



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SISTEMATIZACIÓN Y PROPUESTA DE METODOLOGÍAS PARA LA
CUANTIFICACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ABSORCIÓN DE
EMISIONES EN INSTRUMENTOS PÚBLICO-PRIVADOS EN SECTOR BOSQUES

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL

CLARA BENAVENTE VALDÉS

PROFESOR GUÍA:
EDGARDO SANTIBÁÑEZ VIANI

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ASTRID CONTRERAS FUENTES
MANUEL DÍAZ ROMERO

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio
Climático

SANTIAGO DE CHILE
2021

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE: Ingeniera Civil Industrial
POR: Clara Benavente Valdés
FECHA: 18/01/2021
PROFESOR GUÍA: Edgardo Santibáñez Viani

SISTEMATIZACIÓN Y PROPUESTA DE METODOLOGÍAS PARA LA CUANTIFICACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ABSORCIÓN DE EMISIONES EN INSTRUMENTOS PÚBLICO-PRIVADOS EN SECTOR BOSQUES

En conjunto con la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de generar una propuesta metodológica de medición de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de bosque y leña en Acuerdos de Producción Limpia (APL), y de su oferta para una comercialización efectiva. El fin, que se alcanzaría -con la posterior aplicación de sus resultados- es contribuir a una menor degradación de los bosques a través de una mejor valoración de las absorciones y emisiones evitadas de GEI.

En primer lugar, se exponen los antecedentes de la ASCC donde se describen a grandes rasgos sus funciones, sus formas de operar y los instrumentos utilizados, haciendo énfasis -para efectos de este estudio- en los APLs. Luego, a través de un árbol de problemas, se identifican los principales desafíos relacionados. A partir de la anterior constatación, se plantean los objetivos del estudio, los resultados esperados y sus alcances. En tercer lugar, se elabora un marco conceptual, donde se describen los conceptos claves y técnicos de la investigación. Finalmente, se presentan las diferentes metodologías que se utilizaron para cada uno de los objetivos específicos.

En cuanto a los resultados, en primera instancia, se realiza un estudio de contexto, concentrado tanto en la economía y finanzas ambientales como en los mercados de carbono existentes en Chile y el mundo. En segundo lugar, se profundiza en los APLs, lo que incorpora el Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) de las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA), así como la profundización de los APLs relacionados al bosque y la leña. En tercera instancia, para responder al objetivo general de la investigación, se proponen una serie de metodologías simples y verificadas para medir las emisiones y absorciones de GEI en este tipo de acuerdos. Por un lado, se plantean metodologías para APLs relacionados a la calidad y tipo de leña; y por el otro, las metodologías para la ordenación predial, para terminar con la presentación, de un estudio del modelo de negocio del sistema de gestión de comercialización de créditos de carbono en los APLs forestales.

Finalmente, se concluye que la implementación del sistema de medición en los APLs de bosques y leña será plausible, además de considerable en términos de su impacto. Con el crecimiento del mercado de carbono mundial, se observa un aumento en la demanda de absorciones mediante proyectos forestales, sobre todo en lo concerniente al manejo sustentable y reforestación. Finalmente, la inminente amenaza de degradación de los bosques del país, la necesidad de avanzar en soluciones sociales y medioambientales, además de la existencia de una fórmula responsable y específica para concretarlo son desafíos que exigen la urgente adopción de medidas como las propuestas en el presente trabajo.

*A mi ahijada Luna, mi niña
preciosa, fuerte, inteligente y poderosa.
Siguenos llenando de sabiduría y luz.*

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo, y el paso por la Universidad, no podría haber sido posible sin la ayuda y apoyo de muchas personas, a quienes les estaré siempre agradecida.

En primer lugar, quiero agradecer a mis papas, quienes han sido el pilar fundamental. A mi mamá Angélica, por estar siempre, y por su entrega y amor incondicional. A mi papá Aristides, por enseñarme la importancia de la libertad y de soñar en grande.

A toda mi familia. A mis abuelos, por ser un gran ejemplo de vida. A mis primas y primos, tías y tíos, por todo el cariño. Gracias Mamá Nelly, Elisa y Rodrigo por haber sido parte de este informe.

A mis amigas y amigos buchefianos, en especial a Valentina, mi hermana de la Universidad, por su alegría constante. Muchas gracias Constanza, Florencia, Diego, Benjamín, Mauricio, Ignacio, Juan Pablo y Joaquín, por los mejores momentos universitarios, llenos de risas, apoyo y amistad.

A mis amigas antiguas, las que han estado siempre ahí, gracias por ser las mejores. En especial a la Antonia, por su gran entrega y dedicación. Gracias Agustina, Dominga, Rosario, Antonia y María Ignacia, por contribuir en este escrito.

A Edgardo Santibáñez por su inmejorable guía, sabiduría y compañía durante el trabajo de tesis. Gracias Astrid Contreras, Juan Romero y Manuel Díaz por sus correcciones, sugerencias y consejos para este trabajo.

A los de la Agencia, Ismael Díaz, Nelson Tabilo y Ambrosio Yóbanolo por entregarme todas las herramientas y recomendaciones necesarias. Fueron un apoyo muy importante.

A todos los entrevistados, en especial a Ángel Sartori, Pablo Cruz y Pablo Honeyman, por toda la información y apoyo que me brindaron durante este proceso.

Gracias a todas y todos con quienes compartí estos seis años. Me quedo con recuerdos inolvidables, aprendizajes dentro y fuera de las clases, pero por sobre todo, con haber conocido grandes personas.

TABLA DE CONTENIDO

1.	ASPECTOS GENERALES	1
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	ANTECEDENTES GENERALES DE LA ASCC	2
1.3	JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.4	OBJETIVOS, RESULTADOS Y ALCANCE	10
1.5	MARCO CONCEPTUAL	13
1.6	METODOLOGÍA	16
2.	MERCADO DE CARBONO EN CHILE Y EL MUNDO	20
2.1.	CONTEXTO MUNDIAL PERTINENTE	20
2.2.	CONTEXTO EN CHILE	25
2.2.1.	<i>Mercado Voluntario</i>	25
2.2.2.	<i>Mercado Regulado</i>	25
2.3.	SISTEMAS DE VERIFICACIÓN DE CRÉDITOS	28
3.	ACUERDOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA	32
3.1.	ACUERDOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA	32
3.2.	MEDICIÓN, REPORTE Y VERIFICACIÓN (MRV) DE LA NAMA	34
3.3.	APLs DE BOSQUES Y LEÑA	37
4.	METODOLOGÍAS DE CONTABILIDAD DE CARBONO	39
4.1.	PROCESO DE ELECCIÓN DE METODOLOGÍAS	39
4.2.	METODOLOGÍAS PARA CALIDAD Y TIPO DE LEÑA	43
4.2.1.	<i>Metodología Simple</i>	43
4.2.2.	<i>Metodologías verificadas</i>	48
4.3.	METODOLOGÍAS PARA ORDENACIÓN PREDIAL	53
4.3.1.	<i>Metodología simple</i>	53
4.3.2.	<i>Metodologías verificadas</i>	64

5.	MODELO DE NEGOCIOS	75
5.1.	<i>CANVAS</i>	75
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
6.1.	CALIDAD Y TIPO DE LEÑA	85
6.2.	ORDENACIÓN PREDIAL	86
6.3.	CRÉDITOS DE CARBONO	89
7.	BIBLIOGRAFÍA	91
8.	SIGLAS	97
9.	GLOSARIO	99
10.	ANEXOS	102
10.1.	ANEXO I: DISTRIBUCIÓN FONDO DE PRODUCCIÓN LIMPIA	102
10.2.	ANEXO II: APLs CON MAYORES REDUCCIONES DE GEI	103
10.3.	ANEXO III: COMERCIO DE EMISIONES EN EL MUNDO	104
10.4.	ANEXO IV: SECTORES REGULADOS EN LOS SISTEMAS DE COMERCIO DE EMISIONES	105
10.5.	ANEXO V: EJEMPLOS PROYECTOS DE SECUESTRO DE CARBONO BASADOS EN LA TIERRA	106
10.6.	ANEXO VI: APLs DE BOSQUE Y LEÑA	107
10.7.	ANEXO VII: CLASIFICACIÓN PARA METAS Y ACCIONES DE LOS APL	116
10.8.	ANEXO VIII: MERCADO DE LAS PRINCIPALES ESTÁNDARES AFOLU	122
10.9.	ANEXO IX: EJEMPLO DE LA APLICACIÓN VM0006, PROYECTO REDD+ EN COLOMBIA	123
10.10.	ANEXO X: EJEMPLO DE LA APLICACIÓN VM0009, LOWER ZAMBEZI REDD+ PROJECT	125
10.11.	ANEXO XI: EJEMPLO DE LA APLICACIÓN VM0007, PROYECTO REDD MAKIRA EN MADAGASCAR	128

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DOTACIÓN DE PERSONAL.	4
TABLA 2: OBJETIVOS CON LOS RESULTADOS ESPERADOS RESPECTIVOS.	11
TABLA 3: BUENAS PRÁCTICAS POR ESLABÓN PRODUCTIVO DE LA CADENA DE COMERCIALIZACIÓN DE LEÑA.	44
TABLA 4: FACTORES DE EMISIÓN SEGÚN TIPO DE EQUIPO, CALIDAD DE LEÑA Y USO.	46
TABLA 5: EJEMPLOS DE ESTIMACIÓN DE CAPTURAS EN SUMIDEROS PARA EL PREDIO TANUMÉ.	53
TABLA 6: EJEMPLOS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL PREDIO TANUMÉ.	54
TABLA 7: FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI.	55
TABLA 8: DENSIDAD DE MADERA PINUS RADIATA.	58
TABLA 9: FACTORES DE CONVERSIÓN PARA VOLUMEN EXTRAÍDO DE MADERA COMERCIALIZABLE.	59
TABLA 10: INTERVENCIONES DEL PLAN DE ORDENACIÓN PARA PINUS RADIATA.	60
TABLA 11: STOCK DE BIOMASA E INCREMENTO DE BIOMASA POR EDAD.	61
TABLA 12: VIDA MEDIA PREDETERMINADA PARA TIPOS DE PRODUCTOS FORESTALES RECOLECTADOS.	62
TABLA 13: PROPORCIÓN DE DESTINOS DE BIOMASA EXTRAÍDA DEL PREDIO TANUMÉ.	62
TABLA 14: INCREMENTO DE BIOMASA DEL 2019 POR CONGLOMERADO.	63
TABLA 15: RESERVAS DE CARBONO.	66
TABLA 16: GASTOS RELACIONADOS A LA FASE DE GESTACIÓN.	81
TABLA 17: GASTOS RELACIONADOS A LA FASE DE IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN.	81
TABLA 18: TABLA COMPARATIVA ENTRE LAS DISTINTAS METODOLOGÍAS.	87
TABLA 19: PROYECTOS DE SECUESTRO DE CARBONO BASADOS EN LA TIERRA.	106
TABLA 20: TABLA DE CLASIFICACIÓN PARA METAS Y ACCIONES DE LOS APL.	116
TABLA 21: CLASIFICACIÓN DE USO DE SUELO CONSIDERADO EN EL PERIODO DE REFERENCIA.	124
TABLA 22: RESULTADOS DE INTERPRETACIÓN VISUAL DE PUNTOS PRESENTADOS.	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: METODOLOGÍA AGILE.	16
ILUSTRACIÓN 2: MODELO CANVAS.	17
ILUSTRACIÓN 3: VENTA DE DERECHOS DE EMISIONES.	20
ILUSTRACIÓN 4: MODELO DE APL.	32
ILUSTRACIÓN 5: BPMN ELECCIÓN METODOLOGÍA DE CONTABILIDAD DE CARBONO PARA APL.	40
ILUSTRACIÓN 6: FLUJOS DE GEI EN EL CEF.	54
ILUSTRACIÓN 7: CONVERSIONES DE UNIDADES DE FLUJO DE CARBONO.	58
ILUSTRACIÓN 8: PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL ESCENARIO DE LÍNEA BASE.	68
ILUSTRACIÓN 9: TIPOS DE LÍNEA BASE.	68
ILUSTRACIÓN 10: RESUMEN DE PROCESO DE ESTIMACIÓN DE LÍNEA BASE.	71
ILUSTRACIÓN 11: COMERCIO DE EMISIONES EN EL MUNDO.	104
ILUSTRACIÓN 12: SECTORES REGULADOS EN LOS SISTEMAS DE COMERCIO DE EMISIONES.	105
ILUSTRACIÓN 13: MAPA DE ESTRATIFICACIÓN DE LA COSTA DEL PACÍFICO DE COLOMBIA.	123
ILUSTRACIÓN 14: DISTINTAS ÁREAS DEL PROYECTO LOWER ZAMBEZI REDD+.	125
ILUSTRACIÓN 15: DEFORESTACIÓN ENTRE LOS AÑOS 1989 Y 2009 EN EL ÁREA DE REFERENCIA DEL PROYECTO.	126
ILUSTRACIÓN 16: PUNTOS DE MUESTREO VISUAL PARA DEFORESTACIÓN ENTRE LOS AÑOS 1984 Y 2009.	126
ILUSTRACIÓN 17: PROYECTO REDD MAKIRA.	128
ILUSTRACIÓN 18: MAPA DE RIESGO USADO PARA DEFINIR LA UBICACIÓN DE LA DEFORESTACIÓN PROYECTADA.	130

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>GRÁFICO 1: TRAYECTORIA DE EMISIONES DEL ESCENARIO DE CARBONO NEUTRALIDAD</i>	6
<i>GRÁFICO 2: MERCADO DE CARBONO ENTRE LOS AÑOS 2012-2020.</i>	21
<i>GRÁFICO 3: PROYECTOS REGISTRADOS SEGÚN TIPO Y KT CO₂E PROMEDIO ESTIMADAS.</i>	26
<i>GRÁFICO 4: FLUJO ANUAL DE CERS VERIFICADOS, DESEGREGACIÓN SECTORIAL.</i>	26
<i>GRÁFICO 5: MODELOS DE VOLUMEN PROMEDIO PARA PINUS RADIATA CON RESPECTO A EDAD.</i>	57
<i>GRÁFICO 6: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA CUANTIFICACIÓN DE GERS.</i>	69
<i>GRÁFICO 7: DISTRIBUCIÓN FPL.</i>	102
<i>GRÁFICO 8: DISTRIBUCIÓN DE LOS DIEZ APL CON MAYORES REDUCCIONES.</i>	103
<i>GRÁFICO 9: CUOTA DE MERCADO DE LAS PRINCIPALES ESTÁNDARES AFOLU.</i>	122
<i>GRÁFICO 10: FUNCIÓN LOGÍSTICA OBTENIDA DE INTERPRETACIÓN VISUAL DE PUNTOS.</i>	127
<i>GRÁFICO 11: DEFORESTACIÓN OBSERVADA Y PROYECTADA EN LA RRD.</i>	129
<i>GRÁFICO 12: DEFORESTACIÓN PROYECTADA EN LA RRL.</i>	129

ÍNDICE DE ESQUEMAS

ESQUEMA 1: ORGANIGRAMA AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO.	2
ESQUEMA 2: ÁRBOL DE PROBLEMAS Y CONSECUENCIAS.	5
ESQUEMA 3: ÁRBOL DE PROBLEMAS Y CAUSAS.	8
ESQUEMA 4: METODOLOGÍAS PARA CADA OBJETIVO ESPECÍFICO.	18
ESQUEMA 5: MODELO DE NEGOCIOS.	75

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

Todo lo que vive está formado por moléculas de carbono (C): las personas, los animales, las plantas, los suelos, y más. A su vez, el dióxido de carbono (CO_2) es un gas que los seres humanos exhalamos y que las plantas y los árboles absorben. El futuro de la tierra se encuentra amenazado por la actual crisis climática que la afecta. Los desastres naturales tales como huracanes o incendios, se han encargado de demostrarlo.

