | 220.456 | 1.602.588 | 841.701 | 1.354.426 | 3.502.550 | 15.085 | 47.151 |

Tabla 4. Distribución regional de los Tipos Forestales Fuente: CONAF.

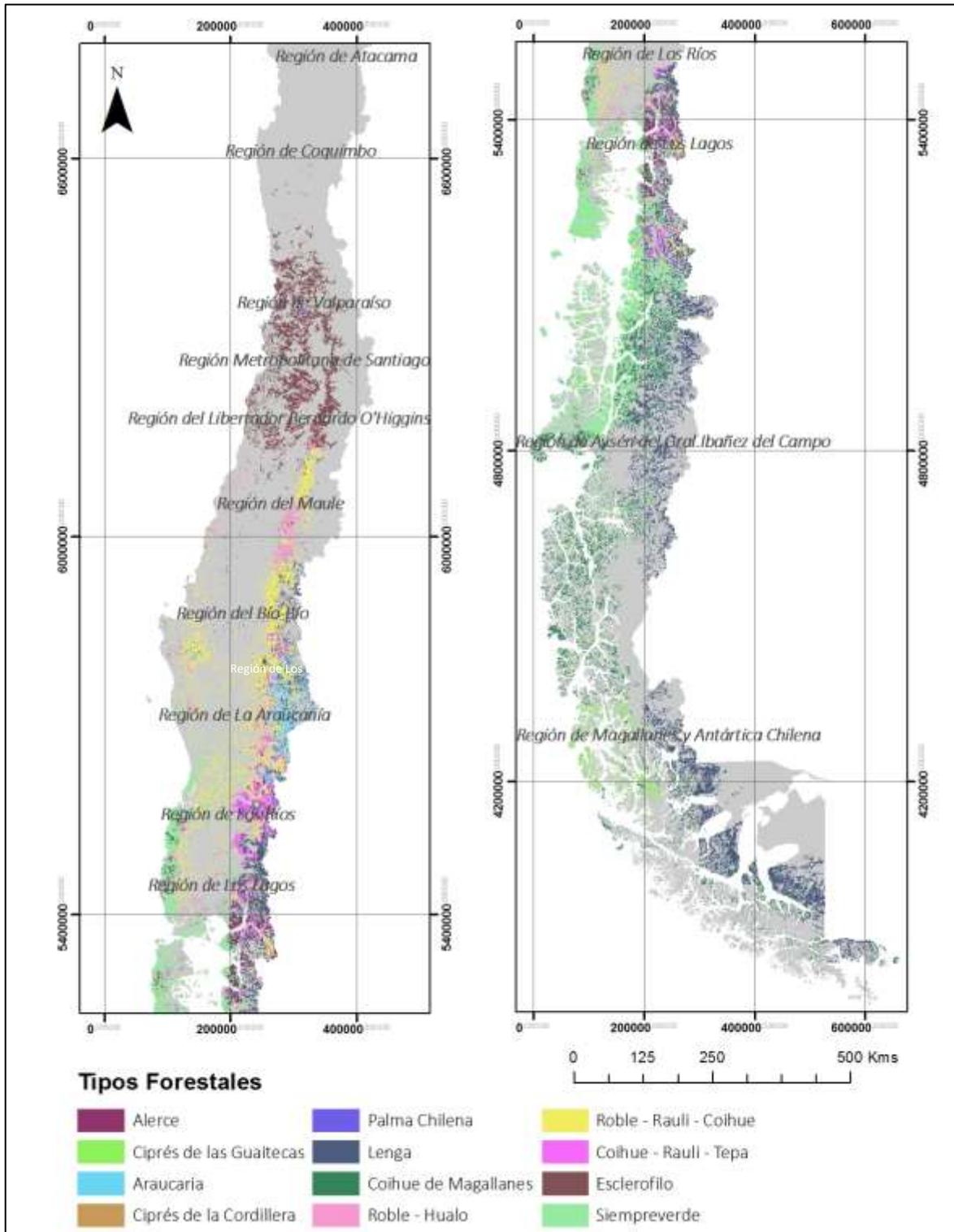


Figura 2. Mapa de distribución de los Tipos Forestales. Fuente: Elaboración propia

Las formaciones siempreverdes también presentan estados de alteración antrópica, procesos causados por la sobreexplotación, los incendios, el sobrepastoreo y el cambio de uso, existiendo también, aunque en menor medida, fenómenos de sustitución por plantaciones forestales y habilitaciones agrícolas y pecuarias.

A pesar de su complejidad, estos bosques igualmente son manejados para la extracción de productos madereros, principalmente leña, y no madereros, ocurriendo también una práctica frecuente de extracción selectiva de los individuos de mejor calidad y mayores dimensiones (denominada a nivel nacional como Floreo) destinados a la industria de la madera. Al igual que en los tipos anteriores, la informalidad de tales actividades es un problema relevante en el contexto del manejo y conservación del recurso (Donoso *et al*, 2014).

Por último, en la Zona Austral cobran importancia los Tipos Forestales Lengua (*Nothofagus pumilio*) y Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), ambos formando bosques puros o mezclas de ambas especies. Estos bosques también pueden alcanzar grandes dimensiones y altas coberturas, pero tienen menor biodiversidad que los tipos forestales presentes en la zona templada y mediterránea. Cubren grandes extensiones de un territorio donde la presión antrópica es significativamente menos intensa debido a la baja densidad poblacional. Sin embargo, grandes incendios que afectaron la zona el siglo pasado devastaron importantes superficies de estos bosques para dar paso a estancias ganaderas (Donoso, 2015).

El manejo de estos bosques, en especial los dominados por Lengua, generan actualmente el principal volumen de madera aserrada nativa de exportación del país, producto del valor en mercados extranjeros de las características estructurales y estéticas de esta madera¹⁴.

En síntesis, a pesar de que Chile posee un extenso y diverso recurso forestal nativo, su uso actual no representa un aporte significativo para el Producto Interno Bruto (PIB) (solo el 3% de las exportaciones forestales del país), y se desconoce a ciencia cierta cuál es la real dimensión de este uso y explotación, ya que existe una alta informalidad que podría superar el 80% según datos extraoficiales. En la actualidad son proveedores de servicios ambientales esencialmente, así como proveedores de biomasa para el uso dendroenergético de las comunidades y refugio para el ganado. Los dos últimos servicios de provisión más el fuego, han generado procesos degradativos en una importante superficie.

Este fenómeno ocurrido por décadas, ha terminado en una pérdida importante del valor ecológico y económico de dichos bosques, disminuyendo su capacidad para proveer bienes y servicios, entre ellos la captura y almacenamiento de carbono, y por lo tanto, generando una pérdida sustancial del capital natural del país con significativas emisiones de GEI asociadas. Este fenómeno además ha fomentado el abandono de los bosques, y en algunos casos, su deforestación y definitivo cambio a otros usos productivos de mayor rentabilidad privada, incrementando aún más las emisiones asociadas al mal uso del recurso (Donoso *et al*, 2014).

¹⁴ www.infor.cl

ii. Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)

El SNASPE posee bajo su administración una superficie de 14,5 millones de hectáreas, alta en relación a estándares internacionales, donde existe una representación de bosques nativos que se encuentran en estado formal de conservación y preservación así como humedales, salares y otras zonas de conservación no forestal (Parques y Reservas Nacionales) (Tabla 5 y Figura 4).

| Región | Número de SNASPE | Superficie (ha) |
|--------------------|------------------|-------------------|
| Arica Y Parinacota | 5 | 366.073 |
| Tarapacá | 3 | 384.011 |
| Antofagasta | 11 | 355.355 |
| Atacama | 3 | 143.555 |
| Coquimbo | 4 | 14.286 |
| Valparaíso | 5 | 21.913 |
| Metropolitana | 3 | 22.065 |
| O'Higgins | 1 | 38.299 |
| Maule | 9 | 17.532 |
| Biobío | 7 | 127.121 |
| Araucanía | 13 | 277.326 |
| Los Ríos | 2 | 32.161 |
| Los Lagos | 11 | 869.178 |
| Aysén | 21 | 5.070.583 |
| Magallanes | 10 | 6.921.275 |
| Total | 108 | 14.660.732 |

Tabla 5. Distribución regional SNASPE. Fuente: CONAF.

Por otra parte, existe en Chile una creciente conformación de Áreas Protegidas Privadas (APP), las que son creadas por diferentes motivaciones, que van desde el altruismo hasta el desarrollo del ecoturismo.

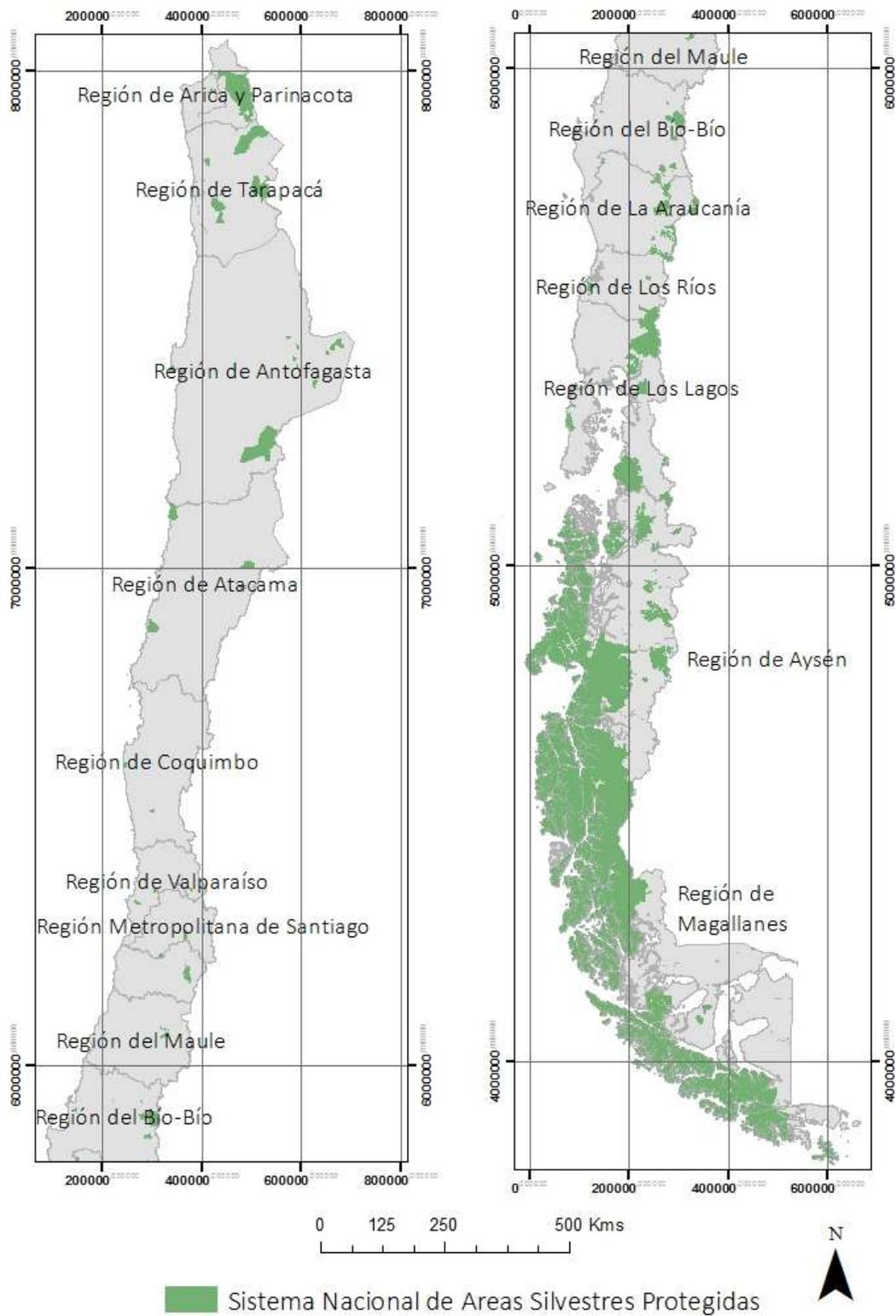


Figura 3. Mapa de distribución SNASPE. Fuente: Elaboración propia

iii. Plantaciones forestales

Los monocultivos forestales en Chile cubren una superficie cercana a los 3 millones de hectáreas, y se han concentrado en la Zona Central, principalmente en la cordillera de la costa y precordillera de las Regiones del Maule, el Biobío, y la Araucanía, donde se acumula el 80% de la superficie de plantaciones nacionales (Tabla 6).

Las dos principales especies que componen la masa de plantaciones forestales del país son el *Pinus radiata* (Pino insigne) y el *Eucalyptus globulus*, con un 60 y 23% de la superficie plantada respectivamente. Ambas especies son utilizadas en la industria de la pulpa de celulosa, del aserrío, tableros y manufactura, todos estos, los principales productos de exportación del sector forestal nacional, que a la vez representan el segundo poder exportador del país tras la minería de cobre¹⁵.

Existen otras plantaciones productivas de otras coníferas o eucaliptus en la zona sur, que en su conjunto suman cerca de un 10% de la superficie nacional.

En la zona semiárida, a través de un esfuerzo de más de 10 años del Estado, se realizaron plantaciones de 60.000 hectáreas con especies arbustivas del género *Atriplex*, cuyo objetivo era recuperar suelos degradados, y entregar una fuente de alimentación para la ganadería extensiva de la zona.

Existen también en Chile plantaciones compensatorias y experimentales, las cuales no están catastradas de forma oficial por lo tanto sus dimensiones y estado actual son desconocidas.

El gran patrimonio existente de plantaciones forestales productivas, fue el resultado de 40 años de una política de fomento público a establecer plantaciones forestales, lo que permitió el desarrollo de una importante industria, que como ya se mencionó tiene una participación relevante en las exportaciones nacionales¹⁶.

| | Arica Y Parinacota | Tarapacá | Antofagasta | Atacama | Coquimbo | Valparaíso | Metropolitana | O'Higgins |
|------------------------|--------------------|----------|-------------|---------|----------|------------|---------------|-----------|
| Superficie (ha) | - | 26.974,9 | 3.411,2 | - | 2.936,8 | 68.757,9 | 9.181,0 | 130.536,4 |
| Porcentaje | 0,0% | 0,9% | 0,1% | 0,0% | 0,1% | 2,3% | 0,3% | 4,3% |

| | Maule | Biobío | Araucanía | Los Ríos | Los Lagos | Aisén | Magallanes | Chile |
|------------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|--------------------|
| Superficie (ha) | 597.117,4 | 1.227.788,6 | 632.289,0 | 208.775,2 | 96.598,8 | 32.017,3 | 22,8 | 3.036.407,3 |
| Porcentaje | 19,7% | 40,4% | 20,8% | 6,9% | 3,2% | 1,1% | 0,0% | 100,0% |

Tabla 6. Distribución regional de las plantaciones forestales. Fuente: CONAF.

¹⁵ www.infor.cl

¹⁶ www.conaf.cl

3. DEFINICION DE BOSQUE Y CONCEPTOS REDD+¹⁷

a. Definición de Bosque

La definición de la Ley 20.283¹⁸, promulgada el año 2008, sobre recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal define **Bosque** como un *“sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 metros cuadrados, con un ancho mínimo de 40 metros, con cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25% en circunstancias más favorables”*.

La misma Ley 20.283 establece la siguiente definición de **Bosque Nativo**: *“bosque formado por especies autóctonas, provenientes de generación natural, regeneración natural, o plantación bajo dosel con las mismas especies existentes en el área de distribución original, que pueden tener presencia accidental de especies exóticas distribuidas al azar”*.

Esta ley, al igual que el Decreto de Ley 701, de 1974 y sus actualizaciones, no establecen ninguna definición para Plantaciones Forestales, no obstante, y basado en categorizaciones internacionales, es pertinente analizar lo establecido por FAO (2015)¹⁹, definiendo **Plantaciones Forestales o Bosques Plantados como**: *“bosques predominantemente compuestos de árboles establecidos por plantación y/o siembra de forma deliberada”*, teniendo en cuenta que: *“1) Predominantemente, significa que los árboles plantados o sembrados se espera que constituyan más del 50% de la masa en su etapa madura; 2) Incluye el rebrote de árboles que fueron originalmente plantados o sembrados; 3) Incluye las plantaciones de caucho, alcornoque y árboles de Navidad 4) Excluye los árboles de especies introducidas regenerados de manera natural”*.

En el mismo documento, se describe como **Plantaciones Forestales Exóticas**, *“aquellas Plantaciones Forestales compuestas en su etapa de desarrollo adulta en más de un 50% por especies exóticas”*.

La combinación de las definiciones expuestas se puede homologar a la realidad nacional, incluyendo plantaciones con especies nativas y/o exóticas, las que se clasifican en una subuso

¹⁷ La definición de Bosque y actividades REDD+ fue determinada por medio de una iniciativa de CONAF en conjunto con expertos nacionales e internacionales que hicieron aportes y comentarios de forma continua a la propuesta original y todas sus versiones posteriores. Las definiciones fueron sometidas a discusión y validación en el “Segundo Taller Internacional para la elaboración de Niveles de Referencia de Carbono Forestal – Niveles de Referencia Forestal y Análisis de MRV, contexto Chileno” donde se realizaron las últimas modificaciones y se acordaron las definiciones finales. Este taller contó con la presencia de miembros de la UCCSA y el Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales de CONAF, investigadores del INFOR, académicos de la Universidad Austral de Chile y de la Universidad Mayor, expertos de Banco Mundial y Winrock Internacional y el equipo de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) de México que lideró la construcción de sus respectivos NREF/NRF consignados a la CMNUCC el año 2015.