El problema del cambio climático ocurre cuando hay un exceso de carbono en la atmósfera. ¿Cómo ocurre esto? Todo remite al equilibrio y el balance: hace más de 500 millones de años, cuando las plantas florecieron en la tierra, el carbono circulaba de manera balanceada, lo que fue el facilitador de la evolución de todos los seres vivos. Con el paso del tiempo, el ser humano descubrió la forma de extraer carbono del reservorio fósil y quemarlo para producir energía, quebrando así el equilibrio, llevando el carbono a la atmósfera. Adicionalmente, la manera en que actualmente se trabaja el suelo, los árboles y las plantas, trasladamos toneladas de carbono desde el suelo y la biosfera hacia la atmósfera.

A la fecha, se registra un récord en la altura de concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, llegando a 416,21 partes por millón (ppm) (ONU, 2020), lo que rompe con el equilibrio y afecta gravemente la temperatura del planeta. Además, los océanos absorben gran parte de este CO_2 , lo que provoca una alta acidificación de las aguas que termina afectando el ecosistema marino y sus entornos que dan vida.

En este sentido, además de frenar la liberación de carbono de los receptores fósiles, se deben encontrar formas de absorber el exceso del carbono de la atmósfera. Es ahí donde los bosques y plantas tienen un rol fundamental ya que, a través de la fotosíntesis, absorben el carbono del aire y lo transforman en combustible para seguir creciendo. Sumado a esto, el 40% de este combustible vuelve a la raíz de las plantas, alimentando así a los microorganismos que viven en la tierra - encargados de producir nutrientes a las mismas plantas-. Es decir, a través de las plantas, el suelo es capaz de capturar el dióxido de carbono de la atmósfera (Tickell, 2020).

En Chile existe una alta degradación y deforestación de los bosques, entre otras razones destacan el bajo incentivo económico y social de su preservación, así como las escasas políticas públicas relacionadas a esta dimensión en específico. En este trabajo se busca abordar esta problemática con el fin de contribuir a la absorción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y así a mitigar la crisis climática mediante la inclusión del mercado de carbono en el marco regulatorio chileno a través de su cuantificación y medición.

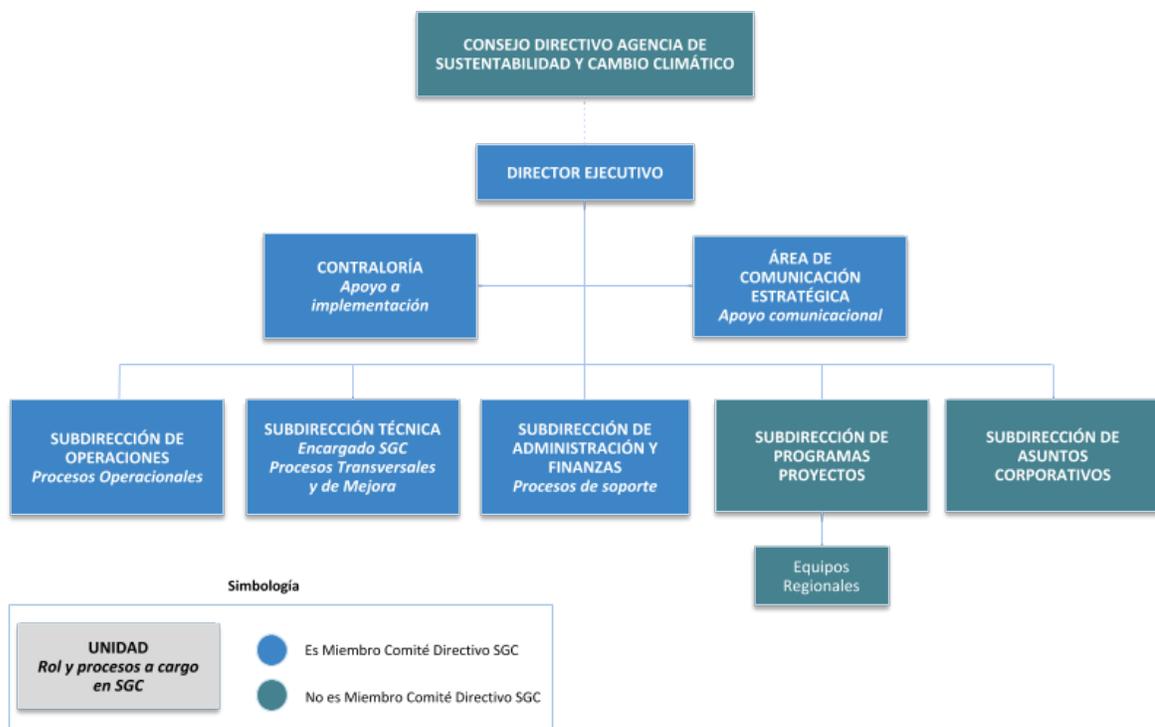
1.2 Antecedentes generales de la ASCC

La Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), perteneciente al Sector Público, es un Comité de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Este, es el delegado de fomentar la integración del Cambio climático y el desarrollo sostenible en el sector privado y en territorios a lo largo de todo Chile (ASCC, 2020). Actualmente cuenta con 52 trabajadores en su estructura.

La Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático basa sus labores en las siguientes definiciones para misión y visión (ASCC, 2020):

- **Misión:** “Fomentar la producción sustentable y la mitigación y adaptación al cambio climático en las empresas, con énfasis en las PYME y en los territorios, a través del diálogo y la colaboración público-privada.”
- **Visión:** “Ser referente en materia de cooperación público-privada en el desarrollo de una economía sustentable, resiliente y baja en carbono, y en el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por Chile en estas materias.”

En el siguiente esquema se puede observar el organigrama de la institución:



Esquema 1: Organigrama Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático.

Fuente: PPT Ministro Economía para diseño IDV

La ASCC realiza sus funciones y cumple sus objetivos principales a través de acuerdos voluntarios, iniciativas de fomento, y unión con diferentes instituciones públicas, llevando a cabo múltiples proyectos y programas específicos para contribuir en una economía sostenible y sustentable. Por

otro lado, tiene un fuerte compromiso con todas las medidas y normativas que ha adoptado el país y la región en materias climáticas (ASCC, 2020).

Dentro de los instrumentos que brinda la ASCC están (Díaz, 2020):

- **Acuerdos de Producción Limpia:** “Convenio de carácter voluntario celebrado entre una asociación empresarial representativa de un sector productivo y los organismos públicos competentes en materias ambientales, sanitarias, de higiene y seguridad laboral, eficiencia energética e hídrica y de fomento productivo, cuyo objetivo es aplicar la Producción Limpia a través de metas y acciones específicas en un plazo determinado para el logro de lo acordado.”
- **Acuerdos de Gestión de Cuencas:** “Convenio entre empresas, organismos públicos competentes y otras organizaciones involucradas, para fomentar la producción limpia y el desarrollo sustentable en cuencas con actividades productivas, a través de sucesivos acuerdos y compromisos voluntarios de acciones orientados a cumplir objetivos y metas comunes.”
- **Acuerdos de Pre-inversión:** “Convenio que busca promover la adopción de altos estándares socio ambientales por parte de proyectos de inversión, mediante la implementación temprana de procesos participativos que faciliten el logro de acuerdos orientados a mejorar el proyecto y sus beneficios, así como a crear relaciones constructivas de largo plazo entre empresas, comunidades locales y otros actores de interés.”

La Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático fue creada el año 1998 a partir de la publicación de la Política de Producción Limpia y de la Secretaría Ejecutiva de Producción Limpia, dependiente del Ministerio de Economía de Chile. Luego en el año 2000, se crea el Comité de Fomento a la Producción Limpia, antiguamente llamado CPL, actual Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (Díaz, 2020).

Como se mencionó en el apartado anterior, los APLs son unos de los principales productos y servicios entregados por la Agencia. Estos acuerdos son un convenio público-privado de carácter voluntario que tienen como principal objetivo la producción limpia mediante el cumplimiento de metas y acciones, en plazos específicos. Siguiendo esta lógica, los acuerdos se desarrollan entre un gremio empresarial, el cual representa al sector productivo y los respectivos organismos públicos aptos en materias ambientales, sanitarias, de higiene y seguridad laboral, eficiencia energética e hídrica y de fomento productivo (ASCC, 2020).

La dotación de personal de la ASCC fue evolucionando desde agosto de 2018 a noviembre de 2019, tal como se señala en el siguiente cuadro reportado por la misma Agencia:

Tabla 1: Dotación de personal.

Periodo	Código Trabajo	Honorarios	GORES (ST24)	Programas Regionales	Total
Ago 2018	55	1	2	18	76
Dic 2018	53	9	2	18	82
Dic 2019	41	11	3	11	67

Fuente: PPT Ministro Economía para diseño IDV

Con respecto a la cantidad de dinero que se destina a los Acuerdos de Producción Limpia, varía dependiendo de cada acuerdo, las necesidades y programas. Para tener una imagen más amplia de este tema, en el año 2019, el total de fondos destinados para los APLs fue de \$ 761.422.165, de donde \$ 471.860.568 venían de un Fondo de Producción Limpia (FPL), mientras que \$ 289.561.597 provenían de otras fuentes de financiamiento. En el anexo I se puede observar gráficamente cómo se distribuye el dinero para los APLs desde el FPL. Allí, se puede ver que aproximadamente un 19% está destinado a la Evaluación final del cumplimiento, mientras que un 14% al Diagnóstico, Propuesta y Adhesión, y un 67% al ítem de Implementación (Díaz, 2020).

Teniendo en cuenta que la ASCC ha estado presente en la mayoría de los sectores industriales del país, se ha estado midiendo su impacto durante los últimos años. En el año 2019 se generaron ahorros económicos estimados en 37,8 millones de dólares, se estimó la reducción de 320 mil toneladas de CO_2 equivalente, se registraron 83.389 MWh de ahorro en consumo de energía eléctrica, se ahorró 424,818 m³ de agua de red, y se redujeron los residuos a disposición final a 27.182 toneladas (Díaz, 2020).

El primer Acuerdo de Producción Limpia (APL) fue el año 1999, y actualmente, existen 159 acuerdos de este tipo, 8.700 empresas involucradas, y 10.400 instalaciones. Los diez acuerdos con mayores reducciones de GEI se detallan en el anexo II, pero cabe destacar que los tres más influyentes son del Sector Industria de Alimentos Procesados, Sector Envases y Embalajes y Producción Sustentable de Aceite de Oliva (Díaz, 2020).

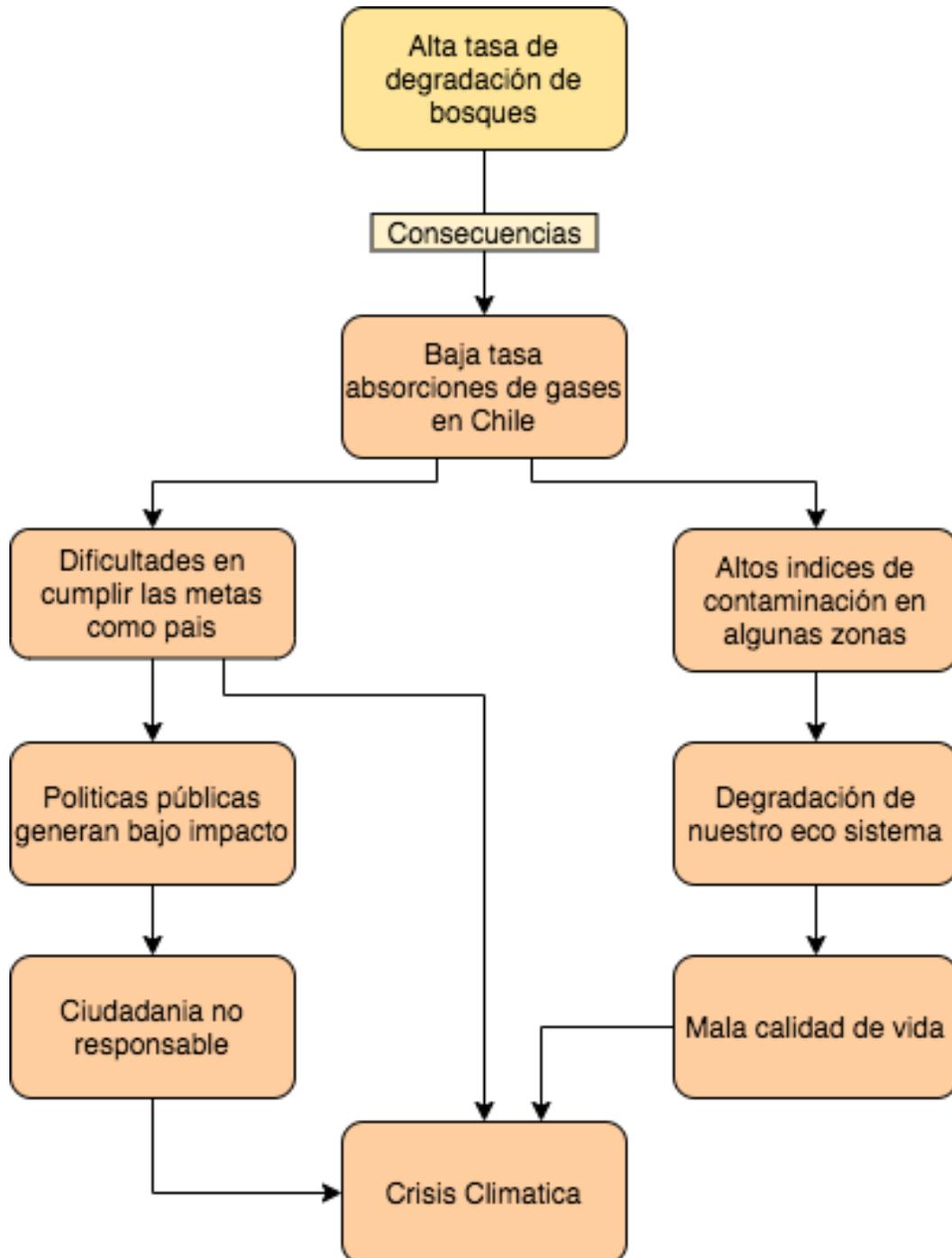
A su vez, existen siete acuerdos en torno a temas de interés, que son los relacionados a bosques y leñas. Cabe destacar que además, existen dos acuerdos relacionados con esta área, que están en proceso de gestación. Sumando, actualmente se cuenta con nueve APLs sobre el tema a estudiar (ASCC, 2020).

El área en donde se desempeñó el trabajo es la Subdirección Técnica, en la cual trabajan cuatro personas. El encargado del área es Ambrosio Yóbanolo. La labor del área es apoyar técnicamente a la ASCC mediante el diseño de instrumentos, la gestión de calidad de éstos y llevar a cabo el análisis del negocio. Como se puede observar en el organigrama, esta área es la encargada del Comité Directivo SGC quienes son los responsables del Sistema de gestión de Calidad de acuerdo con los requisitos de la Norma ISO 9001:2015. Estos mismos son los que monitorean el desempeño de procesos transversales y de mejora.

Con respecto a los APLs, esta área, junto a la de operaciones, llevan adelante el diseño, aplicación y gestión de estos Acuerdos. Los solicitantes de este trabajo son Ismael Díaz, encargado de Inteligencia de Negocios y Nelson Tabilo, Coordinador de Sistemas de Soporte y Tecnologías de Información.

1.3 Justificación del problema

En el siguiente esquema se puede observar una parte de un Árbol de Problemas, para así exponer el problema en sí, y sus consecuencias respectivas:



Esquema 2: Árbol de problemas y consecuencias.

Fuente: Elaboración propia

La realidad climática es un grave y urgente problema que enfrenta el planeta. El *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) en el 2014, con un 95% de certeza, señalaba que la actividad humana en el mundo es la principal causa del calentamiento global (IPCC, 2014). Se puede ver en diversos informes científicos el papel que cumple la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Tras más de 6.000 estudios, se puede dar cuenta de la relevancia de limitar el aumento de las temperaturas a 1,5°C tanto en la atmósfera como en el océano.

Chile no está ajeno a esta realidad, ya que es uno de los países más afectados por la crisis climática. Según la categorización y evaluación de las Naciones Unidas (ONU), el país cuenta con siete de nueve de los criterios de vulnerabilidad frente al impacto del cambio climático (Fundación TERRAM, 2018). Como consecuencia de esto, se han estudiado proyecciones de los efectos en el alza de temperatura y en la disminución de las precipitaciones, además del aumento de la frecuencia de eventos extremos como sequías e inundaciones (MMA, 2020).

Uno de los desafíos que tiene Chile, es lograr la carbono neutralidad al 2050 (elemento central de la nueva Contribución Nacionalmente Determinada (NDC), que está en proceso de consulta pública). Como se puede observar en el siguiente gráfico, los bosques cumplen un rol fundamental para dicho logro:

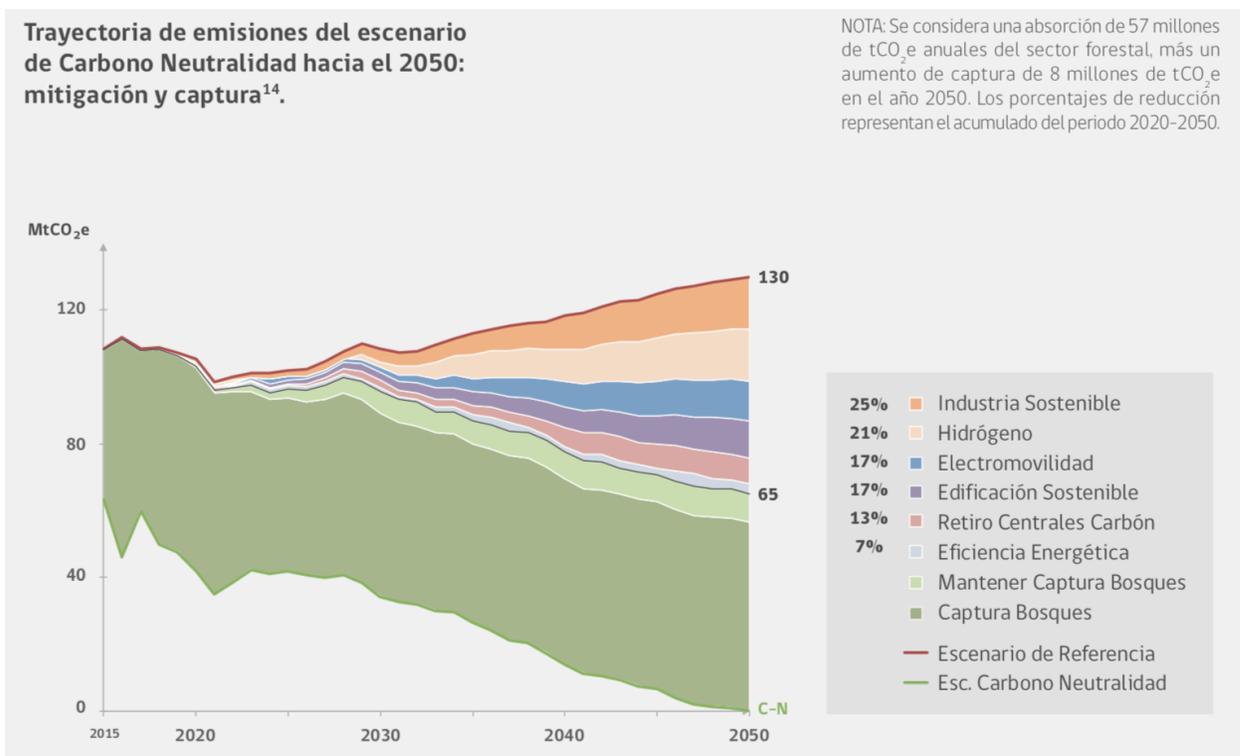


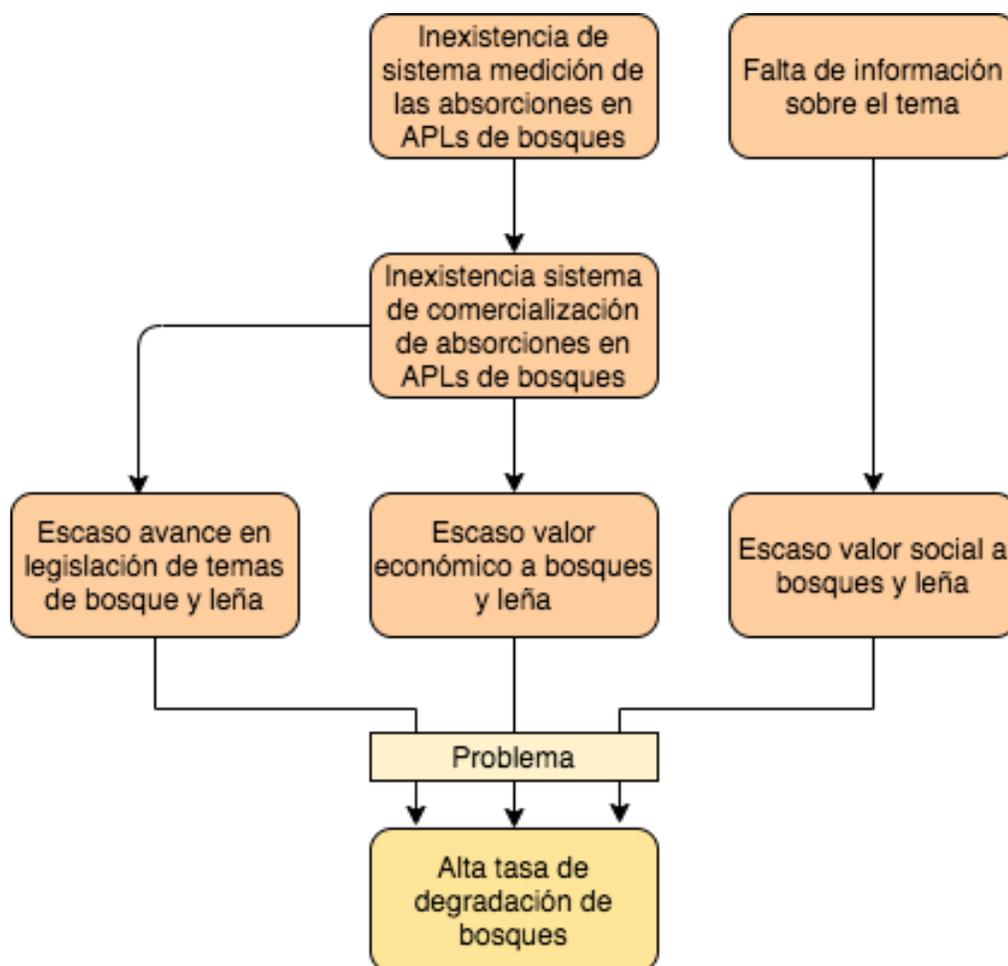
Gráfico 1: Trayectoria de emisiones del escenario de Carbono Neutralidad
Fuente: Ministerio de Energía

Por lo mismo, y a partir de lo anterior, nace la necesidad de trabajar en ellos y en diferentes instancias -tanto a nivel estatal como privado-, lo que incluye esfuerzos a nivel estatal, experiencias desarrolladas por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático y sus Acuerdos de Producción Limpia (APL).

Los bosques significan una herramienta clave en la absorción de gases, y hoy en día, en Chile, están siendo gravemente amenazados. Dentro de las causas de estas degradaciones, está la sustitución para la agricultura tradicional, la fruticultura y vitivinicultura, la destrucción causada por los incendios rurales, la interrupción del ciclo regenerativo por el ramoneo del ganado y la extracción no autorizada de la hojarasca a tierra de hoja y de feria, la introducción paulatina al paisaje de nuevas especies forestales de rápido crecimiento. Se suman a ella causas más recientes, tales como la subdivisión predial y atomización de la propiedad rural; los desmontes para el desarrollo industrial, mediana minería y expansión urbana; y otros usos inmobiliarios para diferentes fines (MMA, 2020).

Lo anterior evidencia el escaso valor económico que se le está dando actualmente a los bosques, y las razones por las cuales los dueños de éstos buscan medios que degradan el ecosistema, en vez de mantenerlos. Por otro lado, varios actores del rubro han mostrado interés en el desarrollo sustentable de actividades forestales con foco en los bosques nativos (MMA, 2020). Sin embargo, dentro de los APLs ligados a bosques y leña, se carece de un sistema de medición y, por ende, de comercialización de las absorciones que se pueden generar por medio del mantenimiento de bosques y la venta de leña de calidad.

A continuación, se presenta el diagrama que evidencia las causas encontradas al problema de la degradación de los bosques. A través de un Árbol de Problemas:



Esquema 3: Árbol de problemas y causas.

Fuente: Elaboración propia

Las principales preguntas se pueden dividir en tres: ¿Cómo medir y cuantificar?, ¿Cómo comercializar?, y, por último: ¿Cómo aumentar la oferta en créditos de carbono? A partir de lo anterior, se desglosan los distintos temas y sus respectivas preguntas.

- **Medición:** El encontrar un método de cuantificación de los APL sobre la absorción generada por bosques y leña, permitirá la comercialización y la venta de créditos de carbono que, finalmente, terminará favoreciendo a la acción climática. A su vez, otra hipótesis es que la medición contribuirá en la recolección y sistematización de información que podrá ser utilizada públicamente, tanto en términos de política pública, como de responsabilidad social y rendición de cuentas de las distintas empresas generadoras de gases.
- **Comercialización:** Actualmente, no existe una forma de medición que cuantifique las absorciones y emisiones de GEI. En este sentido, mediante la inserción de un sistema medición en los APLs, haría posible la comercialización de créditos. La hipótesis afirma que la introducción de un sistema de medición de absorciones de gases permitirá la entrada de los acuerdos al mercado de carbono -en el caso de que la cuantificación de resultados significativos sobre las absorciones o emisiones evitadas sean atribuidas al APL-.

- **Cambio en la oferta de créditos de carbono:** La pregunta principal es por la oferta de créditos de carbono. Actualmente, no se cuenta con una normativa y leyes vigentes. En primer lugar, la oferta cambia por el mero hecho de introducir un sistema de medición que permite la incorporación de nuevos actores al mercado de carbono. Posterior a esto, se predice un aumento de la oferta dado que, al unirse pequeños y medianos dueños de predios, estos podrán solventar los costos de la implementación de los créditos, que no podrían haber cubierto de manera individual.

En función de la hipótesis, se plantea un sistema de medición para los APLs, con la particularidad que podrán comercializar créditos. A su vez, esto incentivará a pequeños y medianos actores del sector forestal a aglutinarse, ya que, de otra forma, a muchos de ellos les sería insostenible participar.

Desde el año 2012, los APLs comenzaron a ser parte de la Acción Nacionalmente Apropiada de Mitigación (NAMA). Esto impulsó a ejecutar una metodología para levantar dichos resultados. A partir de lo anterior, entre 2012 y 2019 se han logrado reportar reducciones de 1,47 millones de toneladas de CO_2e , lo que se considera un gran avance en esta materia (Díaz, 2020).

En ese contexto, es que en la actualidad se han comenzado a trabajar con otros sectores relevantes, que incluyen a empresas del ámbito forestal y su cadena de valor. Por ello, se requiere -y es indispensable- ampliar dicha metodología, y así poder lograr los potenciales y favorecedores resultados. Así también analizar la posibilidad de que dichos resultados, puedan -o no- ser comercializados por las empresas.

La propuesta de valor permite el ordenamiento predial, tras la evaluación de la factibilidad de la comercialización de absorciones dentro de los APLs en temas de bosques y leña. Para eso, se debe generar una medición y cuantificación de absorción de emisiones de gases que permita comercializar estos créditos de carbono con la particularidad de la participación de pequeños y medianos actores. Es decir, una de las potencias del APL al incorporar la medición de absorción en él, es su enfoque asociativo, ya que junta mucha gente en un objetivo común, porque hay un mínimo para comercializar mediante la aglutinación de la oferta. Para la propuesta de valor es clave el concepto de sustentabilidad, mediante mayor cantidad de bosques, y mejor precio que se puede llegar a lograr.

Los principales beneficios que podría traer esta investigación sería ofrecer una segunda oportunidad a los bosques y aglutinación de oferta, lo cual podría verse reflejado directamente en el aumento de cantidades absorbidas de gases de efecto invernadero y, por ende, una respuesta clara y específica a la grave y urgente crisis climática y las metas que nos hemos propuesto como país para enfrentarla. Incorporar en los APLs los créditos de carbono tiene repercusiones socio ambientales muy relevantes, que deben ser tomadas en cuenta. Por último -y como parte de las recomendaciones- además de comercializar, podrán generarse nuevas metas que serán medidas con este mismo resultado.

1.4 Objetivos, resultados y alcance

El objetivo general de este trabajo de investigación es generar una propuesta metodológica de medición de emisiones de GEI en APLs de bosques y leña, y de su oferta para una comercialización efectiva.

El fin último -que se alcanzaría con la aplicación de los resultados- es contribuir a una menor degradación de los bosques mediante una mayor valoración de las absorciones y emisiones evitadas de GEI.

Los objetivos específicos que se buscan alcanzar con el transcurso de la tesis, y para el cumplimiento del objetivo general, se dividen en cuatro principalmente:

- 1) **Investigación:** Identificar criterios determinantes para el diseño de un sistema de medición y comercialización, a partir de la investigación del mercado e institucionalidad del carbono en Chile y del contexto mundial relevante.
- 2) **Investigación:** Identificar criterios determinantes para el diseño de un sistema de medición y comercialización, a partir de la investigación de los APLs, en especial los relacionados con bosque y leña.
- 3) **Medición:** Proponer metodologías de medición y cuantificación de absorciones y emisiones de GEI que sean implementables para los APLs de bosque y leña.
- 4) **Comercialización:** Generar un modelo de negocios preliminar de un futuro sistema de apoyo a la comercialización de créditos de carbono en los APLs del bosques y leña.

Además, para cada uno de los objetivos a cumplir, se plantean una serie de resultados esperados. Estos son relevantes para llevar a cabo el cumplimiento de los fines deseados, y son productos concretos que se entregarán tanto en el estudio de la tesis, como a la contraparte en la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático.

En la siguiente tabla se observa un diagrama que especifica los resultados esperados:

Tabla 2: Objetivos con los resultados esperados respectivos.

Objetivo General			
Generar una propuesta metodológica de medición de emisiones de GEI en APLs de bosques y leña, y de su oferta para una comercialización efectiva.			
Objetivo Específico 1	Objetivo Específico 2	Objetivo Específico 3	Objetivo Específico 4
Identificar criterios determinantes para el diseño de un sistema de medición y comercialización, a partir de la investigación del mercado e institucionalidad del carbono en Chile y del contexto mundial relevante.	Identificar criterios determinantes para el diseño de un sistema de medición y comercialización, a partir de la investigación de los APLs, en especial los relacionados con bosque y leña.	Proponer metodologías de medición y cuantificación de absorciones y emisiones de GEI que sean implementables para los APLs de bosque y leña.	Generar un modelo de negocios preliminar de un futuro sistema de apoyo a la comercialización de créditos de carbono en los APLs del bosques y leña.
Resultados 1	Resultados 2	Resultados 3	Resultados 4
Estudio de contexto mundial.	Estudio sobre los Acuerdos de Producción Limpia.	Evaluación de procesos y estructura actual de los APLs (conjunto objetivo anterior).	Propuesta de modelo Canvas para sistema de gestión de comercialización de absorciones.
Estudio de contexto en Chile.	Estudio sobre el sistema de medición, reporte y verificación de diferentes APLs.	Propuesta de metodologías simples y estandarizadas para la cuantificación de absorciones y emisiones de GEI.	
Estudio sobre el sistema de verificación de los créditos de carbono.	Estudio sobre los APLs de bosques y leña.	Propuesta de metodologías verificadas para la cuantificación de absorciones y emisiones de GEI.	