¹⁸ http://www.conaf.cl/cms/editorweb/transparencia/potestades/Ley-20283_bn.pdf

¹⁹ <http://www.fao.org/docrep/017/ap862e/ap862e00.pdf>

denominada Plantaciones Forestales según la nomenclatura del Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, en adelante el Catastro.

En la actualidad prácticamente la totalidad de las Plantaciones Forestales en Chile son de carácter industrial, monoespecíficas y compuestas por especies exóticas, existiendo una escasa superficie de Plantaciones Forestales compuestas por especies Nativas²⁰. Dentro de estos casos destaca las cerca de 30.000 hectáreas de plantaciones de la especie nativa tamarugo, presentes en las Regiones de Tarapacá y Antofagasta²¹.

En este sentido, de forma práctica se considerará, en base a los datos disponibles a la fecha (período histórico de referencia), el total de Plantaciones Forestales registradas hasta la última actualización de Catastro como un conjunto uniforme, ya que las plantaciones monoespecíficas con especies exóticas y con un objetivo productivo-maderero representan prácticamente la totalidad de la realidad nacional.

No obstante se deja constancia de la intención de estratificación de las plantaciones con la finalidad de identificar fehacientemente en próximos hitos de monitoreo, las Plantaciones Forestales Nativas y aquellas con objetivos y procesos orientados hacia la mitigación y adaptación al cambio climático, lucha contra la desertificación y conservación de la diversidad biológica con el objetivo de cuantificar sus aportes a la captura de carbono con su respectiva representación espacial de cara a futuras intervenciones, basadas en las potenciales opciones estratégicas de la ENCCRV, que pueden incluir el establecimiento y aumento significativo de la superficie y número de las mismas, más aún cuando una de las metas planteadas por Chile en su INDC es referente a la forestación de 100.000 hectáreas, lo que se llevará a cabo principalmente con especies nativas, según se validó en el proceso de consulta pública a la cual fue sometido, y bajo la aprobación del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático.

Bajo el contexto de REDD+, que rige el NREF/NRF de Bosque Nativo de Chile, se considerará como bosque aquellas tierras definidas como Bosque Nativo en la legislación vigente de Chile.

Consideraciones:

1. Desde el punto de vista operativo, se considerará como bosque aquellas tierras definidas por el Catastro como Bosque Nativo y Bosque Mixto.

²⁰ Según el Informe de Inventario Continuo del INFOR (2014) en Chile existían en 2013 2.447.591 hectáreas de Plantaciones Forestales, de las cuales 60.772, el 2,5% se corresponden a la especie *Atriplex*, principalmente de la especie exótica *Atriplex nummularia*, la cual a pesar de tratarse de un arbusto forrajero, fue bonifica como plantación forestal y se localizan en su totalidad en la Región de Coquimbo; 2.319.799 hectáreas, lo que representa el 94,7% se corresponden con plantaciones de *Pinus ponderosa*, *Pinus radiata*, *Eucaliptus globulus*, *Eucaliptus nitens* y *Psedotsuga menziesii*, todas ellas especies exóticas. El 2,7% restante se corresponde con Otras especies, donde cabe incluir especies tanto exóticas como nativas. Fuente: INFOR. [http://mapaforestal.infor.cl/phocadownload/Informe Inventario Continuo 2014.pdf](http://mapaforestal.infor.cl/phocadownload/Informe%20Inventario%20Continuo%202014.pdf)

²¹ Es importante mencionar que el Inventario Continuo del INFOR no recopila datos de las regiones ubicadas al Norte de la Región de Coquimbo, así como debido a las diferencias metodológicas y de temporalidad de la información existe un desfase entre los datos de esta fuente y los datos de Catastro. Esta información procede del Monitoreo y actualización de Catastro del año 2015 de las Región de Antofagasta. Fuente: CONAF.

2. Como criterio homogeneizador, se considerará como bosque aquellas tierras definidas por el Catastro, como Matorral Arborescente para las Actualizaciones de Catastros de la Ecoregión Mediterránea (Regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador Bernardo O'Higgins) previas a 2013, y de las Actualizaciones de las Ecoregiones ubicadas hacia el sur previas a 2015²².
3. Dada la finalidad ambiental que se espera promover con la implementación de la ENCCRV, no se contabilizará en el Nivel de Referencia el flujo de CO₂ que se produzca en aquella superficie considerada por el Catastro como Uso Plantación, lo que se asocia a plantaciones forestales de especies exóticas industriales con un objetivo productivo-maderero.
4. Para cumplir con el concepto de completitud el flujo de CO₂ en las plantaciones se seguirá reportando como parte del INGEI.
5. Las nuevas plantaciones se integrarán en la contabilidad en el futuro sólo si se trata de plantaciones destinadas a una cobertura permanente de forma coherente con la meta planteada en este ámbito en el INDC.

La definición aplicada en el NREF/NRF del Bosque Nativo de Chile varía con respecto a la definición aplicada en el INGEI para Tierras Forestales donde se integran tanto el Bosque Nativo como las Plantaciones Forestales, lo cual y basado en la descripción redactada anteriormente fue tomado en consideración para respetar las salvaguardas REDD+ acordadas en la CoP16 de Cancún²³, descritas en el Apéndice I, específicamente en los puntos 2.e²⁴ y 2.a²⁵, para lo cual se hace fundamental regirse por el objetivo de la ENCCRV, el cual busca apoyar la recuperación y protección del bosque nativo y formaciones xerofíticas, así como potenciar el establecimiento de formaciones vegetacionales en suelos factibles de ser plantados como medidas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, y lucha contra la desertificación. Lo anterior se plantea lograr mediante el diseño e implementación de un mecanismo estatal que facilite el acceso de las comunidades y propietarios de bosques, formaciones xerofíticas y suelos factibles de ser plantados, a los beneficios asociados a los servicios ambientales de estos ecosistemas, satisfaciendo además los compromisos internacionales que ha asumido Chile en materia de cambio climático y lucha contra la desertificación.

²² A partir del año 2015 las actualizaciones de Catastro registran como bosque nativo áreas cuyas características hacían que en las actualizaciones previas fueran registradas como matorral arborescente. En las regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador Bernardo O'Higgins, este cambio fue integrado desde la actualización de 2013.

²³ <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/spa/07a01s.pdf>

²⁴ "La compatibilidad de las medidas con la conservación de los bosques naturales y la diversidad biológica, velando por que las que se indican en el párrafo 70 de la presente decisión no se utilicen para la conversión de bosques naturales, sino que sirvan, en cambio, para incentivar la protección y la conservación de esos bosques y los servicios derivados de sus ecosistemas y para potenciar otros beneficios sociales y ambientales."

²⁵ "La complementariedad o compatibilidad de las medidas con los objetivos de los programas forestales nacionales y de las convenciones y los acuerdos internacionales sobre la materia"

Así mismo, y como se desprende de los resultados de los “Talleres de Formulación y Participación de la ENCCRV”, existe un planteamiento generalizado entre los diferentes actores del territorio hacia el fomento y promoción para incrementar las superficies de bosque nativo manejado de forma sustentable, así como la superficie cubierta por éste recurso, por sobre las plantaciones exóticas industriales, pues se asume que estas son regidas por empresas que obtienen rentabilidad de forma autónoma.

b. Actividades REDD+

El NREF/NRF de Chile describe las emisiones y absorciones producidas en los Bosques Nativos Templados durante el periodo de referencia para las actividades de Deforestación, Degradación, Conservación Forestal y Aumento de Existencias de Carbono basado en los conceptos que se muestran en la Figura 4 y son descritos a continuación.

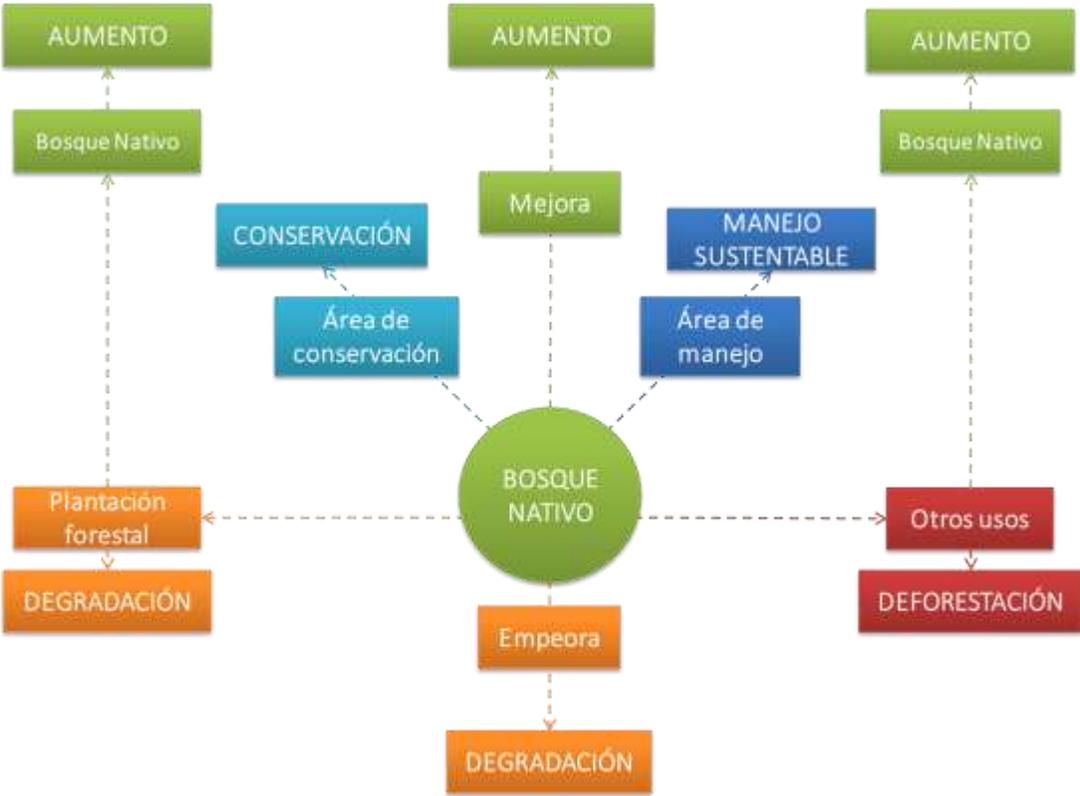


Figura 4. Conceptos de actividades REDD+.

Como se explica más adelante el NREF/NRF para la actividad de Manejo Sustentable de Bosques no ha podido ser calculado debido a que en la actualidad no se cuenta con datos oficiales que permitan delimitar espacialmente la superficie sujeta a dicha condición, no obstante se está diseñando un programa ad hoc para que en el futuro si pueda ser integrada esta actividad.

i. Deforestación

Transformación de áreas de bosque, en otro uso de suelo de forma permanente o donde no se tenga certeza de cómo y cuándo ocurriría la restitución del bosque.

Consideraciones:

1. No se considerará Deforestación el cambio de uso de suelo de bosque (según la definición expuesta anteriormente) a plantación. Este cambio de uso de suelo se reportará bajo la actividad de Degradación, permitiendo mantener la consistencia con el INGEI.
2. Basado en los criterios de Catastro no se considerará como deforestación todo cambio de Uso de suelo de Bosque a Subuso Matorral Arborescente²⁶, ya que se considerará como Degradación forestal.
3. No se considerará como deforestación las áreas desprovistas temporalmente de stock o donde se han extraído árboles, siempre y cuando esté planificada, reportada y documentada una actividad regenerativa natural o asistida.

ii. Degradación

Toda aquella reducción del contenido de Carbono de un bosque, inducida por el hombre con una intensidad que recomienda el cese de la actividad silvícola regular, y se requiera una inversión adicional para su permanencia y resiliencia, pero que no provoca un cambio de uso de suelo.

Consideraciones:

1. No se considerará en el NREF/NRF de degradación las emisiones producidas en bosques que permanecen bosques sujetos a procesos formales de manejo sustentable o conservación, pues se contabilizan en otras de las 5 actividades definidas formalmente por la CMNUCC para REDD+ según lo dispuesto en el presente documento.
2. Se considerará como degradación todo cambio de uso de suelo de Bosque a Plantación Forestal.
3. Se considerará como degradación todo cambio de subuso definida por Catastro como uso de suelo de Bosque Nativo a Matorral Arborescente.

²⁶ A partir de las actualizaciones de Catastro de 2013 en la Ecoregión Mediterránea y 2015 en el resto de Ecoregiones, el Uso Bosque Nativo, integrará aquellos lugares calificados previamente como Matorral Arborescente.

iii. Aumento de Existencias

Incremento en stocks de carbono forestal en áreas sujetas a un cambio de uso de suelo de no bosque a bosque, e incremento de stock de carbono forestal en los bosques que permanecen bosques.

Consideraciones:

1. No se considerarán en la actividad Aumento de Existencias, aquellos producidos en bosques que permanecen bosques sujetos a procesos formales de manejo sustentable o conservación, pues se contabilizan en otras de las 5 actividades definidas formalmente por la CMNUCC para REDD+ según lo dispuesto en el presente documento.
2. No se considerará como Aumento de Existencias todo incremento producido en áreas transformadas de Bosque a Plantación Forestal, pues se considera en la definición de degradación según lo expuesto precedentemente.
3. Se considerará como Aumento de Existencias todo cambio de uso de Plantación Forestal a Bosque Nativo independiente que se tenga un contenido temporal o permanente menor de carbono, ya que desde una visión más holística, se considera que el bosque nativo aumenta la provisión de otros servicios ecosistémicos en comparación a las plantaciones. Adicionalmente, las emisiones procedentes de la sustitución de las plantaciones no serán contabilizadas como reconocimiento de los beneficios no relacionados con el Carbono y que son parte integral de la ENCCRV. Igualmente se asume que la sustitución de plantaciones por bosque nativo se realizará en el momento del ciclo productivo más próximo a la cosecha planificada según la edad de rotación de la especie empleado bajo criterios productivos-madereros.

iv. Manejo Sustentable

Flujo de stock de carbono en áreas de Bosque sujeto a procesos formales de manejo.

Consideraciones:

1. Se consideran como procesos formales de manejo aquellas actividades que se realizan bajo los siguientes mecanismos:
 - a. Plan de Manejo Forestal de Bosque Nativo (incluyendo aquellos estructurados por Tipos Forestales específicos).
 - b. Plan de Manejo de Ordenación de Bosque Nativo.
 - c. Plan de Manejo Forestal para Pequeñas Superficies.

2. A futuro deberán incluirse nuevos mecanismos institucionales que se desarrollen y estipulen legalmente como herramientas para la sustentabilidad forestal, prestando especial atención a las que se desarrollen dentro de la Estrategia de Sustentabilidad del Bosque Nativo²⁷, la ENCCRV y otras que surjan en el futuro.
3. Dentro los mecanismos de ordenación considerados como Manejo Sustentable se incluyen aquellos orientados hacia la Restauración Forestal.

En la actualidad no es posible localizar y delimitar espacialmente, mediante cartografía oficial del país, las áreas de bosque nativo sujetas a manejo forestal mediante los procesos formales estipulados en el punto 1. La ENCCRV pretende desarrollar las herramientas y capacidades que permitan localizar y delimitar estas superficies para su identificación y seguimiento en el futuro y próximos hitos de monitoreo forestal. En el intertanto, las variaciones de stock por manejo están integradas en los Niveles de Referencia de Degradación y Aumento de existencia según corresponda. Una vez que se cuente con la información espacial oficial se procederá a la actualización del Nivel de Referencia de Manejo Forestal.

v. Conservación

Flujo de stock en áreas de Bosque Nativo sujeto a procesos formales de conservación.

Consideraciones:

1. Para la aplicación práctica y bajo la condicionante de la información disponible se considerarán como Bosque Nativo sujeto a procesos formales de conservación aquellos identificados por Tipos Forestales con presencia de especies en estado de conservación (Palma Chilena, Alerce y Araucaria), además de las superficies forestales que forman parte del SNASPE y aquellas registradas como Áreas Protegidas de Propiedad Privada de carácter de Conservación Forestal (APP).
2. Se deja abierta la posibilidad de integrar aquellas áreas que se formalicen como Bosque Nativo sujeto a procesos formales de conservación mediante declaración de bosque nativo de preservación y aplicación de plan de manejo de Preservación u otras herramientas actuales o futuras diseñadas de forma oficial (legal).

²⁷ La Estrategia de Sustentabilidad del Bosque Nativo, en desarrollo por CONAF bajo mandato del Director Ejecutivo pretende la generación de nuevas herramientas que fomenten el manejo sostenible del Bosque Nativo.

vi. Resumen

La Figura 5 discrimina las diferentes posibilidades de cambio en los bosques que determinan la actividad REED+ asociada según las definiciones explicadas en los párrafos anteriores.

Debe recordarse que la mejora o empeoramiento de la condición inicial de un bosque será medida utilizando técnicas de teledetección en combinación con información del Inventario Forestal Nacional y apoyada por el Catastro, por lo que la representación estructurada de las actividades de Degradación y Aumento de Existencias para los bosques que permanecen como bosques no puede ser descrita de forma gráfica en esta tabla.

También es importante mencionar que para las actividades de Conservación y Manejo Sustentable (esta última en el momento en que la información esté disponible) se medirán los flujos de carbono totales, es decir las emisiones y absorciones en el periodo de estudio. Este flujo será estimado mediante el mismo método que permite identificar la mejora o empeoramiento de la condición inicial de los bosques nativos.