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los resultados esperados con el primer objetivo específico -el cual trata sobre el desarrollo de una investigación previa-, este tiene relación con estudios, informes y reportes que detallan el entendimiento de las materias necesarias. Se comienza con un análisis del contexto general, incorporando la economía y finanzas ambientales, los mercados de carbonos existentes en el mundo y en Chile, además de su funcionamiento. Luego, se realiza un estudio sobre el sistema de verificación de los créditos de carbono.

El segundo objetivo específico -el cual también trata sobre el desarrollo de una investigación previa-, empieza con un estudio general sobre los APLs. Luego, se lleva a cabo un estudio sobre el sistema de medición, reporte y verificación usado actualmente en los APLs que ya están implementados. Y, por último, se realiza un reporte respecto a lo que existe actualmente dentro de los APLs relacionados con bosque y leña, lo que le falta a cada uno, o en general, y el entendimiento de los conceptos esenciales para ahondar en este tema específicamente.

El tercer objetivo específico propone metodologías de medición y cuantificación de absorciones y emisiones de GEI implementables en los APLs de bosques y leñas. En concreto, se realiza una propuesta y evaluación del flujo de proceso para la elección de metodologías de los APLs de bosques y leñas. Con esto, se proponen metodologías simples y estandarizadas para la cuantificación de absorciones y emisiones de GEI, y finalmente termina con propuestas metodológicas verificadas para dicho objetivo. Cabe destacar, que todos los resultados esperados están basados en pasos de una metodología Agile, la cual será explicada posteriormente en el informe.

Por último, el cuarto objetivo específico es sobre la generación de un modelo de negocios preliminar de un futuro sistema de apoyo a la comercialización de créditos de carbono en los APLs del bosques y leña. Primero, se realiza un estudio de mercado que detalla las futuras experiencias de comercialización de absorciones en el mundo y Chile, además de la factibilidad de estos modelos en los APLs de bosques y leña. Esto se lleva a cabo por medio de una propuesta de modelo *Canvas* sobre el sistema de comercialización de absorciones y emisiones evitadas por medio de los APLs de bosque y leña.

En la actualidad, existen muchos APLs cuyas absorciones de gases están cuantificadas, pero aun así, los APLs de bosques y leña no cuentan con un sistema de medición para esto. Dado a lo anterior, la investigación requiere profundizar específicamente en los APLs señalados, donde las absorciones y emisiones evitadas se generan por medio de la conservación, el manejo forestal sustentable, la compra de leña sustentable y el uso de leña seca.

Como se mencionó anteriormente, son nueve los APLs relacionados con bosque y leña. Entre ellos, siete ya están implementados y dos están en gestación. El trabajo realizado es llevado a cabo en torno a los que ya están implementados, pero se espera que sirva para la gran mayoría de los acuerdos del sector forestal.

A su vez, se realiza una investigación pertinente al tema, la cual es un complemento necesario para el pilar fundamental del objetivo general: la propuesta de un sistema de medición. Es clave enfatizar que en esta última es donde se busca un mayor alcance en el trabajo de tesis y, por ende, al que más tiempo se le entrega.

1.5 Marco Conceptual

Según la RAE, la Economía es: “la ciencia que estudia los métodos más eficaces para satisfacer las necesidades humanas materiales, mediante el empleo de bienes escasos” (RAE, 2020). Esta ciencia estudia los recursos, las riquezas, los bienes y servicios para las necesidades humanas. Se asume que existe un mercado que asigna correctamente, pero es importante tener en cuenta que este también falla.

La Economía Ambiental se ha ido desarrollando crecientemente con la necesidad que existe, como lo es la crisis climática. Al igual que todos los modelos económicos, existen fallos. Uno de ellos es la contaminación. Esta externalidad negativa es un coste social que ocurre cuando un bien genera efectos negativos en individuos que no están participando en el mercado.

El precio al carbono es la forma en que los países y mercados fijan un valor monetario a la emisión de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). Principalmente, hay tres tipos de precios al carbono que se ocupan en los mercados mundiales (Precio al Carbono, 2020):

- **Sistema de Permisos de emisión transable (*Cap & Trade*):** este método busca reducir las emisiones de GEI, poniendo un límite máximo en sectores de la economía donde las empresas involucradas tienen determinados permisos por cada tonelada. Los permisos pueden transarse (*trade*) generando así una oferta y demanda para tener más flexibilidad en los tiempos y fórmulas a reducir.
- **Sistemas de Compensación (*OFFSETS*):** este método busca reducir o absorber emisiones de GEI mediante compensaciones. Esto se traduce en los créditos de carbono que tienen por objetivo en otros países/sectores, las emisiones que no se logran reducir. Es importante destacar que una de las grandes ventajas de este sistema es que, al comprar créditos de carbono, las empresas ayudan al financiamiento esencial de proyectos de energía renovable, de protección forestal y reforestación, silvicultura, biodiversidad, que, de otro modo, no sería económicamente viable.
- **Impuestos Pigouvianos:** este método grava las emisiones, donde los actores tienen un incentivo económico, buscando reducir su carga tributaria. Está basado en el principio de eficiencia económica y el impuesto se calcula según el daño que genera la externalidad (Sostenibilidad para todos, 2020).

Cabe destacar que cada uno de los métodos tiene varias ventajas y desventajas, las cuales se abordan en profundidad a lo largo del trabajo de tesis.

Hoy en día, en Chile, existe la Ley 19.300 sobre bases generales del Medio Ambiente, la cual impulsa y nos da el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. En este sentido, vela por la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental. Además, el país tiene como meta la Estrategia Nacional de Biodiversidad para el año 2030. Esta considera que “las instituciones públicas, los sectores productivos y de servicios de Chile que generen impacto sobre la biodiversidad, deben avanzar en la aplicación permanente de políticas y medidas para conservar y usar sustentablemente la biodiversidad nacional y sus servicios ecosistémicos” (MMA, 2020).

Chile implementó los Impuestos Verdes el año 2013, los que incorporaron tres nuevos gravámenes a las emisiones de fuentes móviles y fuentes fijas. Estos fueron agregados a la Reforma Tributaria aprobada en la Ley 20.780. Los impuestos son relacionados a:

- Venta de vehículos livianos de acuerdo con el rendimiento y emisiones de NOx.
- Fuentes fijas y grava emisiones de los contaminantes locales que afectan directamente a las comunidades aledañas bajo sus emisiones de NOx, MP y **SO₂**.
- Directo al **CO₂**.

Es importante saber que la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) es el ente encargado de establecer los sistemas de monitoreo, reporte, y verificación. Los encargados de monitorear son el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV), quienes permiten sustentar y validar la información asociada a las emisiones afectas a impuesto.

La Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile es la herramienta y documento mediante el cual se plantean los esfuerzos y metas en el ámbito medioambiental. La meta con respecto a la intensidad de emisiones plantea que al año 2030 se espera reducir la emisión de CO₂ por unidad de PIB en un 30%. Con respecto a la meta específica del sector forestal, se plantea un manejo sustentable y la recuperación de 200 mil hectáreas de bosque nativo y la forestación de 200 mil hectáreas (> nativo). Todo esto, reduciendo la degradación y deforestación del bosque nativo un 25% para el año 2030 (MMA, 2020).

A su vez, el Ministerio del Medio Ambiente maneja el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SNICHILE) para mostrar gráfica y numéricamente el Inventario de GEI a nivel país. En este, se muestran diferentes tipos de gases, así como los lugares de las emisiones o absorciones (regiones), los años en que se emitieron o absorbieron, y los diferentes sectores responsables de lo anterior (MMA, 2020).

Dentro de los instrumentos que existen a nivel mundial, se encuentra la Alianza de Preparación para los Mercados de Carbono (PMR) el cual es un facilitador creado en el año 2010 por el Banco Mundial. Este es el encargado de proporcionar financiamiento y asistencia técnica para implementar precios al carbono en los países beneficiarios (Precio al Carbono, 2020).

Una de las maneras más eficientes y efectivas de absorber, y evitar las emisiones de GEI es la captura de carbono por parte de la Agricultura, el Sector Forestal y el Cambio del Uso de Suelo (AFOLU). Dentro de los actores pertenecientes a la contabilidad del carbono para estos proyectos están principalmente:

- VCS
- CDM
- ACR
- CAR

A nivel mundial, el programa que lidera la contabilidad y estandarización del carbono es *Verified Carbon Standard* (VCS), siendo el más usado. Este programa ocupa un sistema de medición llamado Unidades de Carbono Verificado (VCUs).

Certificate Emission Reduction (CER) es una equivalencia a 1 tonelada de CO_2e . A su vez, el CO_2e es la equivalencia de emisión de gases de efecto invernadero en términos de CO_2 .

Por otro lado, según la información de Mongabay, la página de información sobre periodismo ambiental, el riesgo de no permanencia se define como: “El proceso por el cual el análisis de riesgo de un proyecto es dirigido y posteriormente validado por un auditor independiente. De acuerdo con este análisis, el auditor asigna un índice de riesgo al proyecto y determina el porcentaje de las compensaciones de carbono del proyecto a transferir a la cuenta de grupo de amortiguación para la agricultura, silvicultura y utilización del terreno” (Mongabay, 2020).

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) es una institución autónoma del estado chileno, dependiente del Ministerio de Agricultura. CONAF, junto al ministerio, crearon una Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) el año 2012. Este instrumento de políticas públicas tiene como función apoyar las medidas que Chile tiene que seguir para la mitigación y adaptación del cambio climático, en materias vegetacionales (CONAF, 2020).

Como complemento de esta estrategia, se implementó el programa nacional de Reducción de las Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación de los bosques (REDD+). Este programa se mide con un Nivel de Referencia de Emisiones Forestales y/o Niveles de Referencia Forestal (NREF/NRF). Este instrumento es a escala subnacional y se encuentra trabajando con cinco regiones de alta densidad de bosque nativo, desde la Región del Maule hasta la Región de los Lagos. Cabe destacar que se está trabajando en incluir regiones de interés para el estudio de la tesis (MINAGRI, 2016).

1.6 Metodología

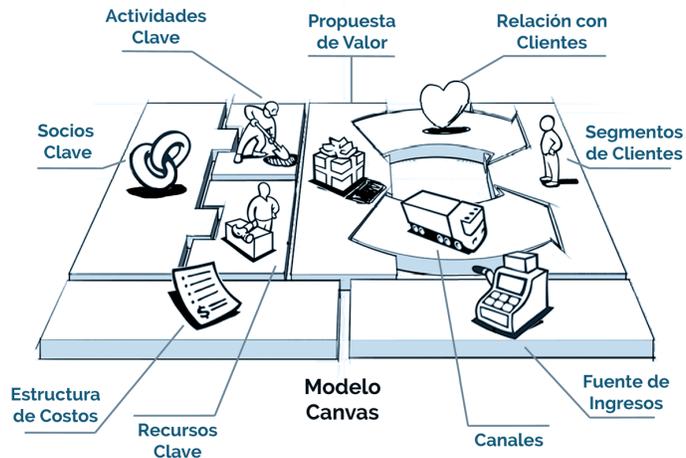
A continuación, se detallan las metodologías que se utilizan a lo largo del transcurso de la tesis:

- **Benchmarking:** proceso por el cual se toma como modelo a seguir o referencias los productos, procesos o servicios de las organizaciones líderes en el rubro. Es clave destacar que esta metodología sigue una mejora continua, rescatando ideas aplicables a la realidad. Además, se toman en cuenta no solo los aciertos de la competencia, sino también, sus errores (Espinosa, 2020). Para realizar un *Benchmarking*, los pasos a seguir son (Rock Content, 2017):
 - Estudiar tu negocio, o en este caso, modelo de acuerdo.
 - Seleccionar el tipo de Benchmarking a realizar.
 - Elegir las organizaciones o instrumentos existentes a analizar.
 - Definir qué tipo de datos se quiere recolectar.
 - Analizar los datos que se recolectaron con la metodología.
 - Implementar las mejoras.
- **Metodología Agile:** esta metodología está orientada a tener resultados tangibles desde los inicios, basada en la rapidez y la flexibilidad, adecuándose a las necesidades del cliente. Tiene como beneficios la gran adaptabilidad y cambio de los productos entregados, aumentando la productividad del trabajo (We are Marketing, 2020). Se divide en períodos, los cuales son iterativos e involucran constantemente al cliente.



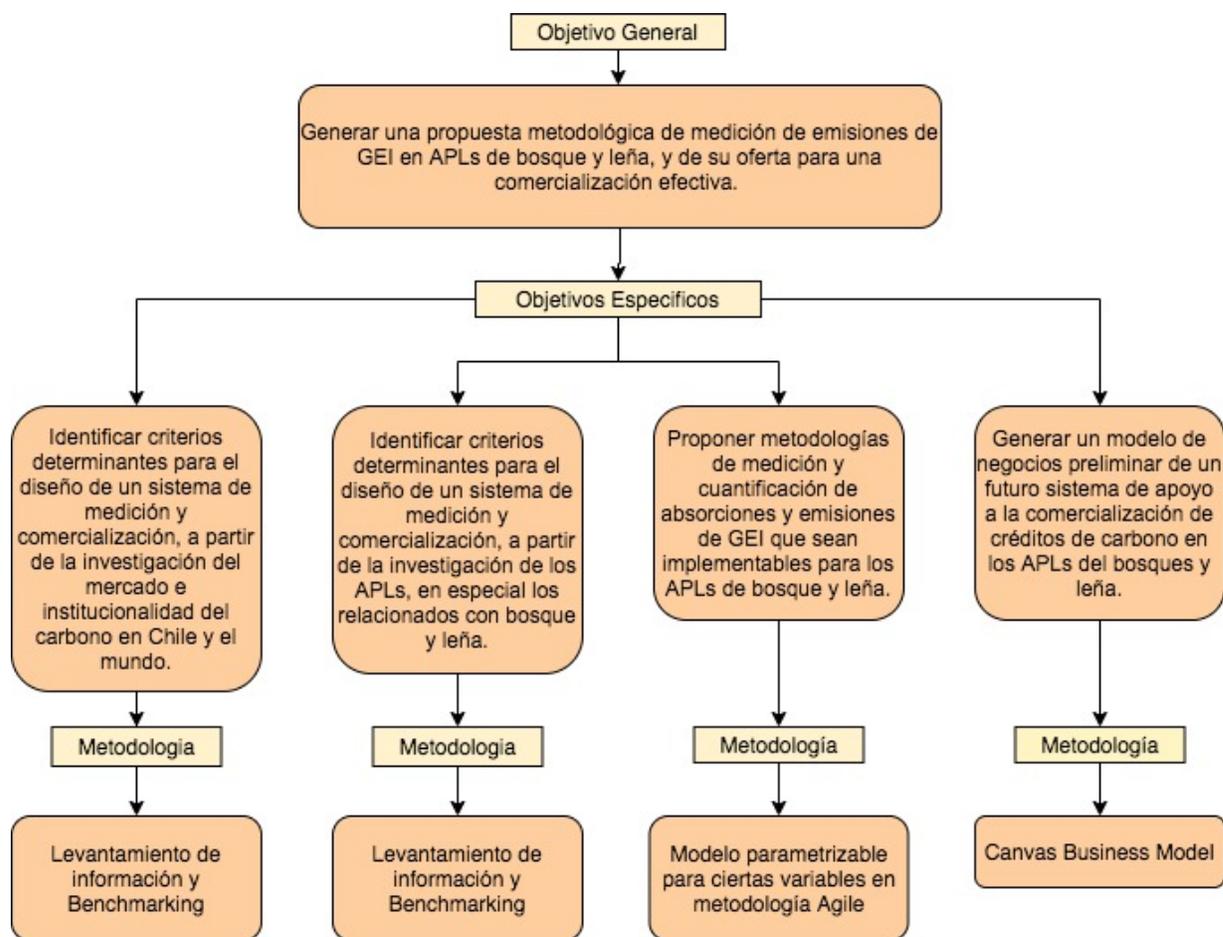
*Ilustración 1: Metodología Agile.
Fuente: We are Marketing*

- **Canvas Business Model:** es una plantilla para la gestión estratégica de un modelo de negocio. Se divide en nueve bloques diferentes con las diferentes características y elementos del modelo a crear (CEDEC, 2020).