En este NREF/NRF no es posible aplicar la misma metodología para estimar las variaciones en las áreas de Matorral Arborescente, ya que estas no están identificadas con Tipos Forestales, necesarios para la aplicación de algoritmos específicos y no se cuenta con parcelas del Inventario Forestal Nacional en este subuso de uso de suelo.

| | | | | |
|--|---|--|--|---|
| BOSQUE NATIVO TRANSFORMADO A PLANTACIÓN | BOSQUE NATIVO QUE EMPEORA SU CONDICIÓN INICIAL | BOSQUE NATIVO QUE MEJORA SU CONDICIÓN INICIAL | OTRO USO DE SUELO TRANSFORMADO A BOSQUE NATIVO | BOSQUE NATIVO QUE MANTIENE SU CONDICIÓN |
| BOSQUE NATIVO TRANSFORMADO A MATORRAL ARBORESCENTE | MATORRAL ARBORESCENTE TRANSFORMADO A PLANTACIÓN | MATORRAL ARBORESCENTE TRANSFORMADO A BOSQUE NATIVO | BOSQUE NATIVO EN ÁREA DE CONSERVACIÓN | BOSQUE NATIVO EN ÁREA DE MANEJO |
| BOSQUE NATIVO TRANSFORMADO A OTRO USO DEL SUELO | MATORRAL ARBORESCENTE TRANSFORMADO A OTRO USO DEL SUELO | OTRO USO DE SUELO TRANSFORMADO A MATORRAL ARBORESCENTE | MATORRAL ARBORESCENTE EN ÁREA DE CONSERVACIÓN | MATORRAL ARBORESCENTE EN ÁREA DE MANEJO |
| DEFORESTACIÓN | DEGRADACIÓN | AUMENTO DE EXISTENCIAS | CONSERVACIÓN | MANEJO SUSTENTABLE |

Figura 5. Gráfico descriptivo de actividades REDD+.

4. VINULACIÓN NREF/NRF subnacional E INGEI

El NREF/NRF del bosque nativo de Chile presentado en este documento mantiene un alto nivel de congruencia con el INGEI de Chile. Sin embargo es importante tener en cuenta las diferencias intrínsecas que existen entre un nivel de referencia y un inventario GEI.

Cabe destacar que la institución responsable del sector AFOLU para el INGEI de Chile es el Ministerio de Agricultura y que los responsables del cálculo específico del sector UTCUTS son CONAF e INFOR, ambas instituciones con responsabilidades en la elaboración del NREF/NRF del bosque nativo de Chile. Las variaciones presentadas en el NREF/NRF son mejoras derivadas de la mayor disponibilidad de datos y el uso de métodos más precisos que serán integrados en el informe bienal de actualización del INGEI de 2018²⁸.

A continuación se detallan por actividad los puntos de consistencia y las variaciones existentes entre el INGEI y el NREF/NRF. Debe tenerse en cuenta que la actividad de Degradación y parte del Aumento de existencias estaría integrado como el cálculo de emisiones y absorciones producidas en el bosque que permanece como tal en el INGEI y por su parte la actividad de Deforestación y la parte restante de Aumento de existencias estaría vinculado al cambio de usos de suelo de Tierras Forestales a Otros Uso y de Otros Usos a Tierras Forestales respectivamente. Para la actividad de Conservación de existencias se utilizan los mismos criterios y datos que en las actividades anteriores por lo que no se incluye un apartado específico.

a. Deforestación

Para el cálculo de Datos de Actividad se utilizan las mismas fuentes de información, el Catastro, que en el INGEI.

En cuanto a los Factores de Emisión:

- Se utilizaron los mismos datos que en el INGEI para determinar las existencias de carbono forestal antes de la deforestación.
- Se considera que las existencias de carbono después de la deforestación son “0” para el NREF, ya que dejan de ser Tierras Forestales. Sin embargo el INGEI utiliza valores por

²⁸ Debido a la complejidad de las metodologías y la poca disponibilidad de tiempo las mejoras integradas en el NREF/NRF del bosque nativo de Chile no han podido ser integradas en el Informe Bienal de Actualización 2016 del INGEI de Chile, cuya elaboración técnica ha sido elaborada durante el año 2015.

defecto del IPCC para reportar este parámetro lo cual es lógico ya que debe representar el flujo total de CO₂ del país.

- En cuanto a la estimación de Cambios de existencias de carbono aparte del evento de deforestación, tanto en el INGEI como en el NREF se considera que las pérdidas debidas a la cosecha de madera, extracción de leña, y disturbios es cero en áreas de deforestación.

b. Degradación

Para contabilizar la degradación forestal el INGEI utiliza un método ganancia-pérdida en base a la Ecuación 2.7 del IPCC (2006), sin embargo el NREF/NRF utiliza el método de diferencia de existencias basado en la Ecuación 2.8 del IPCC (2006).

El INGEI utiliza datos tabulares procedentes de INFOR para remociones de bosque, y estadísticas de INFOR y MINENERGIA para la leña, y tablas de la superficie de incendios de bosque nativo y de plantaciones forestales de CONAF para disturbios.

Los datos sobre extracción de leña son de alta complejidad, ya que la mayor parte de las extracciones se realizan informalmente lo que hace de alta dificultad estimar la precisión y fiabilidad de esta información. Debido a esto, para la contabilización del nivel de referencia de degradación, se utiliza una metodología diferente, descrita en el Anexo: Protocolo metodológico.

Esta metodología no contabiliza las tres sub-actividades de forma separada, sino que contabiliza las existencias de carbono en puntos de tiempo diferentes.

Para los GEI no CO₂ producto de la combustión por incendios forestales, se utiliza la misma contabilización del INGEI de Chile.

c. Aumento de existencias

Para el incremento debido al crecimiento del bosque, el INGEI utiliza la Ecuación 2.9 del IPCC 2006 para cálculo Nivel 2-3. Sin embargo, el INGEI sólo la utiliza para las tierras convertidas a bosque en el año de conversión. Después, estas tierras pasan a la categoría de tierras en transición, donde se contabilizan sus aumentos.

En el NRF de Aumento de existencias sigue contabilizando las absorciones que vienen de las áreas que se convierten en bosque durante el período de referencia para todo el periodo.

Por ejemplo, un área que se convierte en bosque en el primer año del período de referencia sigue aumentando su existencia de carbono en el segundo, tercero, y los demás años del período de referencia. Los aumentos en el segundo año que vienen de las áreas sembradas/restauradas en el primer año se contabilizan en el segundo año, junto con los aumentos de las áreas

sembradas/restauradas en el segundo año. En esta manera, los aumentos siguen acumulándose, siempre contabilizados bajo la actividad de aumentos de existencias.

En el INGEI, la estimación de los datos de actividad de aumento de áreas no bosque que se convierten a bosque y de bosque que permanece como tal proceden del Catastro de igual forma que para el NRF de Aumento.

Los valores de incremento anual neto promedio, utilizados como Factor de Absorción son los mismos que se utilizan en el INGEI, basados en datos de INFOR. Hay valores para los siguientes tipos forestales: Alerce, Ciprés de las Guaitecas, Araucaria, Ciprés de la Cordillera, Lenga, Coihue de Magallanes, Roble Hualo, Roble-Raulí-Coihue, Coihue-Raulí-Tepa, Esclerófilo, y Siempreverde.

De igual forma los valores utilizados para el cálculo del factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión del incremento anual neto en volumen (incluyendo corteza) a crecimiento de biomasa aérea para un tipo forestal, se utilizan el factor de expansión de biomasa y el valor de densidad básica de la madera, procedentes del INGEI.

5. FUENTES DE INFORMACIÓN

a. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Chile

Para el cumplimiento de los compromisos de reporte por parte de Chile, desde 2012, la Oficina de Cambio Climático del MMA (OCC) diseñó, implementó y coordina el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), el cual administra las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidos para la actualización bienal del INGEI, garantizando de esta forma la sostenibilidad de la preparación de los inventarios de GEI en el país, la coherencia de los flujos de GEI notificados y la calidad de los resultados.

La estructura del SNICHILE (Figura 1) consiste en una orgánica descentralizada, donde el INGEI es el resultado del esfuerzo colectivo y permanente de diversos servicios públicos que conforman el equipo nacional de inventarios de GEI, entre ellos, los ministerios de Agricultura, Energía y Medio Ambiente. Además, expertos nacionales (internos) e internacionales (externos) colaboran transversalmente aportando su experticia en las temáticas relacionadas al INGEI.

El INGEI Chile es parte del Primer Informe Bienal de Actualización de Chile²⁹ y del Primer Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero³⁰, presentados ante la CMNUCC el 10 de diciembre de 2014 y el 5 de febrero de 2015, respectivamente.

El INGEI Chile fue elaborado siguiendo las Directrices del IPCC de 2006 para los INGEI³¹, abarcó todo el territorio nacional (territorio continental, insular y antártico) e incluyó emisiones de CO₂, CH₄, N₂O, HFC y PFC, y absorciones de CO₂, en una serie de tiempo completa desde 1990 a 2010.

El proceso de elaboración del INGEI de Chile, durante el 2013 y 2014, es el resultado de la compilación de los inventarios de GEI de los sectores de Energía, Procesos Industriales, Uso de Disolventes y otros Productos (UDOP), Agricultura, Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), y Residuos (Figura 1).

El Sector UTCUTS fue elaborado por el MINAGRI, donde ODEPA coordinó el trabajo de la CONAF para la temática relacionada con cambio de uso de la tierra y del INFOR para los temas sobre tierras forestales. Los principales datos usados provienen del Sistema de Monitoreo de cambios del uso del suelo y vegetación y del Inventario Forestal Continuo. En su gran mayoría las emisiones y absorciones fueron estimadas con factores de emisión país específico, mientras que para los otros usos de la tierra se usaron factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC. Los resultados están segregados a nivel regional, de modo de representar de mejor forma las distintas condiciones ambientales del país.

²⁹ http://www.snichile.cl/sites/default/files/documentos/2014_1iba_chile_espanol.pdf

³⁰ http://www.snichile.cl/sites/default/files/documentos/2014_iin_cl.pdf

³¹ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

Los datos de actividad y los factores de emisión implícitos usados en el INGEI de Chile pueden ser descargados desde la Base de datos INGEI de Chile³².

El Sector UTCUTS es el único sector que reporta absorciones de CO₂ en el país. En 2010, el balance de GEI contabilizó una absorción de -49.877,4 GgCO₂e. Durante toda la serie temporal, el balance de GEI ha sido favorable a la absorción de GEI aunque ha decrecido en un 1.9% desde 1990 (Figura 6).

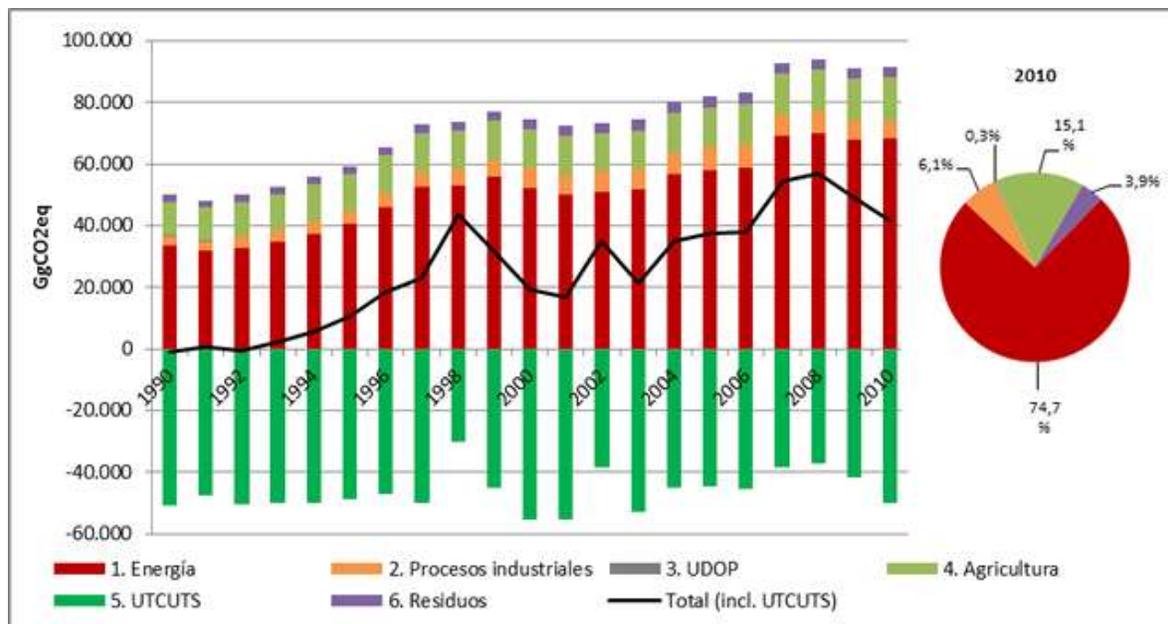


Figura 6. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por sector, Serie 1990-2010. Fuente: SNICHILE.

b. Sistema de Monitoreo de cambios del uso del suelo y vegetación basado en el Catastro del Bosque Nativo

El Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile, a partir ahora Catastro, iniciado en el año 1993, tuvo como objetivo principal la elaboración de un Catastro Nacional de usos de la tierra y de las formaciones vegetales, especialmente aquellas relacionadas al bosque nativo, las plantaciones forestales y los matorrales, constituyendo la línea base de información cartográfica vegetal de Chile.

³² <http://www.snichile.cl/documento/base-datos-ingei-chile>

La información proporcionada por el Catastro es periódicamente actualizada por el Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales de CONAF, a través de proyectos de continuidad de alcance regional, cuyos objetivos específicos son:

- **Monitorear** los cambios y análisis de los procesos que afectan a los distintos usos del suelo o de la tierra, con énfasis en la vegetación.
- **Cartografiar** y caracterizar los bosques incluidas el uso del suelo asociado a plantaciones forestales, otras formaciones vegetales naturales y el uso del suelo en general (ciudades, terrenos de uso agrícola, cuerpos de agua, nieves, glaciares, humedales, desiertos).
- **Disponer** la base de datos digital georreferenciada en un sistema de uso público, para la gestión y toma de decisiones.

El Artículo 4 de la Ley N°20.283 Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal refuerza el Sistema de Monitoreo estableciendo que "la Corporación (CONAF) mantendrá un Catastro forestal de carácter permanente, en el que deberá identificar y establecer, a lo menos cartográficamente, los tipos forestales existentes en cada región del país, su estado y aquellas áreas donde existan ecosistemas con presencia de bosques nativos de interés especial para la conservación o preservación, según los criterios que se establezcan en el reglamento de esta ley..." y "...que deberá ser actualizado a lo menos cada diez años y su información tendrá carácter público".

La publicación oficial de los resultados de Catastro de año base se realizó en Septiembre de 1997, iniciándose desde 1998 los procesos de monitoreo y actualización (Tabla 7). El acceso a mejor tecnología permitió a través del tiempo converger hacia una metodología que hizo posible corregir defectos o errores propios del instrumental con que se trabajó en la fase de Catastro, principalmente, la falta de exactitud en la localización de los límites de los polígonos de uso interpretados inicialmente.

La metodología empleada para realizar la clasificación del uso de la tierra y de las distintas formaciones vegetales, se denomina Carta de Ocupación de Tierras, COT, metodología desarrollada por el Centro de Estudios Fitosociológicos y Ecológicos Louis Emberger (CEPE de Montpellier) y adaptada por Etienne y Prado en 1982.

Esta metodología describe la vegetación a través de Formación vegetal o forma de vida, estructura, cobertura y altura, especies dominantes. En tanto el uso del suelo, corresponde al uso del suelo que está siendo ocupado por eventos antrópicos o naturales al momento de la detección con sensores remotos y/o terreno: cuerpos de agua, humedales, nieves, áreas urbanas, terrenos agrícolas, terrenos desprovistos de vegetación. Esta descripción es objetiva, no describe si la vegetación o el bosque tiene una determinada cualidad (por ejemplo: degradado o bosque maderero o de protección).

El Catastro describe 9 Usos y 20 Subusos y dentro de éste otras desagregaciones por altura, cobertura y estructura.

Los procesos de monitoreo y actualización (Tabla 7) llevados a cabo desde el año 1998, han permitido conocer los tipos de cambio ocurridos en los distintos usos y subusos de la tierra, la dirección de estos cambios y la identificación en forma primaria de las causas que los explican.

| | Año Base | Primera Actualización | Segunda Actualización | Tercera Actualización |
|--------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Arica y Parinacota | 1997 | 2014 | | |
| Tarapacá | | 2015 ³⁴ | | |
| Antofagasta | | 2009 ³³ | | |
| Atacama | | 2008 ³³ | | |
| Coquimbo | | 2003 | 2008 ³³ | 2015 ³⁴ |
| Valparaíso | | 2001 | 2013 | |
| Metropolitana | | 2001 | 2013 | |
| O'Higgins | | 2001 | 2005 | 2013 |
| Maule | | 1999 | 2009 | 2015 ³⁴ |
| Biobío | | 1998 | 2008 | 2015 ³⁴ |
| La Araucanía | | 2007 | 2014 | |
| Los Ríos | | 1998 | 2006 | 2014 |
| Los Lagos | | 1998 | 2006 | 2013 |
| Aysén | | 2010-2011 | | |
| Magallanes | | 2005 | | |

Tabla 7. Año de publicación de catastros y actualizaciones por Región.

Con el fin de la definición del NREF/NRF del Bosque Nativo han sido utilizadas las actualizaciones de Catastro de las regiones del área subnacional que han podido ser ajustadas y rectificadas (Tabla 8), permitiendo homogeneizar la información y obtener datos precisos de cambio de uso de suelo. El carácter público que debe tener la información del Catastro, según la Ley 20.283 (art. 4) se plasma en el SIT-CONAF³⁵ mediante un servidor de mapas web para consulta del Catastro y sus posteriores procesos de Monitoreo y Actualización. El SIT-CONAF cuenta con alrededor de 1400 usuarios registrados, ha recibido más de 2.000 visitas el año 2015, y la consulta más recurrente está en relación a la superficie y distribución espacial de las especies nativas de Chile.

³³ Actualización desarrollada sólo a nivel de Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad.

³⁴ Actualización en ejecución.

³⁵ <http://sit.conaf.cl/> En el Anexo: *Protocolo de Acceso a SIT CONAF*, se incluye “Manual de Usuario” y “Manual de otras funcionalidades de la Plataforma”.

| Región y año de Catastro/Actualización utilizado | | |
|--|------|------|
| Maule | 1999 | 2009 |
| Biobío | 1998 | 2008 |
| La Araucanía | 2007 | 2013 |
| Los Ríos | 2006 | 2013 |
| Los Lagos Norte | 2006 | 2013 |
| Los Lagos Sur | 1998 | 2013 |

Tabla 8. Años de catastro y/o actualización utilizados en la construcción del NREF/NRF por región.

c. Inventario Continuo de Ecosistemas Forestales

El inventario Continuo de Ecosistemas Forestales, a partir de ahora Inventario Continuo, ejecutado por el Instituto Forestal (INFOR) se encuentra en operación desde el año 2000. El propósito de este inventario es apoyar los procesos de toma de decisión, los procesos internacionales y diferentes áreas de interés actual y futuro.

El Inventario Continuo está diseñado bajo un concepto de diseño estadístico bi-etápico en conglomerados de tres parcelas circulares concéntricas de área equivalente a 500m², distribuidos en una malla sistemática de 5x7 km (Figura 7).

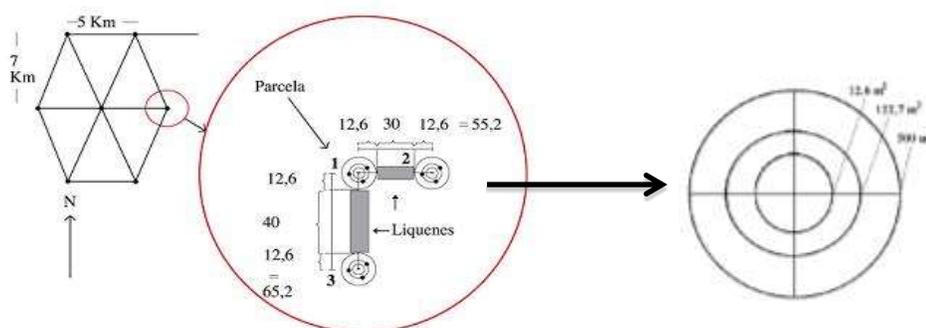


Figura 7. Diseño de parcela de Inventario Continuo. Fuente: Infor.

El Inventario Continuo se basa en la generación de un primer ciclo de mediciones de parcelas permanentes de muestreo que cubre 9,38 millones de hectáreas de bosque nativo entre las regiones de Coquimbo a Magallanes completados en el período 2001-2010 y el segundo ciclo de

mediciones de base anual bajo el sistema de reemplazo parcial con apoyo de proyección de crecimiento.

El Inventario Continuo recopila información de los árboles con Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) mayor o igual a 25 cm en la parcela de 500 m², los árboles de DAP mayor o igual a 8 cm en las parcelas de 122 m² y los árboles con DAP mayor o igual a 4 cm en las parcelas de 12.6 m².

A nivel de individuo se registra la especie, DAP, espesor de corteza, diámetro de copa y estado sanitario. Para una submuestra en cada parcela se obtiene información más detallada de altura total, altura de inicio de copa, altura del tocón, etc.

A nivel parcela se establecen subparcelas de 1m² cuyo objetivo es medir toda la vegetación presente así como la regeneración, residuos leñosos, árboles muertos, etc.

Para cada conglomerado se realizan descripciones generales reflejando lo observado en cada una de las 3 parcelas establecidas sobre el grado de intervención antrópica, la presencia de obras civiles, la degradación y el estado evolutivo.

d. Imágenes Satelitales LANDSAT

El cálculo de la variación de contenido de Carbono en los bosques que permanecen bosques para el NREF de Degradación, NRF de Aumento de existencias y NRF de Conservación de existencias fue estimado en base a la información procedente del Inventario Continuo de Ecosistemas Forestales y la aplicación de técnicas de teledetección sobre imágenes satelitales LANDSAT.

El programa de observación de la tierra LANDSAT ha obtenido imágenes de la cobertura terrestre desde 1972 mediante LANDSAT-1 hasta la fecha mediante LANDSAT-8, siendo una herramienta de gran interés para el estudio de los fenómenos de carácter temporal, como se ha demostrado en un gran número de publicaciones. Las imágenes de las distintas misiones LANDSAT son de acceso público y gratuito desde distintas plataformas como *Glovis*, *Earthexplorer* (*United States Geological Survey*) o INPE (*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*).

Las imágenes correspondientes al periodo de datos de captura de información de terreno proceden de los sensores *Thematic Mapper* (TM) y *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) a bordo de LANDSAT 5 y LANDSAT-7 respectivamente. Las características técnicas de este sensor se especifican en las Tabla 9 y Tabla 10.

| Bandas Espectrales Landsat 5 - TM | Longitud de onda | Resolución |
|--|---------------------------|-------------------|
| Banda 1 - Azul | 0,45 - 0,52 μm | 30 m |
| Banda 2 - Verde | 0,52 - 0,60 μm | 30 m |
| Banda 3 - Roja | 0,63 - 0,69 μm | 30 m |
| Banda 4 - Infrarrojo cercano | 0,76 - 0,90 μm | 30 m |
| Banda 5 - Infrarrojo de onda corta | 1,55 - 1,75 μm | 30 m |
| Banda 6 - Infrarrojo Térmico | 10,4 – 12,5 μm | 120 m |
| Banda 7 - Infrarrojo de onda corta | 2,08 - 2,35 μm | 30 m |

Tabla 9. Características Sensor TM de Landsat-5. Fuente: LCDM Press Kit. NASA.

| Bandas Espectrales Landsat 7 – ETM+ | Longitud de onda | Resolución |
|--|---------------------------|-------------------|
| Banda 1 - Azul | 0,45 - 0,52 μm | 30 m |
| Banda 2 - Verde | 0,52 - 0,60 μm | 30 m |
| Banda 3 - Roja | 0,63 - 0,69 μm | 30 m |
| Banda 4 - Infrarrojo cercano | 0,76 - 0,90 μm | 30 m |
| Banda 5 - Infrarrojo de onda corta | 1,55 - 1,75 μm | 30 m |
| Banda 6 - Infrarrojo Térmico | 10,4 – 12,5 μm | 60 m |
| Banda 7 - Infrarrojo de onda corta | 2,08 - 2,35 μm | 30 m |
| Banda 8 - Pancromática | 0,50 - 0,90 μm | 15 m |

Tabla 10. Características Sensor ETM+ de Landsat-7. Fuente: LCDM Press Kit. NASA.

6. MÉTODO

El Anexo: Protocolos metodológicos, describe con detalle los pasos seguidos para obtener el cálculo de datos de actividad y para estimar los factores de emisión que permiten derivar el NREF/NRF del bosque nativo de alcance subnacional de Chile.

a. Niveles y Enfoques utilizados

Las Directrices de IPCC para los inventarios de GEI presentan diferentes Enfoques y Niveles para representar varios niveles de complejidad utilizados en la metodología.

El IPCC (2003) describe los diferentes enfoques recomendados para la representación de los datos de actividad:

- Enfoque 1: Los datos sólo representan cambios netos de uso de la tierra en áreas registradas con el tiempo y no provee información espacialmente explícita, localizaciones exactas o patrones de cambio en el uso de la tierra. Los cambios de una categoría a otra tampoco quedan registrados.
- Enfoque 2: La información sobre pérdidas y ganancias netas en categorías específicas de uso de la tierra, incluyendo conversiones de/a otras categorías, está incluida en los datos, pero sin datos de localización espacial explícita.
- Enfoque 3: Provee observaciones espacialmente explícitas de categorías y conversiones de uso de la tierra, registrando a menudo patrones en localizaciones específicas y/o usando productos de mapas cuadrículados, como los derivados de las imágenes de teledetección remota.

De igual forma, IPCC (2003) describe los diferentes Niveles o *Tiers* que se refieren al nivel de complejidad de los métodos empleados para estimar las emisiones:

- Nivel 1: Uso de factores de emisión por defecto, facilitados a través de la EFDB, o alternativamente de las directrices del IPCC. El IPCC sugiere que este método “debería ser viable para todos los países”.
- Nivel 2: Uso de los factores de emisión específicos del país o de factores más específicos no establecidos por defecto. Aquí podrían incluirse los factores de emisión de la EFDB si estos son específicos para el país.
- Nivel 3: Se utilizan métodos de mayor orden, como modelos o sistemas de mediciones de inventarios diseñados para reflejar las circunstancias nacionales, repetidos a lo largo del tiempo, guiados por datos de actividades de alta resolución y desarrollados en escalas subnacionales más afinadas. Si son implementados de forma adecuada, se prevé que los niveles 2 y 3 harán estimaciones más exactas que las de niveles inferiores.

Todas las actividades en la propuesta del NREF/NRF utilizan información derivada de un Enfoque 3 de IPCC, es decir, datos geográficamente explícitos. Los Niveles utilizados son a menudo una mezcla de 2 y 3, dado que no se cuenta con la información necesaria que permita alcanzar los requerimientos específicos para el Nivel 3. Por ejemplo para la estimación de existencias de carbono en el suelo que se utiliza en la actividad de deforestación no se utilizan datos específicos

del lugar y basados en muestreo de terreno por lo que el factor de emisión correspondiente se considera de Nivel 2. La Tabla 1 sintetiza los Niveles utilizados para cada actividad bajo esta propuesta de FREL/FRL. Una breve descripción de cada uno de estos métodos es suministrada en respectivas secciones abajo, y mayores detalles son proporcionados en el Anexo: Protocolos metodológicos.

b. Depósitos de Carbono y Gases de Efecto Invernadero Considerados.

Las diferentes actividades REDD+ causan impacto en diferentes depósitos de carbono. Mientras el cambio de uso de suelo de Bosque a tierras de cultivo, Deforestación, causa una perturbación y provoca emisión de carbono en el suelo, la degradación por la extracción de leña no.

De igual forma existe una variación en los GEI emitidos por cada actividad, donde metano y óxido nitroso son emitidos como resultado de la combustión directa en incendios forestales, pero no como resultado de extracción de madera aserrable.

Así, el NREF/NRF de bosque nativo a escala subnacional de Chile contabiliza las emisiones de CO₂ procedentes de la Biomasa viva, aérea y subterránea, para todas las actividades; las emisiones de CO₂ de la Necromasa en las actividades de Deforestación, Degradación y Conservación de existencias y las emisiones de CO₂ del Carbono orgánico del suelo para las actividades de Deforestación y Conservación de existencias.

Las emisiones por Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O) se contabilizan únicamente en la actividad de degradación como fuente de emisión por la combustión en incendios forestales.

La Tabla 11 resume los diferentes depósitos de carbono y GEI considerados para cada actividad de REDD+ en esta propuesta para el FREL/FRL subnacional de Chile.

| Actividad REDD+ | Nivel | Depósitos de Carbono | GEI Incluidos |
|---|-------|---|---------------|
| Deforestación | 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Biomasa aérea • Biomasa subterránea • Materia orgánica muerta • Carbono orgánico del suelo | CO2 |
| | 2 | | |
| | 3 | | |
| | 1 | | |
| Degradación | 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Biomasa aérea | CO2 |
| | 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Biomasa subterránea | CH4 |
| | 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Materia orgánica muerta | N2O |
| Conservación de Existencias de Carbono Forestal | 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Biomasa aérea • Biomasa subterránea • Materia orgánica muerta • Carbono orgánico del suelo | CO2 |
| | 2 | | |
| | 3 | | |
| | 1 | | |
| Aumento de las Existencias de Carbono Forestal | 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Biomasa aérea | CO2 |
| | 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Biomasa subterránea | |

Tabla 11. Niveles, depósitos de carbono y GEI considerados para cada actividad de REDD+ en el FREL/FRL subnacional propuesto para Chile.

c. Período de Referencia

La determinación del período de referencia para el NREF/NRF de bosque nativo a escala subnacional de Chile viene determinada por la disponibilidad de información necesaria para la construcción del mismo.

Esta dependencia provoca que una fuerte variabilidad tanto a nivel espacial, contando con diferentes periodos de referencia para cada región, como a nivel de actividad, contando con diferentes periodos de referencia dependiendo de la información utilizada para la aplicación de procesos metodológicos.

A continuación se detallan los períodos de referencia propuestos por actividad, región y método:

i. Deforestación

Los datos de actividad del NREF de Deforestación fueron calculados en base a los datos procedentes del Catastro. Se considera como fecha de cada una de las actualizaciones utilizadas la fecha correspondiente al set de imágenes satelitales o aéreas utilizadas para su elaboración y no la fecha de publicación (Tabla 12).

| Región | Periodo histórico |
|-----------------|-------------------|
| Maule | 1998-2008 |
| Biobío | 1997-2007 |
| Araucanía | 2006-2012 |
| Los Ríos | 2005-2012 |
| Los Lagos Sur | 1997-2012 |
| Los Lagos Norte | 2005-2012 |

Tabla 12. Datos históricos de Catastro para el área deforestada. Los años en la Tabla representan los años de las imágenes, que corresponden a un año previo al de su publicación.

El Catastro realiza actualizaciones a nivel regional, por lo que no es posible utilizar un único periodo de referencia para toda el área de estudio, pese a que la metodología utilizada es uniforme en todas las regiones. Con el objetivo de mantener la consistencia entre los diferentes cálculos y tomando en consideración que la deforestación reportada en el NREF consiste en la proyección de promedios históricos sin ajustes, el periodo de referencia para el NREF de Deforestación es 1997 a 2012, correspondiendo con el periodo que cubre las imágenes más antiguas y recientes disponibles para todas las regiones.

ii. Degradación

Para la estimación del NREF de Degradación se utilizan diferentes metodologías para el caso de bosques que permanecen bosques y para las transformaciones registradas por Catastro incluyendo bosque nativo convertido a plantación, bosque nativo convertido a matorral arborescente (según el Subuso de Catastro).

Bosques que permanecen bosques

El NREF por degradación fue estimado siguiendo la metodología detallada por Bahamóndez et al. (2009), el cual utiliza un enfoque basado en los datos de las parcelas del Inventario Forestal Continuo y las imágenes LANDSAT.

El periodo de medición del Inventario Forestal Continuo, pese a estar planificado en 5 años, cuenta con dos actualizaciones correspondientes a los años 2001 y 2010, por consiguiente, el periodo de referencia para la degradación de bosques que permanecen bosques es 2001-2010.

Con el objetivo de evitar doble contabilidad, las emisiones de gases no-CO₂ producto de combustión en incendios forestales fueron calculadas por separado en base a datos tabulares procedentes de la serie temporal del INGEI de Chile del periodo 2001-2010.

Transformaciones registradas por Catastro

Al calcular la degradación provocada por la conversión de bosques nativos a plantaciones o matorral arborescente, se usaron las matrices del cambio de uso de tierra de Catastro. Por lo tanto, el periodo de referencia varía dependiendo de la región, entre los años 1997 y 2012, según queda explicado en el apartado de Deforestación.

iii. Aumento de existencias

El NRF de Aumento de existencia fue estimado utilizando las mismas fuentes de datos y metodologías que para el NREF de Degradación.

Así el periodo de referencia para los bosques que permanecen bosques será entre 2001-2010 y para aquellas zonas sujetas a transformaciones el periodo de referencia varía dependiendo de la región, entre los años 1997 y 2012, según queda explicado en el apartado de Deforestación.

iv. Conservación de existencias

Para la estimación del NREF/NRF de Conservación de existencias se aplicó la misma metodología que en el caso del NREF de Degradación y NRF de Aumento de existencias para los bosques que permanecen bosques por lo que el período de referencia coincide con el periodo 2001-2010.

d. Datos de Actividad

Como se explica anteriormente, los datos de actividad fueron calculados utilizando las diferentes fuentes de información disponibles con el objetivo de aplicar las metodologías de mayor precisión y completitud. A continuación se describen los métodos de estimación de datos de actividad para cada una de las actividades REDD+ del NREF/NRF subnacional de Chile.

i. Deforestación

El área de tierra forestal convertida otros usos (terrenos agrícolas, pradera y/o asentamiento), fue estimada utilizando las matrices de cambio de uso de tierra calculada del Catastro (Figura 8). Para La Araucanía, la única región con mapas con tres coberturas de tierras, se utilizaron únicamente los dos mapas más recientes, debido a consistencias con las otras regiones, pero principalmente debido a la precisión y exactitud de los trazados de las clasificaciones de la cobertura de tierras. El total del área cubierta por tierra forestal que fue convertida a otro uso fue dividida por la extensión en años del periodo entre los dos mapas de cobertura de tierra para estimar la tasa anual de cambio.

En la Tabla 13 se desagrega la información de superficie deforestada por año y región. Las superficies deforestadas quedan representadas en la Figura 8. Cabe destacar que la superficie deforestada en el total del periodo de referencia para Los Lagos Sur, 1997-2012, corresponde a 14.164 hectáreas, de las cuales 10.711 hectáreas corresponde a bosques que se convirtieron a terrenos desprovistos de vegetación y bosques se transformaron en praderas y matorrales, producto de la erupción del volcán Chaitén en mayo de 2008 y la potencial recuperación post erupción.

| Región | Área deforestada (ha/año -1) |
|-----------------|------------------------------|
| Maule | 225 |
| Biobío | 775 |
| Araucanía | 232 |
| Los Ríos | 467 |
| Los Lagos Sur | 943 |
| Los Lagos Norte | 321 |
| Total | 2.963 |

Tabla 13. Superficie deforestada por año y región.