*Ilustración 2: Modelo Canvas.
Fuente: CEDEC*

Como se observa en el siguiente esquema, cada uno de los objetivos específicos planteados para el trabajo de título se compone de distintas metodologías. Es indispensable que se trabaje de manera diferente para cada uno de los diferentes objetivos, ya que cada uno requiere de cierta complejidad y de un sistema particular.



Esquema 4: Metodologías para cada Objetivo Específico.

Fuente: Elaboración propia

El trabajo de la tesis comienza con una investigación sobre la economía ambiental o sustentable, los diferentes instrumentos que existen en el mundo; como las NAMAS, ITMOS y MDL. Como complemento, se entrega una investigación de mercado sobre la implementación de distintos modelos, como créditos, compensaciones y permisos transables, y cómo éstos han funcionado alrededor del mundo. Todo esto forma parte de un *Benchmarking* necesario para las propuestas posteriores.

A continuación, es indispensable una investigación del mercado de carbono en Chile. Esta contiene todo lo que es el mercado de carbono en nuestro país, las políticas públicas existentes en el tema, leyes, metas de NDC y compromisos de ciudadanía.

También es importante ahondar en ejemplos de proyectos relacionados con el funcionamiento de bosques, tal como lo es REDD+. Todo esto también se realiza en base a *Benchmarking* y evaluaciones económicas para la comparación de diferentes modelos e instrumentos.

Para continuar, se busca ahondar en la investigación de los APLs existentes sobre el rubro de bosques y leña, para así saber perfectamente qué contiene, qué les falta y cómo entrar a trabajar en ellos, conociéndolos perfectamente.

Todo lo anterior es necesario para el sistema de medición de absorciones y emisiones para los APLs de bosques y leña. Esta parte es crucial, ya que es el pilar fundamental para el objetivo principal dentro del trabajo de tesis y se realiza a partir de bases de datos con la información necesaria que dispone la ASCC. Para esto, se busca proponer diferentes modelos parametrizables compuestos de diferentes variables, implementando la Metodología *Agile*, la cual como se mencionó anteriormente, se basa en ciclos iterativos y rápidos de creación de productos.

Por último, luego de haber planteado un sistema de medición, se busca -de ser factible- evaluar un sistema de comercialización de estas absorciones dentro de los APLs de bosques y leña. Cabe destacar que la comercialización de absorciones existe en muchas partes del mundo e incluso en Chile, como créditos de carbono, pero no forman parte de los APLs. Es por esto, que se realiza un Modelo *Canvas* para la creación y propuesta de un modelo de negocio innovador, y adecuado para este mercado.

2. MERCADO DE CARBONO EN CHILE Y EL MUNDO

2.1. Contexto mundial pertinente

El nacimiento de los mercados de carbono se produce por el Cambio Climático, buscando disminuir las emisiones de GEI al menor costo posible. Diferentes países ocupan mercados internacionales, donde se ofrecen incentivos económicos a la reducción de emisiones. Esto significa que los actores que pueden realizar las reducciones a bajos costos se encargan de estas, y para los que tienen altos costos, para realizar esta tarea, compran las reducciones. De esta forma, los actores que compran contribuyen al financiamiento de proyectos que se encargan de las reducciones, encontrándose de esta manera una eficiencia del sistema (Sostenibilidad para todos, 2020).

Este mercado nace en Europa para el cumplimiento del Protocolo de Kioto, el año 2005. En la siguiente figura se explica el modelo de venta de derechos de emisiones. En esta, se muestran dos emisores con igual condición inicial, que luego, tras la diferencia en su capacidad de reducción, uno de ellos es capaz de vender los derechos de reducción para que así ambos puedan cumplir con el límite establecido.

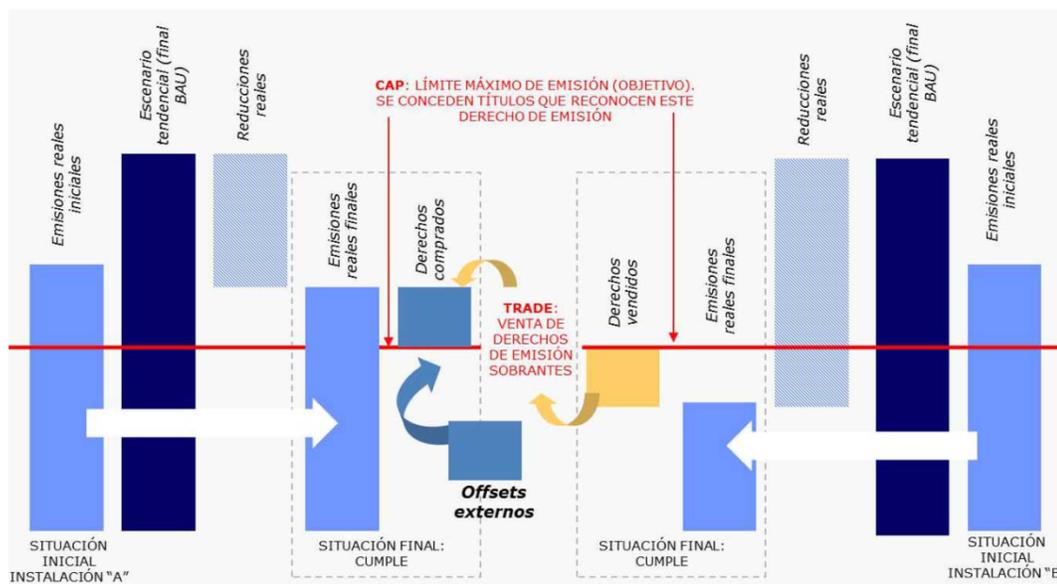


Ilustración 3: Venta de derechos de emisiones.

Fuente: Sostenibilidad para todos

El *International Carbon Action Partnership* (ICAP) es un foro gubernamental internacional, fundado el 2007, que une a los gobiernos que tienen instaurado o tienen ganas de instaurar un Sistema de Comercio de Emisiones (SCE). Actualmente cuenta con 31 miembros y 5 observadores. Dentro de los miembros se encuentran: Alemania, Arizona, Australia, California, Columbia Británica, Dinamarca, el Gobierno Metropolitano de Tokio, España, Estado de Washington, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, la Comisión Europa, Maine, Manitoba, Maryland, Massachusetts, Noruega, Nueva Jersey, Nueva York, Nueva Zelanda, Nuevo México, Ontario, Oregón, Países Bajos, Portugal, Quebec, Reino Unido, Suiza y Vermont. Por otro lado, los observadores actuales son: Japón, Kazajistán, México, la República de Corea y Ucrania (ICAP, 2019).

En un Sistema de Comercio de Emisiones (SCE), la cantidad máxima de emisiones permitidas y el mecanismo que se ocupa para disminuir, son el factor determinante de impacto. Los SCE más importantes han fijado ambiciosas cantidades máximas de emisiones para el año 2030, lo que les entrega a los países la facultad de planificarse con tiempo para cumplir sus metas climáticas respectivas.

En el anexo III se puede observar un diagrama en el cual se muestra el estado actual de los programas de *Cap & Trade* en el año 2019, de los países más relevantes para el mercado de carbono. Además, en el anexo IV, se muestra en otra figura, los sectores (tipo de actividad económica) regulados por el comercio de emisiones de los SCE vigentes.

Existen dos tipos de mercados, el mercado de cumplimiento regulado y el voluntario. Por un lado, el mercado regulado es generado por empresas, organizaciones o gobiernos que tienen que limitar sus emisiones de GEI por ley. Por otro, el mercado voluntario, lo realiza de manera opcional.

Según un estudio llamado “*Carbon Market Year in Review*” realizado por Refinitiv, en enero del 2020 (REFINITIV, 2019), en el año 2019, el mercado de carbono subió en un 34% de acuerdo con el volumen y los precios del carbono, recaudando un total de 194 billones de euros.

En el 2019 hubo un récord de aumento de precio al carbón en *European Emissions Trading System* (EU ETS), quienes son los líderes del mercado, llegando a tener el 80% del volumen comercial mundial. El precio aumentó de 9 euros por tonelada en el año 2018 a 25 euros por tonelada.

En el siguiente gráfico se muestra, por segmentos, los volúmenes del mercado de carbono en el mundo para los años entre el 2012 y el 2020:

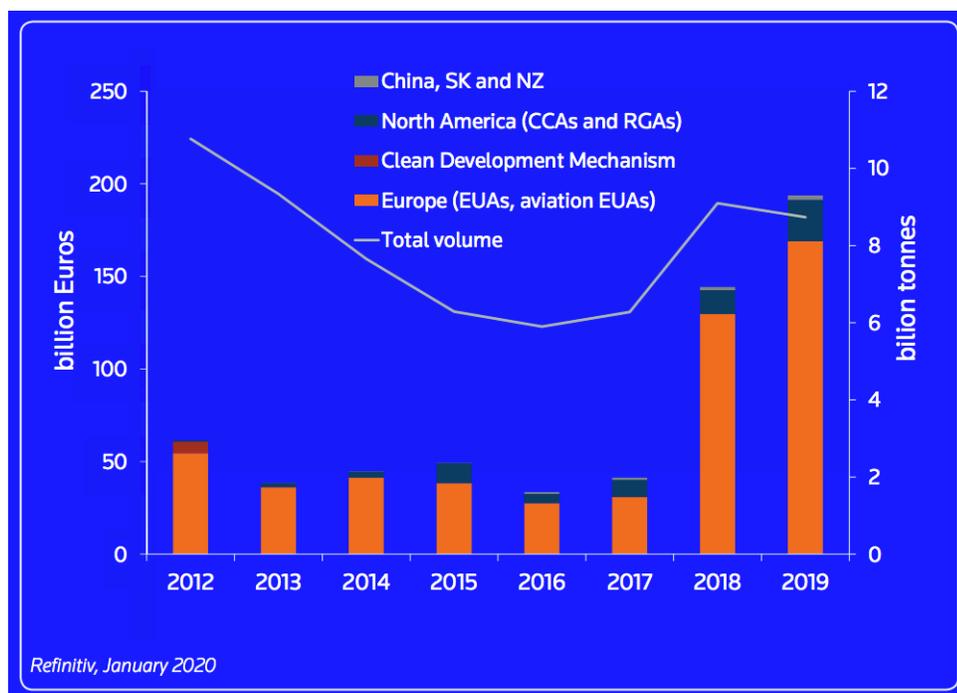


Gráfico 2: Mercado de carbono entre los años 2012-2020.

Fuente: Refinitiv

En el mercado regulado, existen principalmente 3 mecanismos del Protocolo de Kioto:

- Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL)
- Ejecución Conjunta (JI)
- Régimen para el comercio de derechos de emisión de GEI en la Unión Europea (ETS)

Se establece en el Protocolo de Kioto que los países en desarrollo no necesariamente tienen que disminuir sus emisiones por obligación, pero los industrializados están obligados a cumplir metas específicas. Estas metas pueden cumplirse disminuyendo las emisiones de GEI en su país, llevando a cabo proyectos de reducciones en otros países, o comercializando las reducciones. Lo anterior establece que un país que cumplió con el Protocolo de Kioto puede comercializar su exceso de créditos de carbono con otros países que no lograron su objetivo.

Cabe destacar, que existen algunos países que no han aceptado el Protocolo de Kioto, aun así, tienen otras formas diferentes de generar reducciones de GEI. Con respecto a los países en desarrollo, estos solo pueden utilizar el mecanismo MDL. Para estos países, en general, es más importante el mercado voluntario, ya que el registro de pequeños proyectos en los MDL es complicado. En especial, ya que la mayoría de los proyectos de los países en desarrollo giran en torno al AFOLU, y el MDL excluye la mayor cantidad de proyectos agrícolas, forestales, y de emisiones de deforestación y degradación (FAO, 2020).

En proyectos MDL, los créditos que se generan, se nombran Reducción Certificada de las Emisiones (RCE). La generación de estos créditos puede ser por medio de proyectos de deforestación, eficiencia energética o energías renovables. Es importante destacar que este tipo de proyectos contribuyen al desarrollo sostenible del país en donde se implementa, entregándoles avances en tecnologías e inversiones, creando puestos de trabajos y disminuyendo los impactos del medio ambiente.

Algunas de las reglas que existen para el mecanismo MDL (FAO, 2020):

- **Adicionalidad:** las absorciones o las reducciones de emisiones tienen que ser adicionales a las que se hubiesen producido sin el proyecto. Además, las emisiones de GEI deben ser menores que las que habrían sido emitidas hasta la fecha, sin el proyecto.
- **Permanencia:** es de gran importancia el almacenamiento del carbono y los riesgos de pérdida, a la hora de las mediciones de créditos. Para los proyectos de forestación y reforestación, el sistema incluye una fecha de expiración de los créditos, entre 5 y 30 años (pueden renovarse), ya que el carbono no se almacena indefinidamente.
- **Fugas:** emisiones de GEI que vienen de las actividades de los proyectos, que no se veían venir.

Los proyectos MDL se deben regir por un cronograma y metodologías estrictas, monitoreadas por la Junta ejecutiva del MDL. Se pueden tomar metodologías propuestas propias o metodologías que ya están aprobadas.

El MDL solo tiene en cuenta proyectos específicos del sector AFOLU para los países en desarrollo. Algunos ejemplos de estos proyectos en el mundo (FAO, 2020):

- **Evitar metano:** una empresa de energía y fertilizantes adquiridos de desperdicios del ganado, en Pakistán.
- **Biogás:** realiza la captura y combustión de metano a partir del tratamiento de estiércol de ave, en Lusakert Plant, Armenia.
- **Producción de biomasa:** generación de electricidad por medio de los residuos del cultivo de la mostaza, en India.
- **Programa de reforestación:** plantaciones de árboles para madera, leña y producción de forraje, en tierras degradadas de Bagepalli, India.
- **Forestación de pastos:** planes de manejo en plantaciones forestales, en Tanzania.

Con respecto al mercado voluntario, éste ha ido creciendo firmemente en proyectos forestales y agrícolas. Los proyectos de tipo AFOLU son altamente cotizados por sus grandes beneficios sociales y ambientales, ya que involucran mucho a la comunidad y a ecosistemas en general. En el anexo V se muestra una tabla que entrega ejemplos de proyectos de agricultura y secuestro de carbono para el mercado voluntario.

El siguiente análisis fue realizado en base al “Informe de Perfil de Carbono” realizado por el Proyecto de Consultoría de GEF de Montañas, quienes trabajaron con distintos documentos sobre los mercados de carbono y entrevistas a un *broker* internacional de *First Climate*, de transacciones de certificados de proyectos de REDD+ (GEF, 2020).

Múltiples estudios internacionales indican la importancia de involucrar al sector privado en el trabajo en contra de la crisis climática, ya que los Estados por sí solos no son capaces de combatirla. A su vez, el pequeño mercado voluntario de carbono ha sido el más estable en cuanto a la variación de precios. Por lo mismo, se espera una alta tasa de crecimiento en este mercado. De hecho, la Comunidad Europea y Estados Unidos son uno de los mayores demandantes de los mercados voluntarios (GEF, 2020).

Actualmente, la demanda de absorciones mediante proyectos forestales está en etapa de crecimiento, y tomando protagonismo en el mercado voluntario. En el mundo hay exitosas empresas buscando absorciones de entre 100.000 y 1.000.000 de toneladas anuales, mostrando preferencias por proyectos de manejo sustentable y de reforestación (GEF, 2020).