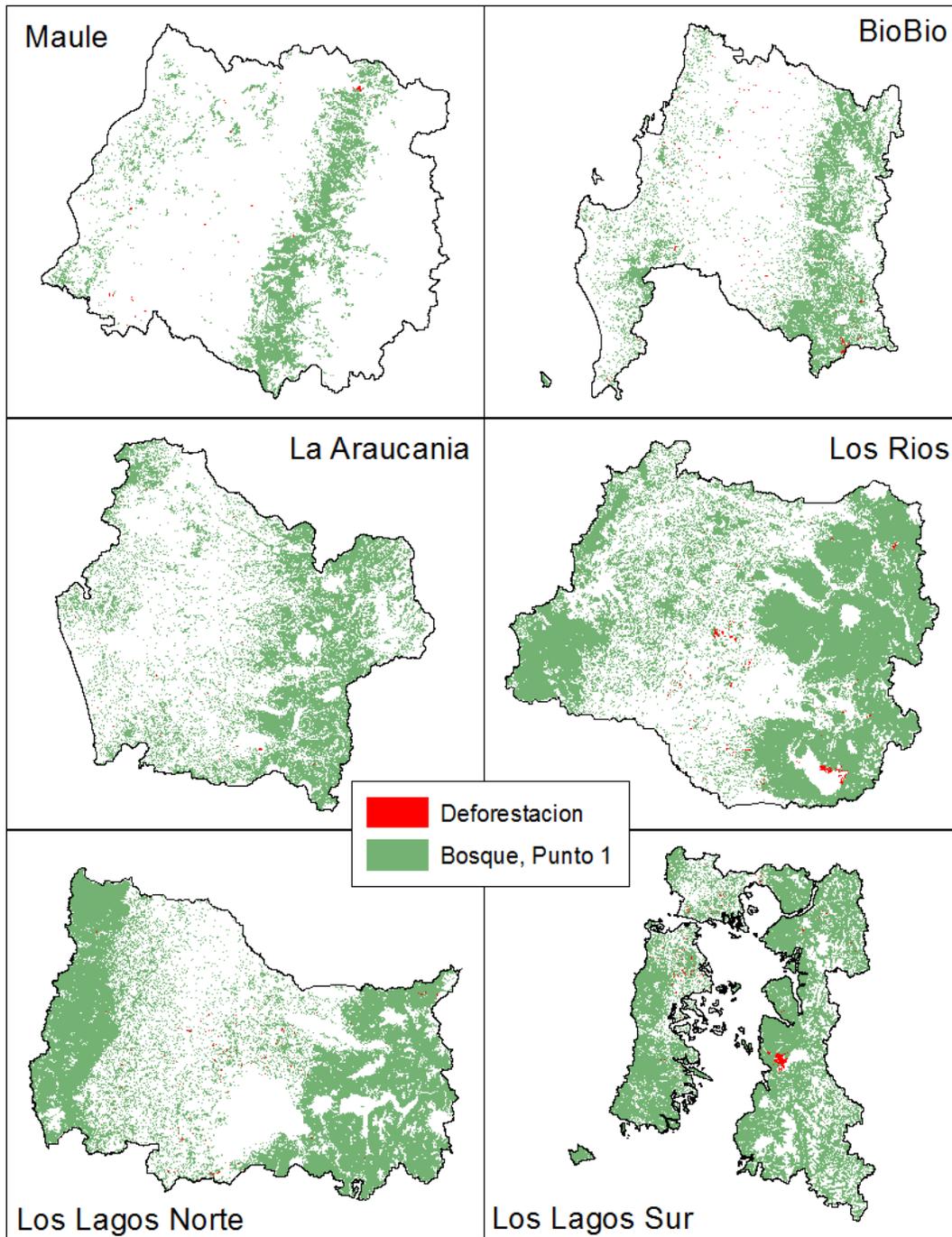


Figura 8. Deforestación en cada región

ii. Degradación

El dato de actividad para el NREF de degradación se estima utilizando metodologías diferenciadas para Bosques que permanecen bosques, para emisiones producto de combustión en incendios forestales y para la identificación de áreas degradadas producto de transformaciones registradas en Catastro.

Bosques que permanecen bosques

Para estimar la superficie afectada por degradación en bosques que permanecen bosques se utiliza una metodología basada en datos número de árboles y área basal de parcelas del Inventario Forestal Continuo. A través de esta información se construyen gráficos de densidad que permiten identificar aquellas parcelas que se encuentran en una situación de degradación (Bahamondez, 2009).

Las parcelas identificadas como degradadas son localizadas sobre imágenes satelitales y se utilizan como áreas de entrenamiento para la aplicación del algoritmo *K-nn*, que determina la distancia entre la respuesta espectral de cada pixel de la imagen con respecto al conjunto de pixeles o parcelas de entrenamiento (Bahamondez, 2009).

El resultado obtenido es una imagen donde se registra una estimación del número de árboles y área basal para cada pixel de la imagen, lo que permite identificar su localización en gráfico de densidad para determinar si se encuentra en una situación de degradación.

Este proceso se repite para los años correspondientes a las actualizaciones de información de terreno del Inventario Forestal Continuo, 2001 y 2010, lo que permite estimar la dirección de movimiento de cada pixel sobre el gráfico e identificar si está en un proceso de degradación o no.

El cálculo de dato de actividad para los bosques que permanecen bosque se describe con mayor detalle en el Anexo: Protocolos metodológicos.

En la Tabla 14 se desagrega la información de superficie degradada región para el periodo de referencia completo, 2001-2010. En la Figura 9 se representan las áreas afectadas por degradación forestal.

| Región | Área (ha) |
|--------------|----------------|
| Maule | 18.726 |
| Biobío | 35.537 |
| Araucanía | 27.672 |
| Los Ríos | 40.853 |
| Los Lagos | 261.028 |
| Total | 383.816 |

Tabla 14. Superficie de bosque que permanece bosque degradada por región entre 2001 y 2010.

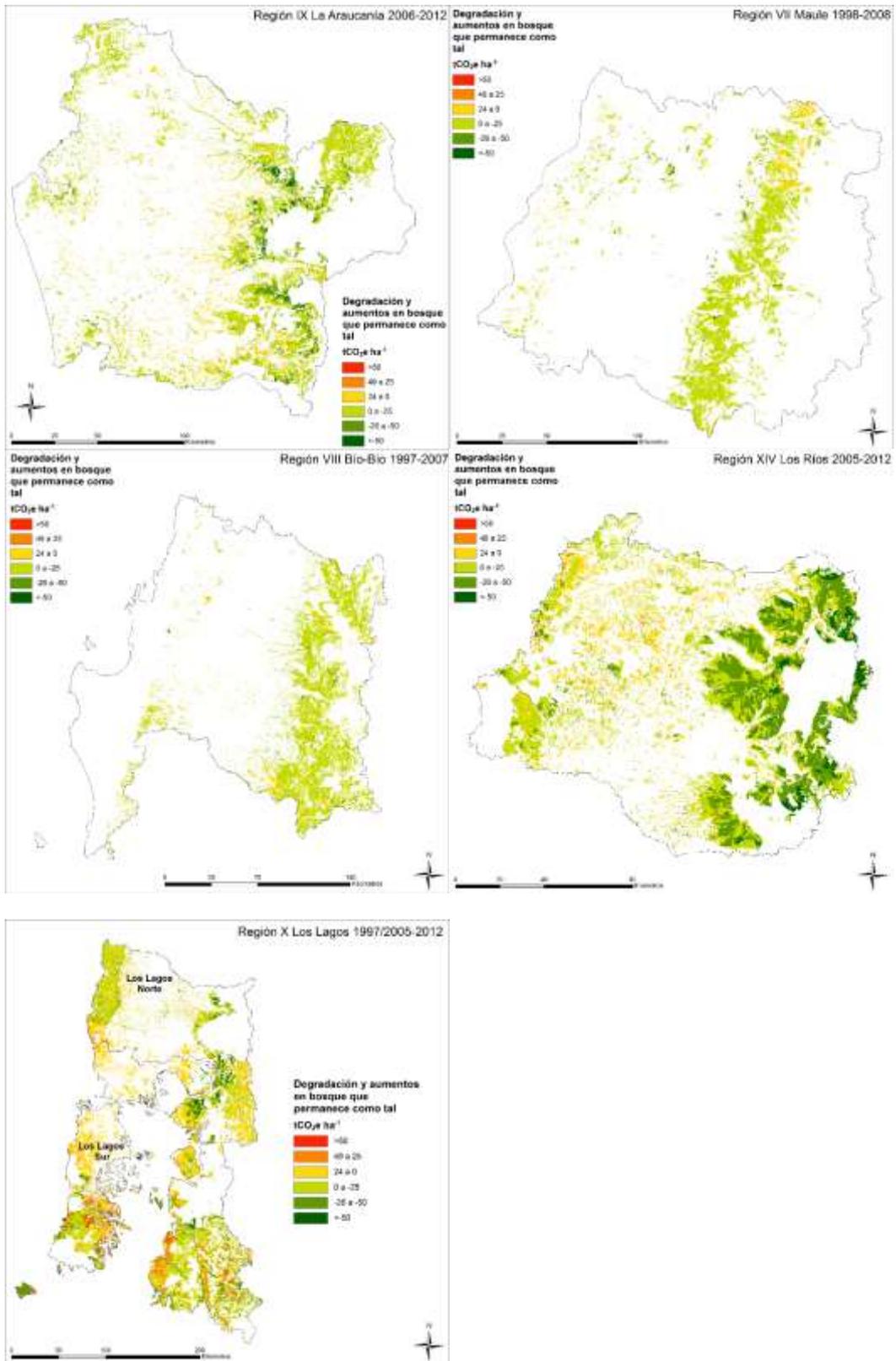


Figura 9. Degradación y aumentos de existencias en bosques que permanecen bosques

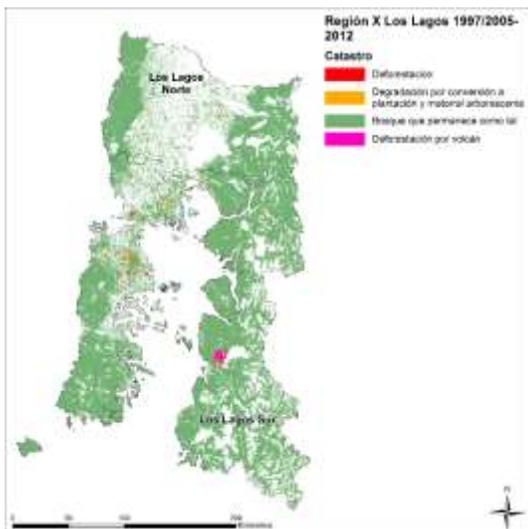
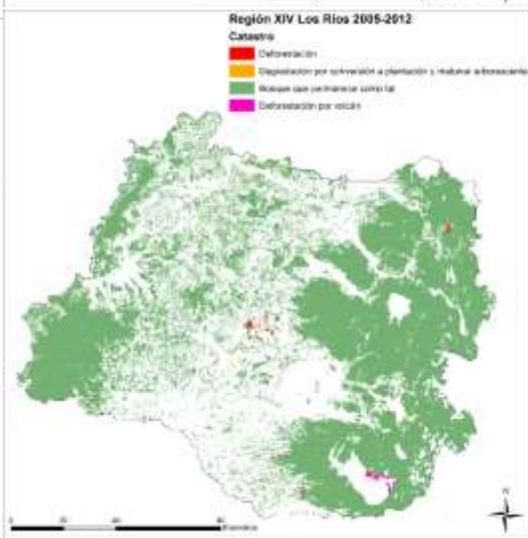
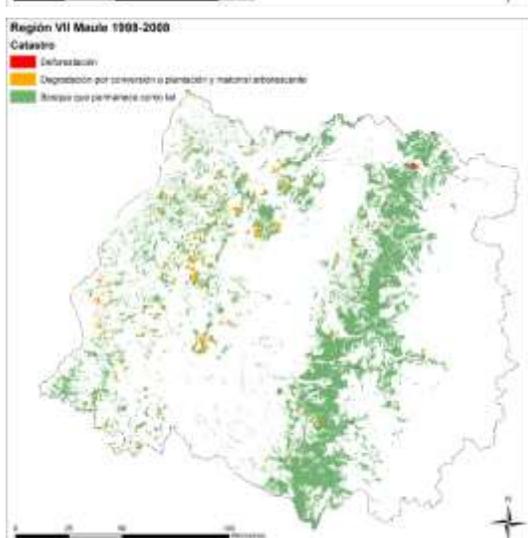
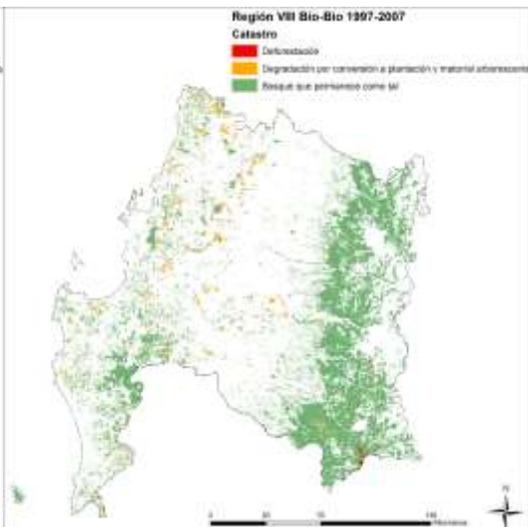
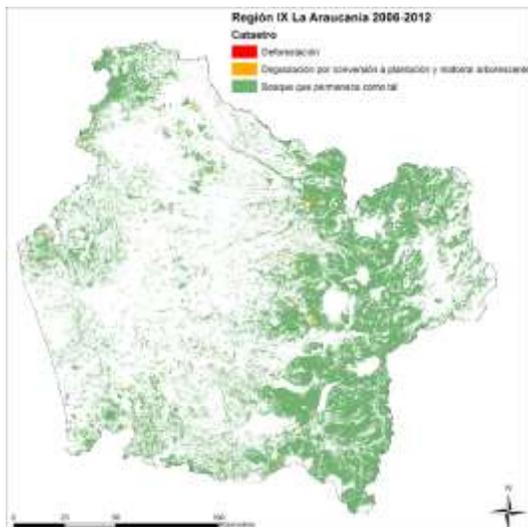


Figura 10. Degradación por transformaciones de catastro.

Incendios forestales

Para contabilizar las emisiones no-CO₂, se utilizaron datos tabulares de área afectada por incendios forestales de los anexos del INGEI 2015. La fuente original de estos datos son Estadísticas Históricas Forestales de CONAF-Empresas 1985-2012³⁶. Los datos reportados incluyen las superficies anuales totales de incendios forestales en cada región desde 1971 hasta 2012. Sin embargo, en el FREL, sólo se incluyen los datos de 2001 a 2010 para mantener la consistencia con el periodo histórico del NREF de Degradación en los bosques que permanecen bosques.

En la Tabla 15 se desagrega la información de superficie degradada región para el periodo de referencia completo, 2001-2010. En la Figura 2 se representan las áreas afectadas por degradación forestal.

| | Área quemada 2001 | Área quemada 2002 | Área quemada 2003 | Área quemada 2004 | Área quemada 2005 | Área quemada 2006 | Área quemada 2007 | Área quemada 2008 | Área quemada 2009 | Área quemada 2010 |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Región | ha |
| Maule | 25,5 | 147,2 | 504,4 | 170,8 | 140,0 | 62,4 | 9,4 | 464,1 | 4.029,7 | 432,0 |
| Biobío | 89,4 | 7.560,2 | 159,3 | 211,3 | 395,7 | 147,7 | 946,8 | 266,6 | 957,7 | 1.634,7 |
| Araucanía | 63,6 | 18.764,6 | 226,2 | 369,0 | 212,3 | 73,6 | 41,3 | 351,2 | 1.012,2 | 41,8 |
| Los Ríos | 0,9 | 904,1 | 2,9 | 184,1 | 18,7 | 6,9 | 4,8 | 118,8 | 271,4 | 0,8 |
| Los Lagos | 9,4 | 2.551,9 | 27,5 | 90,9 | 47,3 | 207,4 | 52,2 | 4.233,9 | 598,1 | 0,6 |
| Total | 188,7 | 29.927,9 | 920,2 | 1.026,1 | 813,9 | 498 | 1.054,4 | 5.434,6 | 6.869,1 | 2.109,8 |

Tabla 15. Superficie afectada por incendios forestales por región entre 2001 y 2010.

Cabe resaltar que en el verano del año 2002, la ocurrencia de grandes incendios provocados por rayos afectó Reservas, Parques Nacionales y tierras privadas con bosques de Araucaria y *Nothofagus* en la región de la Araucanía (González, M.E. *et al*, 2010)³⁷ y que también afectó a la región del Biobío. Entre los incendios acaecidos durante el año 2002 destaca el de la reserva forestal de Malleco que consumió 14.536 hectáreas en un periodo de actividad de 74 días³⁸.

Transformaciones registradas por Catastro

Los mapas de cambio de uso de tierra de Catastro suministran la actividad de datos, con los años de los mapas variando regionalmente.

Las distribuciones de las emisiones por bosque nativo convertido a plantación y matorral arborecente fueron mapeadas según los polígonos de bosque del Catastro.

³⁶ <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>

³⁷ http://www.bosquenativo.cl/descargas/Revista_Bosque_Nativo/RBN_46_art_tec2web.pdf

³⁸ <http://www.lignum.cl/2015/02/17/grandes-e-historicos-incendios-forestales-que-debes-conocer/>

En la Tabla 16 se desagrega la información de superficie degradada por región y año por transformaciones registradas en Catastro, las cuales son representadas en la Figura 10.

| Región | Sustitución (ha año ⁻¹) | Transformación a Matorral Arborescente (ha año ⁻¹) | Total (ha año ⁻¹) |
|-----------------|--|--|-------------------------------------|
| Maule | 3.112 | 175 | 3.287 |
| Biobío | 5.272 | 248 | 5.520 |
| La Araucanía | 1.633 | 54 | 1.687 |
| Los Ríos | 390 | 40 | 430 |
| Los Lagos Sur | 296 | 544 | 850 |
| Los Lagos Norte | 431 | 82 | 513 |
| Total | 11.132 | 1.142 | 12.274 |

Tabla 16. Superficie degradada por año y región según transformaciones registradas en Catastro

iii. Aumento de existencias

De igual forma que para el NREF de degradación, el dato de actividad NRF de Aumento de existencias de carbono forestal se estima utilizando metodologías diferenciadas para Bosques que permanecen bosques y para la identificación de áreas degradadas producto de transformaciones registradas en Catastro.

Bosques que permanecen bosques

Utilizando la misma metodología que en el caso de degradación, basada en información a nivel parcela del Inventario Continuo Forestal e imágenes satelitales se definen aquellos pixeles que durante el periodo de 2001 a 2010 han tenido un movimiento sobre el gráfico de densidad en una dirección que indica un aumento del contenido de carbono basado en el aumento de número de árboles y área basal. En la Tabla 17 se desagrega la información de superficie de bosque que permanece bosque en que se ha producido aumento de existencias de carbono forestal durante el periodo de referencia completo, 2001-2010, las cuales son representadas en la Figura 9.

| Región | Área (ha) |
|--------------|----------------|
| Maule | 49.427 |
| Biobío | 87.749 |
| Araucanía | 58.803 |
| Los Ríos | 77.141 |
| Los Lagos | 263.055 |
| Total | 536.175 |

Tabla 17. Superficie de bosque que permanece bosque con Aumento de existencias por región entre 2001 y 2010.

Transformaciones registradas por Catastro

Los datos de actividad son derivados de las matrices de transición de la cobertura de tierra, tomados del Catastro y por lo tanto la duración del periodo varía por región, dado los irregulares intervalos de actualización de Catastro.

En la Tabla 18 se desagrega la información de superficie con aumento de existencias por 1) Forestación, cambios de uso de suelo de no bosque a bosque; 2) Restitución, cambios de uso de plantación a bosque; y 3) Crecimiento Natural, la transformación de matorral arborescente a bosque nativo, por región y año, las cuales son representadas en la Figura 11.

| Región | Restitución (ha año ⁻¹) | Forestación (ha año ⁻¹) | Crecimiento Natural (ha año ⁻¹) | Total (ha año ⁻¹) |
|-----------------|--|--|--|----------------------------------|
| Maule | 82 | 465 | 1201 | 1748 |
| Biobío | 707 | 561 | 574 | 1842 |
| La Araucanía | 3 | 821 | 962 | 1786 |
| Los Ríos | 86 | 332 | 528 | 946 |
| Los Lagos Sur | 0 | 66 | 84 | 151 |
| Los Lagos Norte | 0 | 60 | 23 | 83 |
| Total | 879 | 2304 | 3372 | 6555 |

Tabla 18. Superficie con Aumento de existencias por año y región según transformaciones registradas en Catastro

iv. Conservación de existencias

En esta actividad, son estimadas todas las ganancias y pérdidas de existencias de carbono dentro de las áreas de conservación, públicas o privadas, y también dentro de los tipos forestales Araucaria y Alerce.

Estas ganancias y pérdidas pueden surgir de la tala selectiva legal e ilegal, extracción de leña, regeneración natural o plantación antropogénica/enriquecimiento.

Para definir el área de la actividad de conservación se utilizaron los polígonos del SNASPE, junto con todas las áreas de conservación privadas como lo define la Iniciativa para la Conservación Privada además de los tipos forestales Araucaria y Alerce.

Dentro de esas áreas, las emisiones y absorciones fueron contabilizadas utilizando la misma metodología que en la degradación y aumento de los bosques que permanecen bosques. Por consiguiente, los datos de la actividad provienen de las imágenes LANDSAT en 2001 y 2010.

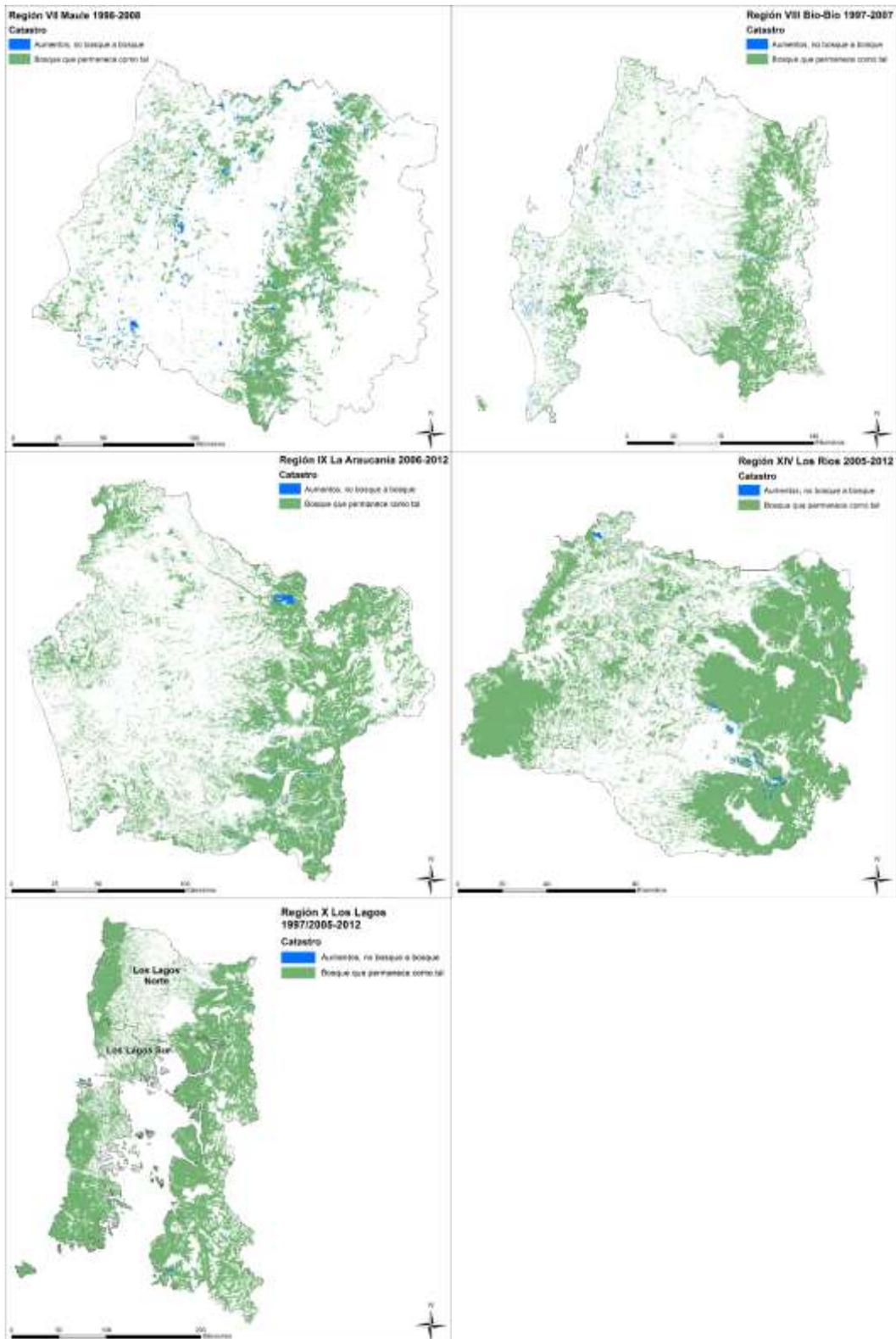


Figura 11. Aumento de existencias por transformaciones de catastro.

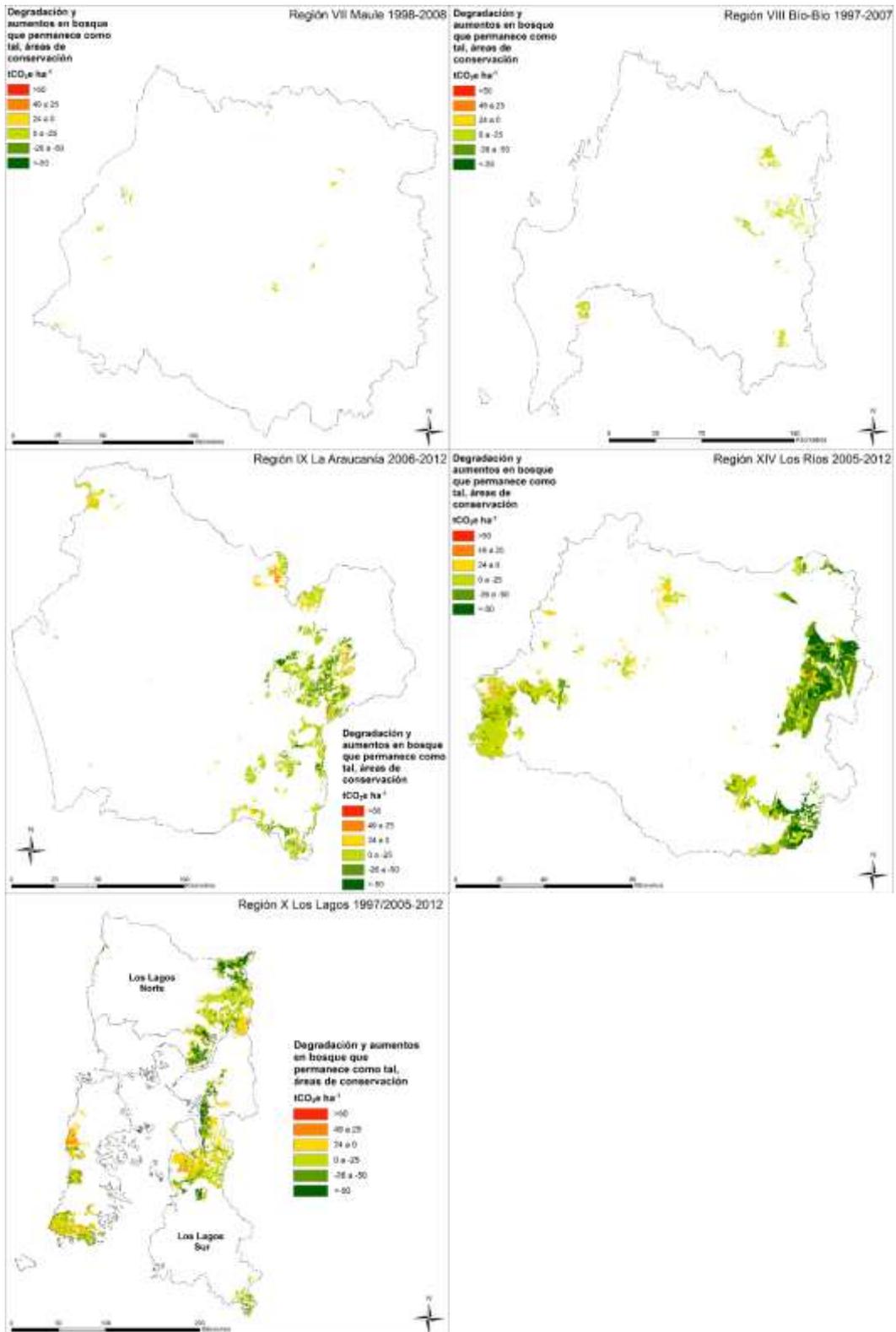


Figura 12. Flujo de carbono en áreas de conservación.

Las emisiones por deforestación en áreas de conservación no están consideradas, porque la definición de áreas de conservación se basa en las oportunidades de mitigación disponibles para conservación. Debido a que las áreas no arboladas no pueden ser “conservadas” en una fase MRV, si una zona es deforestada dentro de un área protegida durante el periodo de referencia, es eliminada de la zona de contabilidad de la actividad de conservación y contabilizada en la actividad de deforestación.

En la Tabla 19 se desagrega por región la superficie total de conservación, la superficie sujeta a emisiones y la superficie sujeta a absorciones de carbono forestal, las cuales son representadas en la Figura 12.

| Región | Área total (ha) | Área con Emisiones (ha) | Área con Absorciones (ha) |
|--------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|
| Maule | 15 | 153 | 710 |
| Biobío | 90 | 2.945 | 6.588 |
| La Araucanía | 169 | 5.337 | 12.850 |
| Los Ríos | 227 | 14.486 | 31.235 |
| Los Lagos | 942 | 75.970 | 99.963 |
| Total | 1.442 | 98.891 | 151.346 |

Tabla 19. Superficie de conservación total, emisiones y absorciones en el área de conservación por región para el total del periodo de referencia, 2001-2010.

e. Factores de Emisión

i. Deforestación

Los factores de emisión aplicados en el NREF de Deforestación fueron derivados en base a una combinación de datos de diferentes Niveles.

Para la biomasa aérea se utilizaron factores de emisión de Nivel 3 procedentes de la estimación de biomasa aérea del Inventario Forestal Continuo que presenta diferentes contenidos de carbono por región, de forma congruente con el INGEI.

La biomasa subterránea es resultado de la aplicación de la relación raíz-tallo a la biomasa aérea (Gayoso, 2002)³⁹.

³⁹ Existencias de biomasa subterránea ya fueron calculadas para praderas, matorrales, matorrales arborescentes y formaciones suculentas en Gayoso (2006). Sin embargo, este artículo también aplicó una proporción raíz/tallo para identificar esos valores estimados aéreos.

Para la materia orgánica muerta, se usaron factores de emisión regional Nivel 2 pertenecientes al INGEI del 2015 y a la vez fueron basados en el Inventario Forestal Continuo.

Los factores de emisión de Nivel 1 para carbono orgánico del suelo, provienen de la Base de Datos Armonizada de los Suelos del Mundo. Se calcularon promedios regionales ponderados de carbono del suelo para los primeros 30cm de distintos tipos de suelo.

En la Tabla 20 se detallan los Factores de emisión utilizados para el NREF de Deforestación, por región y reservorio.

| Región | Área deforestada (ha) | Deforestación FREL (tCO ₂ e año-1) | | | Total |
|-----------------|-----------------------|---|-------------------------|----------------------------|-------------------|
| | | Biomasa | Materia orgánica muerta | Materia orgánica del suelo | |
| Maule | 225 | -30.111 | -3.720 | -4.998 | -38.829 |
| Biobío | 775 | -204.031 | -28.417 | -27.935 | -260.383 |
| La Araucanía | 2.585 | -1.151.521 | -444.545 | -55.536 | -1.651.602 |
| Los Ríos | 691 | -255.508 | -297.198 | -81.695 | -634.402 |
| Los Lagos Sur | 1.297 | -626.901 | -330.002 | -45.299 | -1.002.202 |
| Los Lagos Norte | 321 | -114.860 | -81.573 | -12.896 | -209.329 |
| Total | 5.894 | -2.382.932 | -1.185.456 | -228.359 | -3.796.747 |

Tabla 20. Factores de emisión regionales desglosados por reservorios de carbono considerados en el análisis.

ii. Degradación

Bosques que permanecen bosques

Para estos valores, el volumen y luego la existencia de carbono son estimados para cada pixel en las imágenes de 2001 y 2010. Estas existencias se convierten en factores de emisión, utilizando un enfoque de diferencia de existencia (stock-difference) para determinar la emisión específica de cada pixel que 1) experimentó una pérdida en la existencia de carbono entre el 2001 a 2010; y 2) estaba en un estado de degradación o en riesgo de degradación en 2010, según lo determinado por el cuadro de existencias de los tipos de bosques nativos.

En el Anexo: Protocolos metodológicos se realiza una descripción detallada de los estados forestales utilizados en esta metodología.

Este análisis fue realizado solamente en las áreas forestales que permanecieron como tal según se explica en la estimación de Dato de actividad.

Los factores de emisión para la biomasa disponible para la combustión son los mismos que se describen como factores de emisión del NREF de Deforestación. Los factores de combustión, emisión y conversión son factores por defecto del IPCC (2006), según se muestra en la Tabla 21.

| GEI | Factor de Conversión a CO2e | Factor de Combustión | Factor de Emisión |
|------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|
| CH ₄ | 28 | 0,45 | 4,70 |
| N ₂ O | 265 | 0,45 | 0,26 |

Tabla 21. Factores de emisión, combustión y conversión para emisiones No-CO2

Transformaciones registradas por Catastro

Se utilizaron valores de existencias de carbono por tipos de bosque derivados de igual forma a la metodología discutida para el caso de deforestación, con cifras regionales según el INGEI de Chile.

Con el objetivo de salvaguardar los beneficios no-carbono de los bosques nativos, a las plantaciones exóticas se les asigna una existencia de cero, a pesar de la posibilidad de que la plantación tenga existencias de carbono más alta que el bosque nativo.