Como nivel de referencia, dentro de los proyectos que pertenecen a REDD+ hay tres segmentos de mercado (GEF, 2020):

- **Proyectos Grandes:** son proyectos que han existido hace varios años e incluso en ocasiones reciben precios más bajos que 1,5 USD/CER.
- **Proyectos Medios:** estos proyectos son más recientes y reciben entre 3,5 – 4,2 USD/CER.
- **Proyectos boutique o carismáticos:** este tipo de proyecto tiene diferentes impactos, tal como más beneficiarios, inventarios específicos y transparentes, impactos sociales, e historias con trasfondo, y reciben cerca de 6 – 9 USD/CER.

Un punto de gran importancia que se debatió en la pasada COP 25 fue el cambio en el Artículo 6 del Acuerdo de París, el que establece que: “Las Partes reconocen que algunas Partes podrán optar por cooperar voluntariamente en la aplicación de sus contribuciones determinadas a nivel nacional para lograr una mayor ambición en sus medidas de mitigación y adaptación y promover el desarrollo sostenible y la integridad ambiental”. Es decir, se busca incluir la participación privada en la lucha contra la crisis climática e impulsar el mercado voluntario para facilitar y promover el mercado de carbono.

2.2. Contexto en Chile

Tal como en el resto del mundo, el mercado de carbono en Chile se divide principalmente en dos áreas. Por un lado, está el mercado voluntario, y por otro, el mercado local. Es importante tener en cuenta que las regulaciones de éstos se plantean de forma diferente. El mercado voluntario se regula mediante estándares internacionales de verificación de créditos, los cuales tienen que ser aprobados por la CMNUCC, mientras que el mercado local se rige por el reglamento de compensaciones de la reforma tributaria.

2.2.1. Mercado Voluntario

Actualmente, la CONAF tiene un programa REDD+ en Chile, bajo la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetales (ENCCRV). Este programa se encuentra en fase de implementación, realizando las acciones para empezar la etapa de Pago por Resultados (PPR). Para llevar a cabo la contabilidad de los resultados se realizó un Nivel de Referencia de Emisiones Forestales y/o Niveles de Referencia Forestal (NREF/NRF) considerando las emisiones del periodo entre 2001 al 2013. Esto estará vigente hasta el año 2025 y tiene seguimiento cada dos años.

El proyecto REDD+ en Chile aún no incorpora en su totalidad proyectos privados. Si bien existe el Fondo de Carbono y Fondo Verde del Clima para el financiamiento de las absorciones, estos presentan problemas para solventar los proyectos REDD+ en Chile, debido a la falta de marcos jurídicos para los derechos y propiedad del carbono. Aunque los datos de NREF/NRF son públicos y gratuitos, mientras no exista una alineación entre los proyectos privados en REDD+, estos no podrán hacer uso de sus propias líneas de base y medición.

Por otro lado, es problemático que los NREF/NRF del país no estén presentes para todos los tipos de proyectos de REDD+, ya que, en un futuro, proyectos privados que se consideren en REDD+ podrían no tener las líneas bases, niveles de referencia y monitoreo necesarios para su ejecución.

Actualmente, en el país existen solo dos proyectos que emiten créditos de carbono en el ámbito forestal: *The Nature Conservancy* y *Mikrotek*. El primero está regulado con el estándar de VCS y el segundo con MDL. Según el estudio del GEF de Montañas, debido a la falta de desarrollo en políticas públicas en este tema, no está clara la unión entre la contabilidad propia de estos proyectos privados y las que entrega el gobierno (GEF, 2020).

2.2.2. Mercado Regulado

Con respecto a los MDL, en Chile, hasta el año 2017, hubo 122 proyectos con carta de aprobación, llegándose a registrar finalmente 102 proyectos. Estos proyectos son el 10% del total de los proyectos registrados en América Latina. En el 2017, había 63 proyectos operando, pero 30 de estos estaban generando CERs, llegando a verificar 4.047.004 tCO₂e anuales (Precio al Carbono, 2017).

En el siguiente gráfico, se muestran los proyectos registrados según el tipo y las reducciones de emisión estimadas promedio para un año de acreditación:

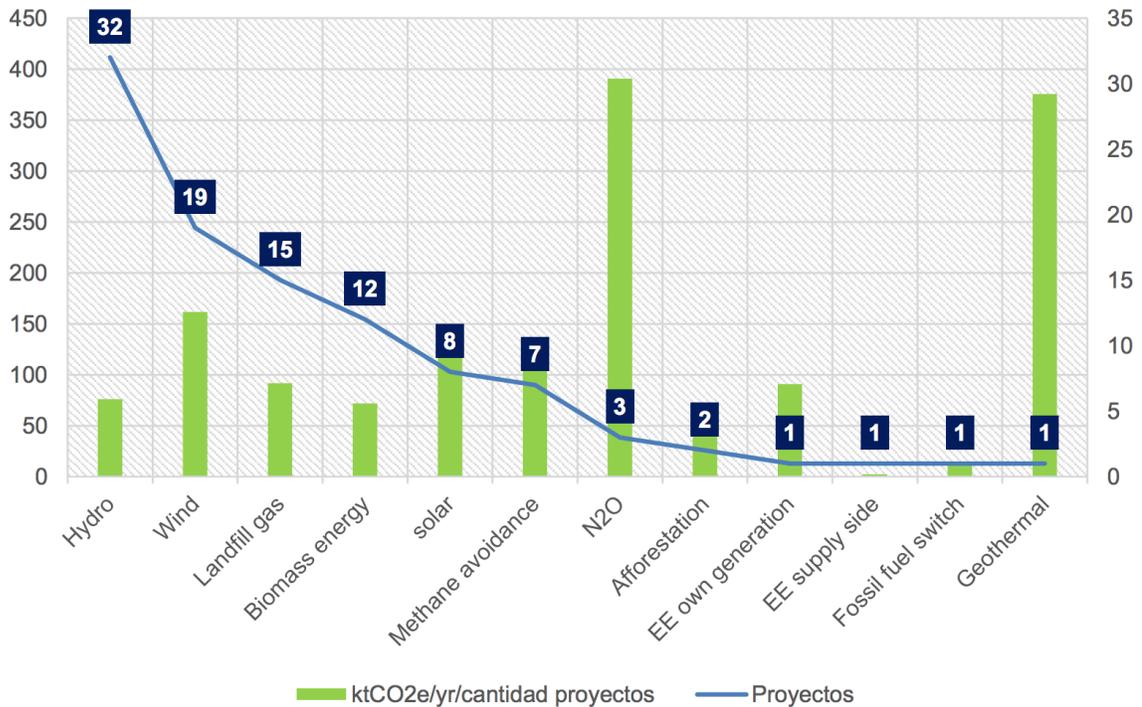


Gráfico 3: Proyectos registrados según tipo y kt CO₂e promedio estimadas.
Fuente: Precio al Carbono, Chile

A continuación, en el siguiente gráfico se pueden observar el flujo de CERs verificados anualmente desde el año 2001 al 2015 a nivel sectorial:

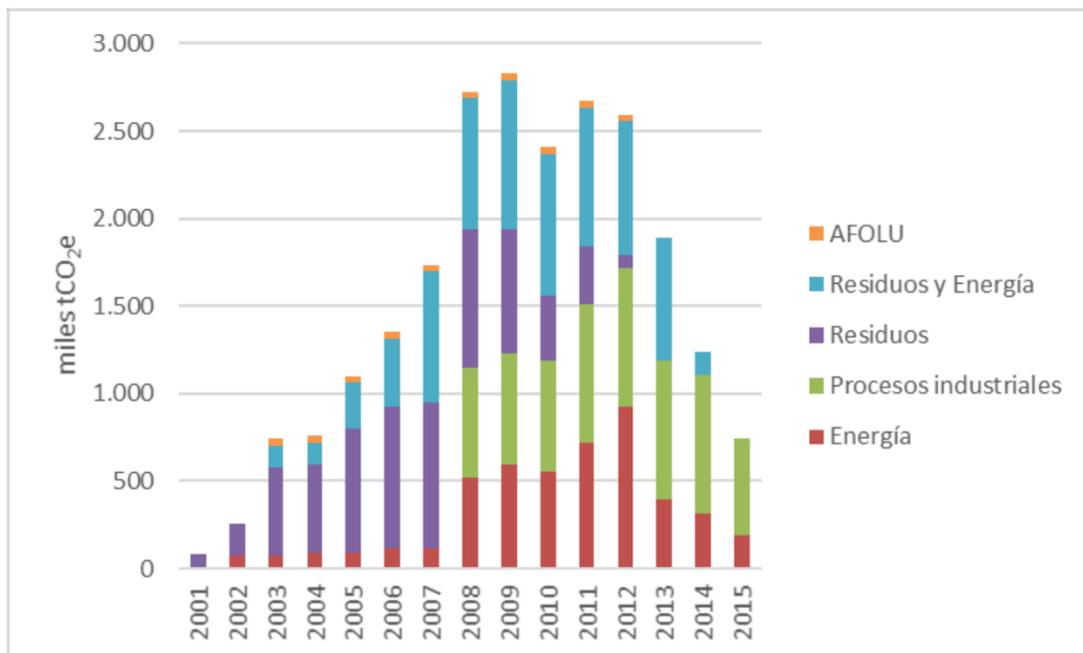


Gráfico 4: Flujo anual de CERs verificados, desagregación sectorial.
Fuente: Precio al Carbono, Chile

Según este gráfico, la caída del precio de este mercado desde el 2009 afectó en Chile de forma más importante en el sector de residuos. Como se puede observar, este sector prácticamente desaparece en el año 2013. Por otro lado, es importante destacar para el trabajo de tesis, que como se puede ver, el sector AFOLU no tiene gran representación en los proyectos MDL, y esto se debe, como se dijo anteriormente, a que este sector ha sido muy restringido por sus reglamentos y verificaciones.

Con respecto a los Impuestos Verdes vigentes en Chile, el precio es de US\$5 por tonelada de CO_2 liberado. En febrero de este año se actualizó la Ley de Modernización Tributaria en el artículo 8° en dos aspectos (GEF, 2020):

- “Remplazo del umbral técnico de 50 MWt, por un umbral de emisiones de 25 mil toneladas de CO_2 o 100 toneladas de Material Particulado (MP)”. Este cambio permite ampliar las empresas sujetas al impuesto.
- “Incorporación de *insets/offsets* (compensaciones) como nuevo instrumento de gestión ambiental”. Esto es de gran importancia para el estudio, ya que afirma que se podrán compensar los impuestos con certificados de absorciones.

Por último, las compensaciones realizadas por las empresas deben de ser cuantificables y verificables. Además, son un extra a las normativas establecidas en Planes de Prevención o Descontaminación, Normas de Emisión, Reducciones de Clasificación Ambiental, entre otras. Por otro lado, si es que es una comuna contaminada (contaminantes locales), las reducciones tienen que ser del mismo gas emitido, y en la misma comuna donde se liberó. Para el caso del CO_2 , las compensaciones deben ser certificadas por un censor de la Superintendencia del Medio Ambiente. Lo anterior está siendo actualmente discutido en la “Mesa para el reglamento de compensación del impuesto verde” del Ministerio del Medio Ambiente.

2.3. Sistemas de verificación de créditos

Los bosques absorben Gases de Efecto Invernadero, siendo uno de los métodos más efectivos para este proceso. A su vez, la destrucción y degradación de los bosques contribuye con un 20% de las emisiones de los GEI aproximadamente (CONAF, 2020).

A partir de lo anterior, una de las maneras más efectivas para combatir, evitar y absorber las emisiones es el fomento de captura de carbono en la Agricultura, Sector Forestal y Uso de Suelo (AFOLU). El programa VCS es el que el líder del mercado desarrollando marcos de contabilidad para el carbono para las reducciones a nivel AFOLU con un 33% de poder de mercado (VERRA, 2020). Para más información revisar el anexo VIII.

En la actualidad, prácticamente todos los tipos de proyectos AFOLU están siendo cubiertos o serán desarrollados por metodologías del programa VCS. En este sentido, el VCS se declara abierto para que se planteen nuevos tipos de proyectos, sin embargo, éstos deben pasar un estricto proceso de aprobación y verificarse conforme con los principios de calidad de VCS. Algunos tipos de proyectos vigentes son el de Manejo Forestal Mejorado (IFM) y REDD, el de Restauración y Conservación de Humedales (WRC) y la Conversión Evitada de Pastizales y Matorrales (AcoGS) (VERRA, 2020).

A su vez, VCS fue uno de los pioneros en implementar sistemas de acreditación para los proyectos AFOLU, dentro de los cuales se encuentra el de Emisiones Reducidas por la Deforestación y la Degradación de Bosques (REDD), que es altamente reconocido. Dentro de los otros tipos de proyectos AFOLU de VCS están (VERRA, 2019):

- **Forestación, Reforestación y Revegetación (ARR):** Este tipo de proyectos absorben o reducen las emisiones de GEI a través de actividades que aumentan o restauran la cubierta vegetal, de tipo forestal o no forestal. Todo esto se realiza en base a plantaciones, siembras o regeneraciones naturales asistidas. Cabe destacar que los proyectos de este tipo pueden incluir la recolección de madera.
- **Manejo de Tierras Agrícolas (ALM):** Este tipo de proyectos busca disminuir las emisiones netas de GEI en pastizales y cultivos, a través del aumento de las reservas de carbono en los suelos y la biomasa leñosa, y/o reduciendo las emisiones de CO_2 , N_2O y CH_4 del suelo.
 - **Mejora de la gestión de las tierras de cultivo (ICM):** Reducen las emisiones netas de GEI en los sistemas de tierra de cultivo, por medio de reservas de carbono en el suelo, reduciendo la emisión de la tierra de N_2O y/o la de CH_4 .
 - **Mejoramiento del manejo de los pastizales (IGM):** Reducen las emisiones netas de GEI de los ecosistemas de pastizales, por medio de reservas de carbono en el suelo, reduciendo la emisión de la tierra de N_2O y/o la de CH_4 .
 - **Conversiones de uso de tierras de cultivo y pastos (CGLC):** Estas actividades transforman las tierras de cultivos en pastizales o los pastizales en tierras de cultivo, reduciendo las emisiones netas de GEI, por medio de reservas de carbono en el suelo, reduciendo la emisión de la tierra de N_2O y/o la de CH_4 .

- **Manejo Forestal Mejorado (IFM):** Aumentan las absorciones de carbono y/o reducen las emisiones de GEI en terrenos forestales destinados a productos madereros (madera aserrada, madera para pulpa y leña), aumentando las reservas de carbono en la biomasa, mejorando las prácticas de gestión forestal. El área del proyecto debe ser clasificado como bosque y permanecer así, tal como establece IPCC 2006 *Guidelines on National GHG Inventories* y debe ser regulado por un organismo local o nacional.
 - **Registro de impacto reducido (RIL):** Reducen las emisiones netas de GEI al pasar de tala convencional a RIL durante la recolección de madera.
 - **Tala de Bosque Protegido (LtPF):** Reducen las emisiones netas de GEI al convertir los bosques talados en bosques protegidos. Con esto aumentan las reservas de carbono en la biomasa cuando el bosque vuelve a crecer. La eliminación de árboles (por ejemplo, enfermos) con propósitos de conservación, también se incluye en este tipo de proyectos.
 - **Edad de rotación extendida / Ciclo de corte (ERA):** Reducen las emisiones netas de GEI de los bosques de madera uniforme al aumentar la edad de rotación o tala y las reservas de carbono.
 - **Bosque de baja a alta productividad (LtHP):** Aumentan las absorciones de carbono transformando bosques de baja productividad en bosques de alta productividad.
- **Emisiones Reducidas por Deforestación y la Degradación de Bosques (REDD):** Reducen las emisiones netas de GEI por medio de la reducción de deforestación y/o degradación de los bosques. La deforestación es la transformación -realizada por el ser humano- de tierras forestales en tierras no forestales. Por otra parte, la degradación corresponde a la disminución persistente de la cubierta de copas y/o de las reservas de carbono de un bosque por actividades humanas (por ejemplo, pastoreo, extracción de madera o leña). Este tipo de proyectos busca frenar la deforestación planificada (designada y sancionada) y no planificada (no sancionada), y/o degradación. La degradación planificada se clasifica como IFM, donde también forman parte las actividades que controlan la deforestación o degradación ilegal.
 - **Evitar la deforestación y/o degradación planificada (APDD):** Reducen las emisiones netas de GEI deteniendo o reduciendo la deforestación o degradación en tierras donde la conversión es legal y documentada.
 - **Evitar la deforestación y/o degradación no planificada (AUDD):** Reducen las emisiones netas de GEI deteniendo o reduciendo la deforestación o degradación que se hubiese producido en cualquier bosque maduro.
- **Conversión Evitada de Pastizales y Matorrales (ACoGS):** Reducen las emisiones netas de GEI mediante la transformación de ecosistemas de pastizales y matorrales a otros usos de la tierra con menor densidad de carbono.