Con el objetivo de mantener el principio de completitud se incluye la contabilidad de carbono en plantaciones forestales del área de referencia en el Anexo: Plantaciones forestales.

iii. Aumento de existencias

Bosques que permanecen bosques

Se aplica la metodología definida para la degradación de bosques que permanecen bosques, calculando la diferencia de existencia (*stock-difference*) para determinar la absorción específica de cada píxel que 1) experimentó un aumento en la existencia de carbono entre el 2001 a 2010; y 2) estaba en un estado de degradación o en riesgo de degradación en 2001.

Transformaciones registradas por Catastro

Los factores de absorción del Nivel 3 para los diferentes tipos de bosques fueron derivados del INGEI, los cuales, con excepción de bosques de Araucaria, proceden de datos del Inventario Forestal Continuo (Tabla 22). La tasa de crecimiento de La Araucaria viene de datos regionales de una disertación sobre *Araucaria auracana* en el sur de Chile (Mujica, 2000).

Las tasas de crecimiento anual para bosques renovales fueron aplicadas también a bosques adulto-renovales. Las tasas de crecimiento para bosques adultos fueron también aplicadas a los bosques achaparrados, debido a que se supone que han alcanzado la madurez y es muy probable tener crecimiento más lento que bosques jóvenes y/o secundarios.

Las tasas de crecimiento para bosques adulto esclerófilos fueron aplicados a los matorrales arborescentes, puesto que ellos son más similares fisiológicamente a sus tipos de bosque. Esto también es una suposición conservativa, debido a que los bosques adulto esclerófilos tienen unas de las tasas más bajas de crecimiento de todos los tipos de bosque. El crecimiento neto promedio

fue calculado para bosques mixtos en cada región, tomando los crecimientos promedio netos de todos estos tipos de bosques que se encuentran en esa región, como lo identifica el Catastro.

| Tipo de Bosque | Renoval | Adulto |
|-------------------------|-------------|--------|
| | (m3/ha/año) | |
| Alerce | 0,45 | 0,45 |
| Ciprés de Las Guaitecas | 3,9 | 3,9 |
| Araucaria | 4,6 | 4,6 |
| Ciprés de La Cordillera | 4,7 | 3,9 |
| Lenga | 6,0 | 5,2 |
| Coihue de Magallanes | 6,1 | 4,6 |
| Roble Hualo | 4,6 | 3,0 |
| Roble-Raulí-Coihue | 6,1 | 5,0 |
| Coihue-Raulí-Tepa | 5,1 | 4,0 |
| Esclerófilo | 2,2 | 1,9 |
| Siempreverde | 5,8 | 3,2 |

Tabla 22. Incremento promedio anual por tipo de bosque. Fuentes: Anexo no publicado de INGEI

iv. Conservación de existencias

La metodología para estimar el NREF/NRF de Conservación de existencias se basa en el flujo neto de carbono en áreas de conservación. Las áreas de conservación están conformadas por bosques que permanecen bosques, por lo que los factores de emisión son los mismos que para la estimación del NREF de Degradación y el NRF de Aumento de existencias.

7. NREF/NRF subnacional DE CHILE

a. Deforestación

Las emisiones anuales promedio por deforestación en el NREF subnacional propuesto suponen cerca de 1.8 millones t CO₂ año⁻¹ (Tabla 23).

| NREF Deforestación | | | | | |
|--------------------|--|--|---|---|---|
| Región | Área Deforestada (ha año ⁻¹) | Biomasa Viva (tCO ₂ e año ⁻¹) | Necromasa (tCO ₂ e año ⁻¹) | Carbono del Suelo (tCO ₂ e año ⁻¹) | Total (tCO ₂ e año ⁻¹) |
| Maule | 225 | 23 | 2 | 5 | 30 |
| Biobío | 775 | 180 | 14 | 28 | 222 |
| La Araucanía | 232 | 121 | 20 | 26 | 167 |
| Los Ríos | 467 | 307 | 100 | 42 | 449 |
| Los Lagos Sur | 943 | 541 | 120 | 14 | 675 |
| Los Lagos Norte | 321 | 184 | 41 | 13 | 238 |
| Total | 2.963 | 1.356.484 | 297.336 | 128.005 | 1.781.825 |

Tabla 23. Total de emisiones por deforestación en el área del NREF subnacional de Chile.

b. Degradación

Se considera de forma independiente los cálculos de las emisiones producidas en los bosques que permanecen bosques, aquellos derivados de la transformación de Bosque Nativo a Matorral Arborescente (según Catastro), la sustitución de Bosque Nativo y Matorral Arborescente por Plantación Forestal, además de las emisiones de GEI no CO₂ producidos por incendios forestales. Todas las diferentes fuentes se suman para integrar el NREF de Degradación forestal, equivalente a 6.4 millones de tCO₂e año⁻¹ (Tabla 24).

| Degradación NREF | | | | |
|------------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | Total tCO ₂ e |
| Maule | 270.008 | 3.008 | 1.575 | 274.590 |
| Biobío | 786.708 | 11.712 | 6.132 | 804.552 |
| La Araucanía | 1.042.778 | 38.473 | 20.143 | 1.101.394 |
| Los Ríos | 737.775 | 3.994 | 2.091 | 743.861 |
| Los Lagos | 3.476.397 | 15.737 | 8.239 | 3.500.373 |
| Total | 6.313.667 | 72.924 | 38.18 | 6.424.771 |

Tabla 24: Degradación Forestal NREF

A continuación se detallan las emisiones por degradación forestal en base a las diferentes metodologías y fuentes de información ocupadas para su estimación:

i. Bosques que permanecen bosques

Las emisiones totales anuales de los bosques nativos que permanecen como tal (por ejemplo de recolección de leña, extracción de madera selectiva, etc.) son aproximadamente 3.7 millones tCO₂e como lo muestra la Tabla 25.

| Emisiones | | |
|--------------|---------------------|---|
| Región | Área Degradada (ha) | Emisiones (tCO ₂ e año ⁻¹) |
| Maule | 18.726 | 65.367 |
| Biobío | 35.537 | 104.758 |
| La Araucanía | 27.672 | 309.063 |
| Los Ríos | 40.853 | 458.365 |
| Los Lagos | 261.028 | 2.816.398 |
| Total | 383.816 | 3.753.950 |

Tabla 25: Emisiones anuales de bosques nativos que permanecen como tal por región.

ii. Incendios Forestales

Las emisiones anuales de gases no-CO₂ de incendios forestales son aproximadamente 0.1 millón tCO₂e, como lo muestra en la Tabla 26. Esta cifra es aparentemente pequeña porque solo considera emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), una vez que las emisiones de CO₂ provenientes de los incendios están contabilizadas en la categoría de degradación de bosques que permanecen como tales en la sección arriba.

| Emisiones | | |
|--------------|---------------------|---|
| Región | Área Degradada (ha) | Emisiones (tCO ₂ e año ⁻¹) |
| Maule | 599 | 4.582 |
| Biobío | 1.237 | 17.843 |
| La Araucanía | 2.116 | 58.616 |
| Los Ríos | 151 | 6.085 |
| Los Lagos | 782 | 23.977 |
| Total | 4.884 | 111.103 |

Tabla 26. Emisiones de gases no-CO₂ por región.

La distribución anual de los datos de incendios (Figura 13) permite identificar el fuerte impacto producido en el año 2001, muy por encima del resto de años del periodo de referencia.

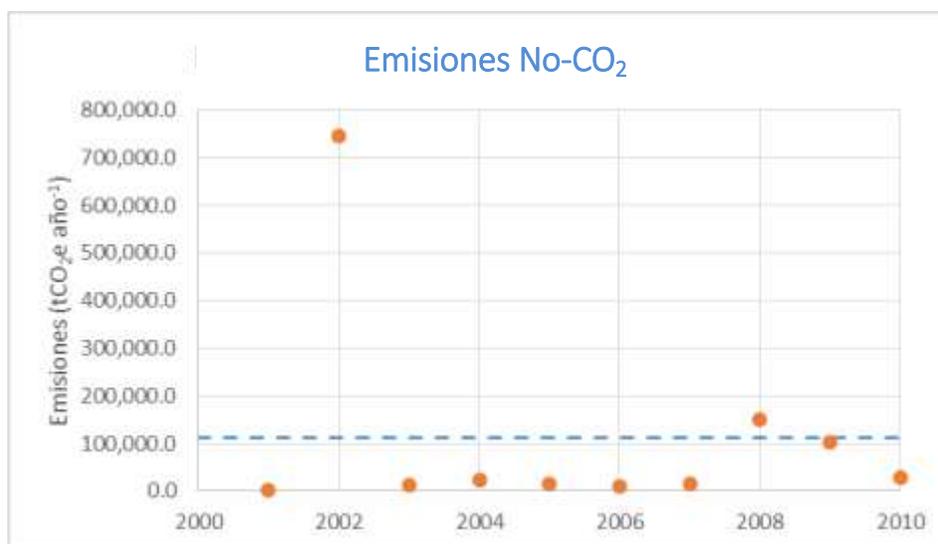


Figura 13. Emisiones por gases no-CO₂ representadas por año.

iii. Bosques nativos convertidos en plantación y matorral arborescente

Las emisiones totales anuales provenientes de los bosques nativos convertidos en plantaciones y matorral arborescente son aproximadamente 2.6 millones tCO₂e, como se muestra en la Tabla 27, con mayor contribución por parte de las regiones de Biobío y La Araucanía, donde existe mayor presencia de plantaciones exóticas.

| NREF Deforestación | | | | |
|--------------------|--|--|--|---|
| Región | Área Degradada (ha año ⁻¹) | Área Deforestada (ha año ⁻¹) | Biomasa Viva (tCO ₂ e año ⁻¹) | Emisiones Total (tCO ₂ e año ⁻¹) |
| Maule | 3.287 | 178.399 | 26.243 | 204.642 |
| Biobío | 5.52 | 585.301 | 96.65 | 681.951 |
| La Araucanía | 1.687 | 593.276 | 140.44 | 733.715 |
| Los Ríos | 429 | 195.518 | 83.893 | 279.41 |
| Los Lagos Sur | 839 | 366.514 | 37.625 | 404.139 |
| Los Lagos Norte | 513 | 201.017 | 54.842 | 255.86 |
| Total | 12.275 | 2.120.024 | 439.693 | 2.559.717 |

Tabla 27. Emisiones debido a conversión de bosques nativos en plantaciones exóticas y matorral arborescente en el área del NREF/NRF subnacional de Chile.

c. Aumento de existencias de carbono forestal

Se considera de forma independiente los cálculos de absorciones producidas en los bosques que permanecen bosques, aquellos derivados del cambio de uso de suelo de otras tierras a bosques, donde se contabiliza también la transformación de Matorral Arborescente a Bosque Nativo y la transformación de Plantación Forestal a Bosque Nativo y Matorral Arborescente (según Catastro). Las diferentes fuentes se suman para integrar el NRF de Aumento de existencias de carbono forestal, equivalente a 7.9 millones de tCO₂e año⁻¹ (Tabla 28).

| Total de Aumento: | | | |
|--|---|---|---|
| Absorciones promedio de CO ₂ e al año | | | |
| Región | Otras tierras a bosques | Bosques que permanecen bosques | Total |
| | ton CO ₂ e año ⁻¹ | ton CO ₂ e año ⁻¹ | ton CO ₂ e año ⁻¹ |
| Maule | -98.814 | -656.862 | -755.677 |
| Biobío | -107.441 | -805.681 | -913.123 |
| Araucanía | -84.789 | -1.118.618 | -1.203.408 |
| Los Ríos | -49.696 | -1.583.854 | -1.633.550 |
| Los Lagos Sur | -22.477 | -3.352.095 | -3.381.331 |
| Los Lagos Norte | -6.759 | | |
| Total | -369.977 | -7.517.111 | -7.887.089 |

Tabla 28. Absorciones por las mejoras en el área del NRF subnacional de Chile.

A continuación se detallan las absorciones por Aumento de existencias en base a las diferentes metodologías y fuentes de información ocupadas para su estimación:

i. Bosques que permanecen bosques

El promedio anual de absorción por el aumento de contenido de carbono en bosques que permanecen bosques es aproximadamente 7.5 millones t CO₂ año⁻¹, La mayoría de estas absorciones surgen de las regiones de Los Lagos y Los Ríos (Tabla 29).

| Absorciones | |
|--------------|--------------------------------------|
| Región | Absorción (tCO ₂ e año-1) |
| Maule | -656.863 |
| Biobío | -805.681 |
| La Araucanía | -1.118.618 |
| Los Ríos | -1.583.854 |
| Los Lagos | -3.352.095 |
| Total | -7.517.111 |

Tabla 29. Absorciones por bosques que se mantienen como tales en el área del NRF subnacional de Chile.

ii. Cambio de uso de suelo

Las absorciones anuales promedio por aumento hechas a causa de otras tierras convertidas a bosques, la transformación de Matorral Arborescente a Bosque Nativo y la transformación de Plantación Forestal a Bosque Nativo y Matorral Arborescente⁴⁰ son aproximadamente 352 mil tCO₂ año⁻¹ (Tabla 30).

| Aumento de la conversión de tierra no forestal a bosque: | | | |
|--|--------------------------|---|--|
| Promedio anual de absorción de CO ₂ e | | | |
| Región - Nombre | Años de datos históricos | Área de Aumento (ha año ⁻¹) | Toneladas de CO ₂ e año ⁻¹ |
| Maule | 10 | 34.671 | -98.814 |
| Biobío | 10 | 25.783 | -107.441 |
| Araucanía | 6 | 14.266 | -84.789 |
| Los Ríos | 7 | 8.210 | -49.696 |
| Los Lagos Sur | 15 | 5.799 | -22.477 |
| Los Lagos Norte | 7 | 1.783 | -6.759 |
| Total | - | 90.514 | -369.977 |

Tabla 30. Absorciones debido a la conversión de tierras no forestales a bosques en el área del NRF subnacional de Chile.

d. Conservación de existencias de carbono forestal

El NREF/NRF de Conservación de existencias de carbono consistente en el flujo neto de absorciones y emisiones producidas en áreas de conservación resulta en un aproximadamente 1.8 millones de tCO₂e de absorción anual (Tabla 31).

| Nivel de Referencia – Flujo Neto | | |
|----------------------------------|------------------|----------------------------------|
| Región | Área total (ha) | Flujo (tCO ₂ e año-1) |
| Maule | 14.704 | -5.868 |
| Biobío | 89.747 | -29.029 |
| La Araucanía | 168.851 | -275.310 |
| Los Ríos | 227.173 | -513.922 |
| Los Lagos | 941.506 | -1.014.698 |
| Total | 1.441.980 | -1.838.828 |

Tabla 31. Conservación de existencias forestal de carbono NREF/NRF desglosado por región.

⁴⁰ Detalle en Anexo Herramientas: Herramienta_aumento

El total anual de emisiones en bosques que se mantienen como tal que ocurre dentro de áreas de conservación es aproximadamente 1 millón tCO₂e (Tabla 32).

| Emisiones | | |
|--------------|-----------------|--------------------------------------|
| Región | Área Total (ha) | Emisiones (tCO ₂ e año-1) |
| Maule | 153 | 903 |
| Biobío | 2.945 | 6.057 |
| La Araucanía | 5.337 | 77.334 |
| Los Ríos | 14.486 | 150.947 |
| Los Lagos | 75.970 | 788.866 |
| Total | 98.891 | 1.024.106 |

Tabla 32. Emisión de bosques dentro de áreas de conservación por región.

La cantidad de las absorciones anuales de GEI que ocurre dentro de estas áreas de conservación es cercano a los 2.9 millones de tCO₂e (Tabla 33).

| Absorciones | | |
|--------------|-----------------|--|
| Región | Área Total (ha) | Absorciones (tCO ₂ e año-1) |
| Maule | 710 | -6.771 |
| Biobío | 6.588 | -35.085 |
| La Araucanía | 12.850 | -352.644 |
| Los Ríos | 31.235 | -664.869 |
| Los Lagos | 99.963 | -1.803.564 |
| Total | 151.346 | -2.862.934 |

Tabla 33: Absorción de carbono de los bosques dentro de las áreas de conservación por región.

e. NREF/NRF de bosque nativo subnacional de Chile

Según lo expresado anteriormente Chile presenta el NREF/NRF de bosque nativo y alcance subnacional para cuatro actividades REDD+ con emisiones anuales de 1.78 millones de tCO₂e por Deforestación, 6.42 millones de tCO₂e por Degradación y absorciones anuales de -1.8 millones de tCO₂e por Conservación de existencias y -7.9 millones de tCO₂e por Aumento de existencia de carbono forestal, como se muestra en la Tabla 34.

| NREF/NRF | | | | |
|-----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Actividad REDD+ | Deforestación | Degradación | Conservación | Aumentos |
| Maule | 29.862 | 274.59 | -5.868 | -755.677 |
| Biobío | 222.431 | 804.552 | -29.029 | -913.123 |
| La Araucanía | 167.427 | 1.101.394 | -275.310 | -1.203.408 |
| Los Ríos | 448.906 | 743.861 | -513.922 | -1.633.550 |
| Los Lagos | 913.199 | 3.500.374 | -1.014.698 | -3.381.331 |
| Total | 1.781.825 | 6.424.771 | -1.838.828 | -7.887.089 |

Tabla 34. NREF/NRF subnacional de Chile

8. CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

a. Deforestación

La incertidumbre del NREF de Deforestación fue estimada según el método de propagación de errores descrito en la ecuación 3.2 del IPCC (2006). La incertidumbre para el NREF de Deforestación solo incluye errores de muestreo, y no errores de modelos como los alométricos.

Para estimación de la incertidumbre del NREF de Deforestación a través de la propagación de errores se ocuparon los factores descritos en la Tabla 35, que representan datos recopilados de las estimativas de incertidumbre del INGEI de Chile, así como la respectiva ponderación de cada factor.