- **Evitar la conversión planificada (APC):** Reducen las emisiones netas de GEI deteniendo la conversión de pastizales o arbustos donde la conversión es legal y documentada.
- **Evitar la conversión no planificada (AUC):** Reducen las emisiones netas de GEI deteniendo la conversión no planificada de pastizales o arbustos.
- **Restauración y Conservación de Humedales (WRC):** Aumentan las absorciones de GEI por medio de la restauración de humedales o reducen las emisiones de estos gases al rehumedecer o evitar la degradación de los humedales.
 - **Restauración de los Ecosistemas de Humedales (RWE):** Reducen las emisiones de GEI o aumentan la retención de carbono en un humedal degradado mediante actividades de restauración, como la mejora, la creación y/o la gestión de las condiciones hidrológicas, suministro de sedimentos, las características de salinidad, la calidad del agua y/o las comunidades vegetales nativas.
 - **Conservación de los Humedales Intactos (CIW):** Reducen las emisiones de GEI evitando la degradación y/o la conversión de los humedales que están intactos o muy poco alterados, pero que siguen cumpliendo sus funciones naturales.
 - **Evitar la degradación planificada de los humedales (APWD):** Reduce las emisiones de GEI evitando la degradación de los humedales, o una mayor degradación en los humedales parcialmente drenados que están legalmente autorizados y documentados para la conversión.
 - **Evitar la degradación imprevista de los humedales (AUWD):** Reduce las emisiones de GEI evitando la degradación no planificada de los humedales, o evitando una mayor degradación en humedales parcialmente degradados.

VCS cuenta con un marco propio llamado Enfoque Jurisdiccional y Anidado REDD (JNR), lo que lo constituye como el primero en ofrecer un marco global donde se contabilizan y acreditan las reducciones de GEI por medio de jurisdicciones (VERRA, 2020).

En este sentido, para que la contabilidad de absorciones y reducciones de carbono sea precisa, debe haber un alto estándar por parte de los proyectos AFOLU. Los principales problemas de esto son la exposición a fenómenos naturales y las “fugas de emisiones”. Para abordar estos desafíos, VCS contiene mecanismos desarrollados por distintos expertos (VERRA, 2020):

- **Herramienta para analizar el riesgo de no-permanencia:** es una herramienta objetiva para establecer la cantidad de créditos de carbono que un proyecto específico tiene que dar para la reserva de VCS.
- **Reserva de créditos:** este mecanismo está presente por si existiera una pérdida de carbono en algún proyecto individual. En este caso, se cancelan los créditos de la reserva en común para compensar las pérdidas. Cabe destacar que los créditos de la reserva no son transables, constituyéndose como un comodín compartido entre los proyectos.

- **Evaluación de fugas de emisiones:** esta herramienta la utiliza VCS para que todos los proyectos definan, mitiguen, monitoreen y contabilicen correctamente las fugas de emisiones, mediante instrumentos aprobados. Las VCU's emitidas son en base a la captura neta de emisiones de GEI, incluyendo las fugas.

Llevar a cabo proyectos AFOLU además de entregar los beneficios propios otorgados por las absorciones de gases, otorga ganancias relacionadas al resguardo de la biodiversidad del entorno, el decrecimiento de la pobreza rural, el apoyo a las comunidades locales, entre otros. Además de lo anterior, la organización VCS entrega un plan de certificación.

3. ACUERDOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA

3.1. Acuerdos de Producción Limpia

Como se mencionó anteriormente, los Acuerdos de Producción Limpia (APL) son un convenio entre un sector empresarial específico y ciertos órganos del Estado. Estos buscan implementar una producción limpia para un desarrollo sustentable de las empresas. Estos acuerdos se transformaron en NAMA el año 2012, y actualmente se encuentran en la etapa de implementación.

Este instrumento está definido en el artículo décimo de la Ley 20.416 del Ministerio de Economía, de tal forma: “se entenderá por Acuerdo de Producción Limpia el convenio celebrado entre un sector empresarial, empresa o empresas y el o los órganos de la administración del Estado con competencia en materias ambientales, sanitarias, de higiene y seguridad laboral, uso de la energía y de fomento productivo, cuyo objetivo es aplicar la producción limpia a través de metas y acciones específicas”. Los APLs son financiados en un 70% por el gobierno de Chile, mediante el Fondo de Producción Limpia y un 30% por las empresas y organizaciones adheridas (ASCC, 2019).

Los acuerdos se dividen en 3 diferentes fases: gestación, implementación y evaluación final de la conformidad y certificación. Estas fases incluyen la responsabilidad de distintos actores tales como de la ASCC, de privados, auditores externos, entre otros. En la siguiente ilustración se puede apreciar cada una de las fases, con sus actividades respectivas (Díaz, 2020):

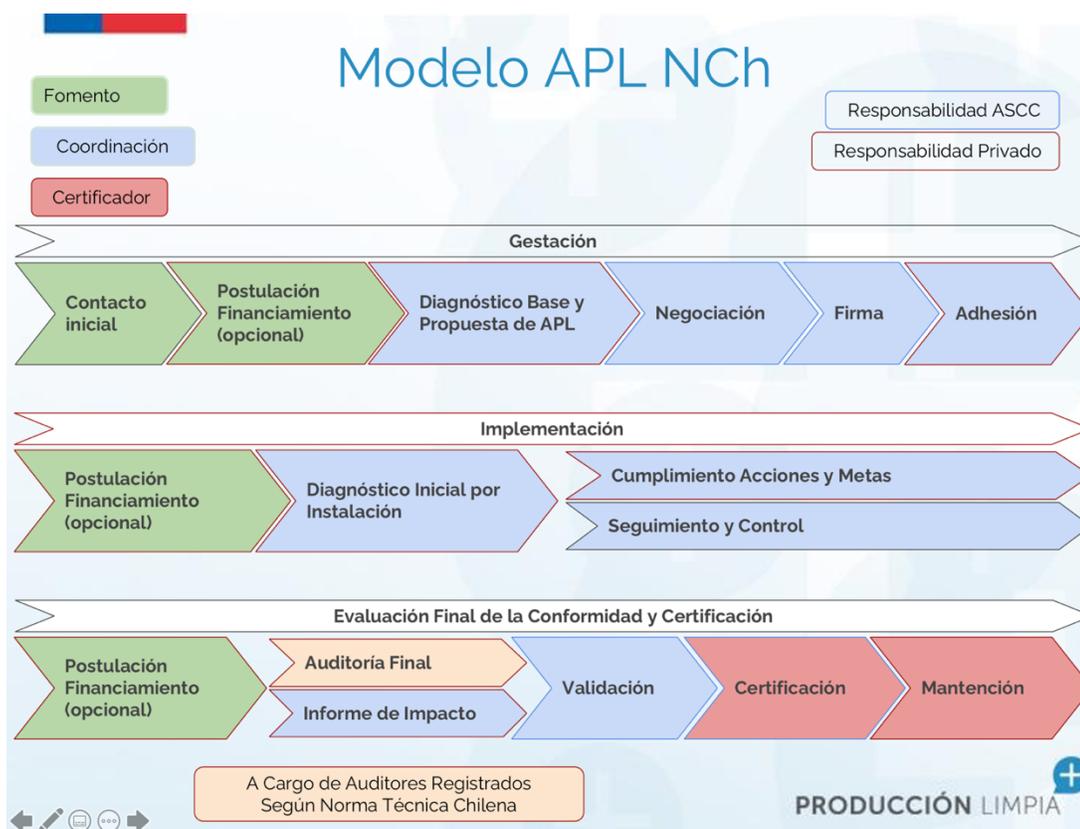


Ilustración 4: Modelo de APL.
Fuente: Presentación Acuerdos de Producción Limpia (APL)

Es importante destacar para el trabajo de la tesis, que, en un comienzo, los APLs no se enfocaban en la reducción de GEI, pero con el paso del tiempo, gran parte de estos acuerdos tenían como efecto indirecto las reducciones de estos gases. Por lo anterior, en el año 2010 se realizó un estudio para poder medir las reducciones de GEI en 16 de un total de 54 APLs de diferentes sectores. Este estudio entregó la cifra de que se redujeron las emisiones de GEI en 4.05.973 tCO₂e (CPL, 2010).

Los sectores que considera la NAMA son (ASCC, 2019):

- Agricultura
- Construcción
- Generación de Energía
- Uso de Energía
- Forestal/LULUCF
- Industrial y procesos industriales
- Desechos
- Transporte y su Infraestructura
- Otro(s) Educación, Instituciones Públicas

Por otro lado, dentro de los gases que son cubiertos por la NAMA están (ASCC, 2019):

- Dióxido de carbono (**CO₂**)
- Gas metano (**CH₄**)
- Óxido nitroso (**N₂O**)
- Hidrofluorocarbonos (**HFC**)
- Perfluorocarbonos (**PFC**)
- Hexafluoruro de azufre (**SF₆**)
- Trifluoruro de Nitrógeno (**NF₃**)

3.2. Medición, Reporte y Verificación (MRV) de la NAMA

Las NAMAs, en este caso los APLs en específico, tienen un sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV). Este sistema comienza con la determinación de los datos necesarios para cada APL, esto lo realiza cada empresa u organización. Luego de esto, pueden ocurrir algunas de estas cinco situaciones (ASCC, 2019):

- Los datos son traspasados a la asociación gremial o al consultor que contrató esta misma asociación. Este efectúa un informe de impacto, una vez que ya se terminó el APL, con las respectivas estimaciones. Este suele ser el caso más habitual.
- Por medio de una planilla, se envían los datos a la asociación gremial o al consultor que contrataron. Este los entrega a la ASCC con el informe de impacto.
- Estos datos se transfieren al Núcleo Biotecnológico Curauma (NBC) o se suben a la plataforma CompiteMas. Luego, NBC realiza un informe de mitigación con las estimaciones de impacto GEI. Ha ocurrido en cuatro casos aproximadamente.
- Los datos se pasan de la empresa a una entidad verificadora (NBC) en el momento de la verificación en terreno. Estos se envían a la ASCC. Esto ha ocurrido en trece casos.
- Las empresas, la Asociación Gremial o el consultor entregan los datos a la ASCC para un proceso de recolección de datos de la Agencia, donde busca recuperar datos no reportados, y verificar los que sí estaban obtenidos. Ha ocurrido en cinco casos.

El siguiente paso, luego de tener los datos, es ingresarlos a una planilla de Excel de forma homóloga, según las categorías que existen en el inventario nacional. Esto último es de gran importancia ya que permite poder ocupar los correctos factores de emisión. Cuando existen categorías no estandarizadas para el inventario nacional, se clasifican de tal forma que se puedan comparar entre las empresas. De tal manera, todos los datos registrados están estandarizados por una única unidad base, dependiente de la categoría.

Luego, se analiza si la categoría en la cual fue ingresada el dato se gestionó en el APL, para así poder aplicar las estimaciones de los escenarios respectivos y de control. Así, a cada una de las categorías se le atribuye un modelo de procesamiento para calcular el escenario base y el escenario con APL.

Con respecto a los modelos que se utilizan, se encuentran (ASCC, 2019):

- **Modelo 0:** Éste se ocupa en casos donde los datos son cualitativos, informativos, o de evolución del APL. Para este caso no se modela un escenario base.
- **Modelo 1:** Éste se ocupa en casos donde se cree que en escenario base el valor de la categoría es 0, y en escenario con APL son los valores estimados a lo largo de este. Este modelo se usa en la declaración de inversiones de los APLs, o en las capacitaciones para estos acuerdos.

- **Modelo 2:** Éste se ocupa en las categorías en las que se da por hecho que el APL afecta algún parámetro productivo intensivo. Para el escenario base, se utiliza el valor del parámetro del año anterior en que se firmó el APL o el primero de los datos anuales desde que se firmó este acuerdo. Se asume que este parámetro se mantiene constante. Por otro lado, para el escenario con APL se ocupan los datos medidos en los 7 años posteriores a la firma del APL. Cabe destacar que, se toma como supuesto, que el acuerdo en este caso no afecta a las empresas, ya que éstas hubieran realizado los cambios de todas formas. En el caso que faltaran estos datos, se asume como constante el último dato anual disponible.
- **Modelo 3:** Éste se ocupa para las categorías en las que se asume que el APL influye en la intensidad de uso o generación de alguna sustancia. Al igual que en Modelo 2, para el escenario base, se utiliza el valor del año anterior en que se firmó el APL o el primero de los datos anuales desde que se firmó. Para este caso, se proyecta este valor tomando como supuesto que la intensidad se queda igual en todo momento, por esto, el uso o generación de cada una de las sustancias se predice a partir de los datos de cada año. En el caso del escenario con APL, también se mide de la misma forma que en el Modelo 3, donde se ocupan los datos medidos en los 7 años posteriores a la firma del APL, tomando como supuesto que el APL no afecta a las empresas, ya que estas hubieran hecho los cambios de todas formas. Si es que llegaran a faltar estos datos, se ocupa el último de los datos anuales y se proyecta a partir de los datos de actividad de cada año. Si llegasen a faltar los datos de actividad de un año específico, se ocupa el ajuste de producción del último año, con la variación del indicador anual de ese sector. De no existir datos sectoriales, el dato existente de esa actividad se toma como constante. Luego se suman los cálculos para cada establecimiento.

Las ecuaciones para cada uno de los casos expuestos con anterioridad son (ASCC, 2019):

$$\text{Efecto APL por Establecimiento} = \sum_{\forall e \in \text{APL}} S_{t_2e} - \sum_{\forall e \in \text{APL}} \frac{S_{t_1e}}{A_{t_1e}} A_{t_2e} \quad (1)$$

$$\text{Efecto APL a Partir de Totales APL} = \sum_{\forall e \in \text{APL}} S_{t_2e} - \frac{\sum_{\forall e \in \text{APL}} S_{t_1e}}{\sum_{\forall e \in \text{APL}} A_{t_1e}} \sum_{\forall e \in \text{APL}} A_{t_2e} \quad (2)$$

Donde:

S = Sustancia para la que se está calculando el efecto del APL.

A = Actividad, usualmente las toneladas producidas.

e = Establecimiento participante del APL.

t₁ = Intervalo de tiempo representativo de la situación antes del APL.

t₂ = Intervalo de tiempo, de la misma longitud de t₁, pero representativo de la situación una vez concluido el APL.

En (1) y (2) el primer término de la ecuación es el escenario con APL, por lo que es igual. Pero el modelamiento del escenario base es lo que cambia, ya que ambas ecuaciones están sujetas a la siguiente condición (ASCC, 2019):

$$\sum_{\forall e \in APL} \frac{S_{t_1 e}}{A_{t_1 e}} A_{t_2 e} = \frac{\sum_{\forall e \in APL} S_{t_1 e}}{\sum_{\forall e \in APL} A_{t_1 e}} \sum_{\forall e \in APL} A_{t_2 e} \quad (3)$$

Luego de que se hizo el modelamiento para las categorías base, estos resultados se multiplican por factores de emisión y/o otros valores según corresponda. Con esto, se extraen los escenarios para las categorías de impacto, que vienen de la categoría base. Cabe destacar que la diferencia entre estos valores es el efecto que tiene el APL.