La incertidumbre estimada para el NREF de Deforestación es equivalente en 4.9%.

| Factores de Emisión | | | |
|-------------------------------------|-----------|--|---|
| Ítem | Error (%) | Fuente | Ponderación |
| Biomasa acumulada de Bosque Nativo | 10 | Error estimado de las parcelas permanentes del Inventario forestal continuo del INFOR. | Existencia de biomasa aérea (tC/ha) |
| Necromasa (Biomasa muerta en pie) | 28 | Error estimado de las parcelas permanentes del Inventario forestal continuo del INFOR. | Mitad de la existencia de necromasa (tC/ha) |
| Necromasa (Residuos sobre el suelo) | 24 | Error estimado de las parcelas permanentes del Inventario forestal continuo del INFOR. | Mitad de la existencia de necromasa (tC/ha) |
| Factor R de Bosque nativo | 40 | Cálculo de error en base a datos estadísticos del Inventario de Biomasa y contabilidad de carbono de la UCh. | Existencia de biomasa subterránea (tC/ha) |

| Datos de Actividad | | | |
|-----------------------------|-----------|--|---------------------------------------|
| Ítem | Error (%) | Fuente | |
| La Araucanía (Uso y Subuso) | 8,2 | Universidad Austral de Chile y Universidad de la Frontera. 2014. Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de la región de La Araucanía. | Área deforestada en La Araucanía (ha) |
| Los Ríos (Uso y Subuso) | 0,4 | Universidad Austral de Chile. 2014. Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de la región de Los Ríos. | Área deforestada en Los Ríos (ha) |
| Los Lagos (Uso y Subuso) | 8,2 | CONAF/UACH. 2014. Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de recursos Vegetacionales Nativos de la Región de Los Lagos. | Área deforestada en Los Lagos (ha) |

Tabla 35: Fuentes de información utilizadas en la propagación de errores para estimación de la incertidumbre del FREL de deforestación. Fuente: INGEI de Chile 1990-2010

b. Degradación

La incertidumbre del NREF de Degradación fue estimada según el método de propagación de errores descrito en la ecuación 3.2 del IPCC (2006). La incertidumbre del NREF de Degradación consiste en la combinación de las incertidumbres de degradación por extracción de biomasa forestal, conversión de bosques nativos a plantaciones exóticas y matorral arborescente, e incendios forestales. La incertidumbre del NREF de Degradación incluye errores de muestreo y de modelación.

Para la incertidumbre del NREF de Degradación se ocuparan los factores descritos en la Tabla 36, que en su mayoría representan datos recopilados de las estimativas de incertidumbre del INGEI de Chile, así como la respectiva ponderación de cada factor.

La incertidumbre total estimada para el FREL de degradación es equivalente a 29.6%.

| Degradación en bosques que permanecen bosques | | | | |
|--|------------------|--|---|----------------------|
| Ítem | Error (%) | Fuente | Ponderación | Incertidumbre |
| Estimativa de área basal | 50,5 | Bahamondez, 2015 (Anexo Protocolos metodológicos) | Existencia de biomasa aérea (tC/ha) | 50,5% |
| Degradación por conversión a plantación y matorral arborescente | | | | |
| Ítem | Error (%) | Fuente | Ponderación | Incertidumbre |
| La Araucanía (Uso y Subuso) | 8,20 | Universidad Austral de Chile y Universidad de la Frontera. 2014. Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de la región de La Araucanía. | Área deforestada en La Araucanía (ha) | 4,5% |
| Los Ríos (Uso y Subuso) | 0,4 | Universidad Austral de Chile. 2014. Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de la región de Los Ríos. | Área deforestada en Los Ríos (ha) | |
| Los Lagos (Uso y Subuso) | 8,2 | CONAF/UACH. 2014. Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de recursos Vegetacionales Nativos de la Región de Los Lagos | Área deforestada en Los Lagos (ha) | |
| Biomasa acumulada de Bosque Nativo | 10,0 | Error estimado de las parcelas permanentes del Inventario forestal continuo del INFOR. | Existencia de biomasa aérea (tC/ha) | |
| Necromasa (Biomasa muerta en pie) | 28,4 | Error estimado de las parcelas permanentes del Inventario forestal continuo del INFOR. | Mitad de la existencia de necromasa (tC/ha) | |

| Necromasa (Residuos sobre el suelo) | 24 | Error estimado de las parcelas permanentes del Inventario forestal continuo del INFOR. | Mitad de la existencia de necromasa (tC/ha) | |
|--------------------------------------|-----------|---|--|---------------|
| Degradación por incendios forestales | | | | |
| Ítem | Error (%) | Fuente | Ponderación | Incertidumbre |
| Biomasa acumulada de Bosque Nativo | 10,0 | Error estimado de las parcelas permanentes del Inventario forestal continuo del INFOR. | Existencia de biomasa aérea (tC/ha) | 35,4% |
| Necromasa (Biomasa muerta en pie) | 28,4 | Error estimado de las parcelas permanentes del Inventario forestal continuo del INFOR. | Mitad de la existencia de necromasa (tC/ha) | |
| Necromasa (Residuos sobre el suelo) | 24,2 | Error estimado de las parcelas permanentes del Inventario forestal continuo del INFOR. | Mitad de la existencia de necromasa (tC/ha) | |
| Factor de combustión, Regiones | 36,0 | Error estimado a partir de la desviación estándar y media del factor de combustión por defecto de las GL-2006 | Emisiones de CO ₂ por quema de biomasa (tCO ₂) | |
| Factor de emisión CH ₄ | 29,0 | Error estimado a partir de la desviación estándar y media del factor de emisión por defecto de las GL-2006 | Emisiones de CH ₄ por quema de biomasa (tCO ₂) | |
| Factor de emisión N ₂ O | 43,8 | Error estimado a partir de la desviación estándar y media del factor de emisión por defecto de las GL-2006 | Emisiones de N ₂ O por quema de biomasa (tCO ₂) | |

Tabla 36: Fuentes de información utilizadas en la propagación de errores para estimación de la incertidumbre del FREL de degradación forestal

c. Aumento de existencias

La incertidumbre del NRF de Aumento de existencias de carbono forestal fue estimada según el método de propagación de errores descrito en la ecuación 3.2 del IPCC (2006). La incertidumbre del NRF de Aumento consiste en la combinación de las incertidumbres de aumento en existencias de carbono forestal en tierras convertidas a bosque nativo y aumentos en tierras forestales que permanecen como tales. La incertidumbre del NRF de Aumento incluye errores de muestreo y de modelación.

Para la incertidumbre del NRF de Aumento se ocuparan los factores descritos en la Tabla 37 que en su mayoría representan datos recopilados de las estimativas de incertidumbre del INGEI de Chile así como la respectiva ponderación de cada factor.

La incertidumbre total estimada para el FRL de aumentos de existencias de carbono forestal es equivalente a 48.3%.

| Bosques que permanecen como tales | | | | |
|--|------------------|--|---------------------------------------|----------------------|
| Ítem | Error (%) | Fuente | Ponderación | Incertidumbre |
| Estimativa de área basal | 50,5 | Bahamondez, 2015 | Existencia de biomasa aérea (tC/ha) | 50,5% |
| Tierras convertidas a bosques nativos | | | | |
| Ítem | Error (%) | Fuente | Ponderación | Incertidumbre |
| La Araucanía (Uso y Subuso) | 8,20 | Universidad Austral de Chile y Universidad de la Frontera. 2014. Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de la región de La Araucanía. | Área deforestada en La Araucanía (ha) | 5,6% |
| Los Ríos (Uso y Subuso) | 0,4 | Universidad Austral de Chile. 2014. Monitoreo de Cambios, Corrección Cartográfica y Actualización del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de la región de Los Ríos. | Área deforestada en Los Ríos (ha) | |

| | | | |
|-------------------------------------|------|--|---|
| Los Lagos (Uso y Subuso) | 8,2 | CONAF/UCh. 2014. Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de recursos Vegetacionales Nativos de la Región de Los Lagos | Área deforestada en Los Lagos (ha) |
| Necromasa (Biomasa muerta en pie) | 28,4 | Error estimado de las parcelas permanentes del Inventario forestal continuo del INFOR. | Mitad de la existencia de necromasa (tC/ha) |
| Necromasa (Residuos sobre el suelo) | 24 | Error estimado de las parcelas permanentes del Inventario forestal continuo del INFOR. | Mitad de la existencia de necromasa (tC/ha) |
| Factor R de Bosque nativo | 40 | Cálculo de error en base a datos estadísticos del Inventario de Biomasa y contabilidad de carbono de la UCh. | Existencia de biomasa subterránea (tC/ha) |

Tabla 37: Fuentes de información utilizadas en la propagación de errores para estimación de la incertidumbre del FRL de aumentos de existencias de carbono forestal

d. Conservación de existencias

La incertidumbre del NREF/NRF de Conservación de existencias de carbono forestal fue estimada según el método de propagación de errores descrito en la ecuación 3.2 del IPCC (2006). La incertidumbre del NREF/NRF de Conservación solo incluye errores de modelación.

Para la incertidumbre del NREF/NRF de Conservación se ocuparan los factores descritos en la Tabla 38.

La incertidumbre total estimada para el FREL de degradación es equivalente a 50.5%.

| Flujos (Degradación/Aumentos) de Carbono en Áreas de Conservación | | | |
|---|-----------|---|-------------------------------------|
| Ítem | Error (%) | Fuente | Ponderación |
| Estimativa de área basal | 50,5 | Bahamondez, 2015 (Anexo Protocolos metodológicos) | Existencia de biomasa aérea (tC/ha) |

Tabla 38: Fuentes de información utilizadas en la propagación de errores para estimación de la incertidumbre del FREL/FRL de conservación de existencias de carbono forestal

e. Propagación del Error

El total de la incertidumbre para el NREF/NRF de bosque nativo a escala subnacional de Chile ha sido estimada utilizando la ecuación 3.2 del método de propagación de error definido por el IPCC (2006) (Ecuación 1).

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 * x_1)^2 + (U_2 * x_2)^2 + \dots + (U_n * x_n)^2}}{|x_1 + x_2 + \dots + x_n|}$$

Ec. 1 (Ec. 3.2 del IPCC (2006))

Dónde:

U_{total} = el porcentaje de incertidumbre de la suma de las cantidades, es decir, la mitad del intervalo de confianza del 95 por ciento, dividido por el total y expresado como porcentaje. Este término «incertidumbre» se basa en el intervalo de confianza del 95 por ciento

x_i y U_i = las cantidades inciertas y el porcentaje de incertidumbres asociado, respectivamente

La incertidumbre total consiste en la propagación de los errores de las incertidumbres del NREF de Deforestación, NREF de Degradación, NREF/NRF de Conservación, y NRF de Aumento de existencias de carbono forestal. Como se describe en la Tabla 39 la incertidumbre total estimada para el NREF/NRF de bosque nativo a escala subnacional de Chile es 24.3%.

| Incertidumbre Total | | | |
|---------------------|-------------------------------|---------------|-------------|
| | Parámetro | Incertidumbre | Ponderación |
| Deforestación | $U_{deforestacion}$ | 4,9% | 1.781.825 |
| Degradación | $U_{degradacion}$ | 29,6% | 6.424.771 |
| Conservación | $U_{conservacion}$ | 50,5% | -1.838.828 |
| Aumentos | $U_{aumentos}$ | 48,3% | -7.883.790 |
| TOTAL | U_{TOTAL} | 24.3% | N.A. |

Tabla 39. Incertidumbre total de la propuesta subnacional del FREL/FRL de Chile.

9. REFERENCIAS

Bahamóndez, C., Martín, M., Muller-Using, S., Rojas, Y., Vergara, G., 2009. Case Studies in Measuring and Assessing Forest Degradation: An Operational Approach to Forest Degradation. (Forest Resources Assessment Working Paper.). Forestry Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Cabaña, C. 2011. Reseña histórica de la aplicación del DL701, de 1974, sobre Fomento Forestal. CONAF.

CONAF, 2008. Catastro de Uso del Suelo y Vegetación. Monitoreo y Actualización Región de Los Ríos.

CONAF, 2008. Catastro de Uso del Suelo y Vegetación. Monitoreo y Actualización Región del Biobío.

CONAF, 2009. Catastro de Uso del Suelo y Vegetación. Monitoreo y Actualización Región de Los Lagos

CONAF, 2009. Catastro de Uso del Suelo y Vegetación. Monitoreo y Actualización Región de La Araucanía.

CONAF, 2011. Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile.

CONAF, 2011. Catastro de Uso del Suelo y Vegetación. Monitoreo y Actualización, Región del Biobío y Región del Maule.

CONAF, CIREN, 2013. Proyecto Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de bosque nativo en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Libertador Bernardo O'higgins.

CONAF, Universidad Austral de Chile, 2014. Proyecto Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de recursos Vegetacionales Nativos de la Región de Los Lagos.

CONAF, Universidad Austral de Chile, 2014. Proyecto Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de recursos Vegetacionales Nativos de la Región de Los Ríos.

CONAF, Universidad Austral de Chile, 2014. Proyecto Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de recursos Vegetacionales Nativos de la Región de La Araucanía.

CONAF, 2014. Memoria CONAF 2010/2014

CONAF, 2014. FRA 2015 Country Report Chile.

CONAF, 2015. Chile, Criterios e Indicadores para la Conservación y el Manejo Sustentable de los Bosques Templados y Boreales. El proceso de Montreal. Segundo Reporte Nacional, Periodo 2003-2015.

CONAFOR, 2015. Propuesta del Nivel de Referencia de las Emisiones Forestales de México.

Donoso C., 2015. Estructura y dinámica de los bosques de del cono sur de América. Libro, Ediciones Universidad Mayor.

Donoso C., González M., LARA A. 2014. Ecología Forestal, Bases para el Manejo Sustentable y Conservación de los Bosques Nativos de Chile. Ediciones UACH.

FAO, 2007. Definitional issues related to reducing emissions from deforestation in developing countries.

FAO, 2012. FRA 2015 Términos y Definiciones.

González, M., Szejner, M., Muñoz, A.; Silva, J. Incendios catastróficos en bosques andinos de Araucaria-Nothofagus: Efecto de la severidad y respuesta de la vegetación. Artículo técnico. Revista Bosque Nativo, N°46.

Honeyman., P, 2009. Análisis del potencial impacto de la ley 20.283 de recuperación de bosque nativo y fomento forestal, sobre el uso de biomasa para la generación de energía. Tesis de magíster, U.Mayor.

Honeyman P., Cruz P., Schulze C., Hube C., Urrutia J., Ravanal C. 2009. Modelo de Gestión Forestal para el Uso Sustentable de los Bosques Mediterráneos Chilenos. Revista Virtual REDESMA Vol. 3(2).

INFOR, 2014. Los recursos forestales en Chile. Informe final Inventario continuo de bosques nativos y actualización de plantaciones forestales.

IPCC, 2001. Climate Change 2001: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom. New York, USA. PRESS SYNDICATE OF THE UNIVERSITY OF CAMBRIDGE.

IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry .Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for IPCC. Kanagawa, Japan.

IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for IPCC. Kanagawa, Japan.

IPCC, 2007. Cambio climático 2007. Informe síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. In: Pachauri, R.K. & Reisinger, A. (eds.). Ginebra, Suiza: IPCC.

IPCC, 2014. Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático Suiza: OMNPNUMA

Lubert F., P Pliscoff P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Libro Editorial Universitaria.

MAPSChile, 2013. Escenarios Referenciales para la Mitigación del Cambio Climático. Línea Base 2007-2030 y Dominio Requerido por la Ciencia en Chile.

MAPSChile, 2014. Opciones de Mitigación para Enfrentar el Cambio Climático. Línea Base 2007-2030 y Dominio Requerido por la Ciencia en Chile.

Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil, 2014. Brazil's submission of a Forest reference Emission Level (FREL) for reducing emissions from deforestation in the Amazonia biome for REDD+ results-based payments under the UNFCCC.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, 2014. Propuesta de nivel de referencia de las emisiones forestales por deforestación en el Bioma Amazónico de Colombia para pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC.

Montreal Process, 2015. Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests.

Naciones Unidas 1998. Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Oficina de Cambio Climático, 2014. Primer informe bienal de actualización de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Oficina de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile.

Palma V., 2004. Legislación forestal: un análisis al sistema de responsabilidad. Memoria para optar al grado de licenciada en ciencias jurídicas y sociales. Universidad de Chile, Facultad de derecho.

Pliscoff, P., Barra, C., Rovira, J. 2015. Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile.

Rojas, Y., Loguercio, G., Nieto, V., Bahamondez., C. 2014. Análisis de la degradación forestal en el marco REDD+.

Saelzer F., 1973. La Evolución de la Legislación Forestal Chilena. Libro UACH.

Sartori, A. 2014. Decisiones de REDD+ en la CoP19_ Alcances en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) de Chile. Documento Técnico N°219. CONAF

Sartori, A. and Colmenares, M. V. 2015. Sistemas de estandarización, certificación y orientaciones metodológicas con alcance en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) de Chile Santiago, Chile: CONAF, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.

Teillier S., 1999. Catálogo de las plantas vasculares del área altoandina de Salar de Coposa-cordón Collaguasi. Chile, Región de Tarapacá (I). <http://www.chlorischile.cl>.

Torrealba, J. A., Sartori, A., Emanuelli, P. and Aguilera, G. 2014. Planteamientos iniciales sobre los derechos del carbono forestal en Chile. Santiago, Chile: CONAF, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.

UN-REDD 2014. Resource Guide for Advanced Learning on REDD+. UN CC: LearnThe One UN Climate Change Learning Partnership

UN-REDD 2014. Emerging approaches to Forest Reference Emission Levels and/or Forest Reference Levels for REDD+.