Después de haber hecho todos los cálculos, se marcan los valores que podrían ser atípicos y pueden necesitar ser chequeados con las siguientes fórmulas:

1. Valores de reducciones muy grandes (solo para GEI) (ASCC, 2019):

$$\sqrt{\sum_{t_1}^{t_2} E_{t_1}^2} > 100.000 \text{ tCO}_2e \quad (4)$$

Donde:

E = Impacto en emisiones para un año t_1 en una categoría.

t_1 = Primer año con cálculo de impacto.

t_2 = Último año con cálculo de impacto.

2. Valores atípicos (ASCC, 2019):

$$\frac{E_{APL}}{E_{Base}} \notin [Q_1 - 1,5 \times (Q_3 - Q_1); Q_3 + 1,5 \times (Q_3 - Q_1)] \quad (5)$$

Donde:

E_{APL} = Suma del escenario con APL.

E_{Base} = Suma del escenario base.

Q_i = Cuartil correspondiente de la distribución de $\frac{E_{APL}}{E_{Base}}$.

Es importante destacar que solamente se genera reporte de los valores que no son notificados como atípicos, salvo que hayan sido chequeados y verificados, entregando un valor referencial.

3.3. APLs de bosques y leña

Como se mencionó anteriormente, los APLs de interés para el trabajo de título son los relacionados con el sector forestal. Estos APLs se componen principalmente de quince partes (Precio al Carbono, 2020):

1. Leyes y principios a los que está sujeto este acuerdo
2. Antecedentes generales del lugar físico y sector industrial del APL.
3. Normativa vigente aplicable
4. Definiciones importantes para el entendimiento del informe
5. Alcance y campo de aplicación
6. Objetivos
7. Metas, acciones y plazos de cumplimiento
8. Sistemas de seguimiento, control y evaluación de cumplimiento de las metas y acciones
9. Roles y responsabilidades de los actores asociados
10. Comité coordinador del acuerdo
11. Difusión, promoción y acceso a financiamiento
12. Medidas aplicables en caso de incumplimiento
13. Adhesión al acuerdo
14. Plazo
15. Vigencia para servicios públicos

Actualmente existen siete APLs forestales vigentes en torno al tema de bosque y leña, cada uno se especifica en un tema diferente. Además, hay dos acuerdos de estos temas en proceso de gestación.

A continuación, se realiza una pequeña introducción y resumen de cada uno de estos APLs, en el anexo VI se puede observar un resumen y análisis más detallado de los APLs, donde se explica mejor el contexto, los objetivos y metas.

1. **APL Industria del Aserrió y Remanufactura de Madera (ASCC, 2004):** este acuerdo busca la eficiencia productiva y la prevención de la contaminación en esta industria. A su vez, busca introducir tecnologías, buenas prácticas operativas, reutilización y reciclaje de residuos.
2. **APL Industria de Tableros y Chapas Regiones del Biobío y Los Ríos (ASCC, 2007):** este acuerdo busca promover la innovación tecnológica, las buenas prácticas operativas en residuos, el uso eficiente de recursos y disminución de riesgo laboral para una eficiencia productiva y reducción de la contaminación.
3. **APL Industria MIPyME primaria y secundaria de la madera Región del Maule (ASCC, 2009):** este acuerdo busca incorporar más empresas de este sector para mejorar su eficiencia productiva, su desempeño ambiental y la seguridad laboral.
4. **APL Comerciantes de Leña de los Principales Centros de Consumo del Sur de Chile (ASCC, 2010):** este acuerdo busca lograr un producto de calidad, que responda a las exigencias ambientales y del mercado.

5. **APL Sector Comerciantes de Leña de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins (ASCC, 2014):** este acuerdo busca aumentar la eficiencia productiva, previniendo los efectos ambientales. Todo esto, en base a la introducción de tecnologías de producción limpia y sustentabilidad.
6. **APL Leña de Calidad y Sustentable de Osorno (ASCC, 2016):** este acuerdo busca introducir tecnologías de producción limpia y sustentabilidad para prevenir los impactos ambientales de la producción y comercio de leña seca.
7. **APL Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo, Región de Valparaíso (ASCC, 2019):** este acuerdo busca incorporar un manejo sustentable bajo criterios de ordenación forestal. Esto para lograr la protección, recuperación e incremento de la localidad de la madera.

Principalmente, se busca integrar el sistema de medición de las absorciones en el área de las metas y acciones, para que así estén alineadas con el sistema completo. Es importante que esto esté respaldado de los medios de verificación, por lo que también se buscó modificar esa parte de los acuerdos. Para esto se sistematizaron y clasificaron las metas de los APL, con el fin de estandarizar el proceso y que se pueda proyectar para futuros acuerdos. En el anexo VII se muestran las diferentes clasificaciones de las metas y su potencial para ser incorporadas en la medición de absorciones de GEI, para finalmente ser comercializadas. Esto evidenció que hay 2 clasificaciones con mucho potencial, por lo que se cree que hay un gran espacio para el mercado de carbono. Estas son Calidad y tipo de Leña y Ordenación Predial.

4. METODOLOGÍAS DE CONTABILIDAD DE CARBONO

4.1. Proceso de elección de metodologías

Para la implementación de las metodologías de medición de las emisiones y absorciones de GEI en los APLs de bosque y leña, se plantean una serie de pasos específicos. Esto se realiza para tener un proceso estandarizado, y con el objetivo de que dicha implementación sea de la forma más orgánica y óptima posible. Para explicar el flujo del proceso de elección de metodología de contabilidad de carbono para cada APL, se plantea el siguiente diagrama:

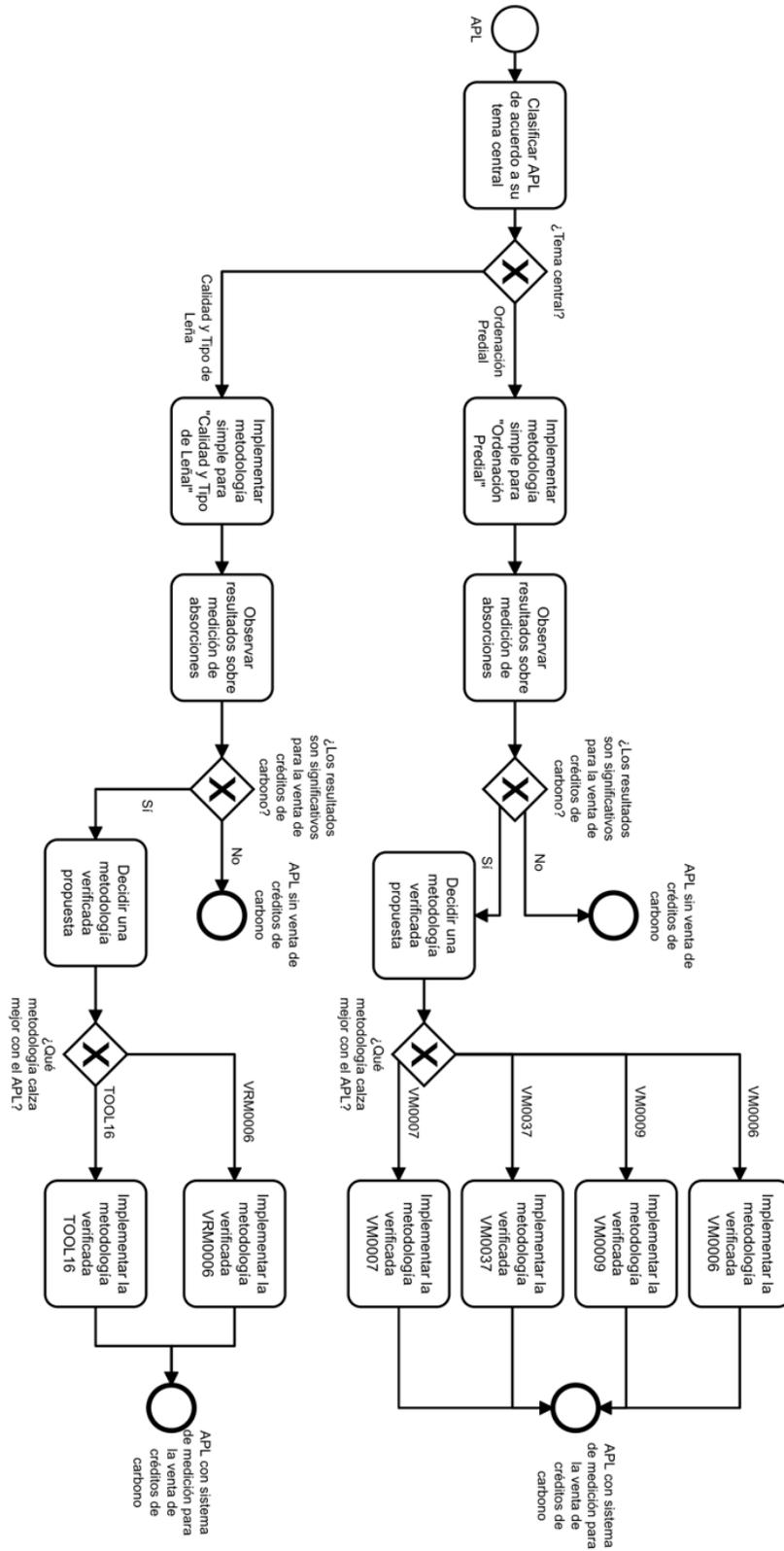


Ilustración 5: BPMN Elección metodología de contabilidad de carbono para APL.
Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta las necesidades de la ASCC, se trabajó con propuestas diferentes para los APLs relacionados con “Calidad y Tipo de Leña”, así como también con los de “Ordenación Predial”. Como se dijo con anterioridad, se realizó esta clasificación debido a que requerían distintas formas de medir las absorciones y emisiones.

Si bien las metodologías propuestas para cada uno de los casos tienen similitudes, también existen ciertas diferencias específicas para cada caso. Se busca que -a futuro- los nuevos APLs forestales, los que están en gestación, y los que se crearán, puedan ser clasificados de esta forma, para así poder implementar las metodologías propuestas para la medición.

Por otro lado, para cada una de las clasificaciones, se plantean dos tipos de metodologías:

- **Metodologías simples:**

Para poder medir de manera rápida y estandarizada; se propone una metodología simple para la clasificación de Ordenación Predial y una para la de Calidad y Tipo de Leña.

Este tipo de metodologías es de gran importancia, ya que se pueden obtener resultados sobre la contabilidad de las emisiones y absorciones de los GEI de manera simplificada. Con esto, se estudia si los resultados son lo suficientemente significativos como para la venta de créditos de carbono dentro del APL.

En el caso que los resultados no sean significativos, no conviene la venta de los créditos de carbono, por lo que no es necesario implementar una metodología verificada al APL. Por otro lado, si se observan resultados alentadores del APL, se busca una de las metodologías verificadas propuestas para la clasificación que encaje de mejor forma con el APL, para así poder vender créditos de forma verificada.

- **Metodologías verificadas:**

En el caso que los resultados observados en la metodología simple muestren absorciones o emisiones evitadas de GEI significativas para la venta de créditos de carbono, se busca entonces una de las metodologías verificadas propuestas.

Además de necesitar un sistema de verificación de créditos para llevar a cabo proyectos forestales para la absorción del carbono bajo REDD+ o algún otro instrumento, también se necesita implementar una metodología para cuantificar los beneficios reales de los GEI de un proyecto en específico. Esto es indispensable para que los APLs -en este caso específico- puedan determinar los límites del proyecto, las líneas base, y evaluar la adicionalidad para luego poder cuantificar correctamente las reducciones o eliminaciones de emisiones de GEI.

Cualquier metodología que sea desarrollada bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de las Naciones Unidas, puede ser utilizada para proyectos inscritos en VCS. Lo mismo ocurre con las metodologías desarrolladas por la Reserva de Acción Climática.

Como se dijo previamente, acorde a los objetivos del presente estudio, los APLs forestales fueron divididos en Calidad, tipo de Leña y Ordenación Predial. Para cada uno de estos se

propuso metodologías de contabilidad diferente, las cuales fueron lo suficientemente amplias como para estandarizar las mediciones para futuros acuerdos.

VERRA entrega una anidación de varias metodologías existentes para la contabilidad de GEI en torno al área forestal. Todas éstas están bajo los estándares de VCS, y lo suficientemente normalizadas para poder implementarlas en diferentes proyectos. Dentro de estas se encuentran (VERRA, 2020):

- VM0003 Metodología para mejorar la gestión forestal mediante la ampliación de la edad de rotación
- VM0004 Metodología para proyectos de conservación que evitan la conversión del uso de la tierra planificada en bosques de pantanos de turba
- VM0005 Metodología para la conversión de bosques de baja productividad en bosques de alta productividad
- VM0006 Metodología para la contabilidad del carbono para proyectos REDD a escala de mosaico y de paisaje
- VM0007 Marco metodológico de REDD+ (REDD+MF)
- VM0009 Metodología para la conversión de ecosistemas evitados
- VM0010 Metodología para la mejora de la gestión forestal: Conversión de Bosque Talaico a Bosque Protegido
- VM0011 Metodología para el cálculo de los beneficios de los GEI de la prevención de la degradación planificada
- VM0012 Mejora de la gestión forestal en los bosques templados y boreales (LtPF)
- VM0015 Metodología para evitar la deforestación no planificada
- VM0029 Metodología para evitar la degradación de los bosques mediante el manejo del fuego
- VM0034 Metodología de compensación de carbono de los bosques canadienses
- VM0035 Metodología para mejorar la gestión forestal mediante la tala de impacto reducido
- VM0037 Metodología para la implementación de actividades de REDD+ en paisajes afectados por la deforestación y degradación de mosaicos

4.2. Metodologías para Calidad y Tipo de Leña

4.2.1. Metodología Simple

En esta sección se utilizaron los resultados del proyecto “Diseño y levantamiento de información clave para enfrentar causas de deforestación y degradación forestal por uso insostenible de biomasa mediante extensión y facilitación comercial que promueva su uso sostenible en poblaciones vulnerables rurales y urbanas”, llevado a cabo en las regiones chilenas de La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén. Este informe fue parte de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) y de la Estrategia de Dendroenergía de la CONAF (CONAF, 2018).

En este proyecto se implementaron 32 proyectos piloto (pp) para la mejora comercial de la cadena productiva y de comercialización de la leña, mediante conservación, gestión sostenible de bosques e incremento de reservas forestales de carbono. Es relevante destacar que, sumado a los beneficios medioambientales, éstos también tienen beneficios sociales y económicos en las comunidades que están relacionadas con la vegetación. Estos proyectos se clasificaron en torno a los diferentes impactos para las emisiones de GEI (CONAF, 2018):

- **Competitividad del Negocio (CdN):** Intervenciones comerciales, sujetos con la Eficiencia Energética y el Manejo Forestal Sostenible, que intentan a través de disminución de costos, aumento de valor o crecimiento en las ventas, aumentar la productividad sostenible, para así disminuir las emisiones de GEI por unidad.
- **Eficiencia Energética (EE):** Incremento en el volumen de la leña de calidad, por medio de manejo de combustible o secado. Generar una misma cantidad de energía teniendo una menor porción de biomasa forestal.
- **Manejo Forestal Sostenible (MFS):** Busca un manejo de bosque nativo correcto, mediante mejoras en las aptitudes de los actores del sector y gestiones directas en torno a las tasas de intervención de bosque (tasas de extracción máximas).

Este proyecto tuvo como fin el promover el uso sostenible de leña en poblaciones rurales y urbanas que están expuestas a la vulnerabilidad. El propósito es revelar la sostenibilidad del producto, la eficiencia energética, la disminución de emisiones de GEI y de Material Particulado. El proyecto abarca todo el proceso productivo de la cadena de comercialización de leña, pero las buenas prácticas se dividieron en tres fases:

Tabla 3: Buenas prácticas por eslabón productivo de la cadena de comercialización de leña.

En el bosque	En el procesamiento y producción	En la comercialización
Manejo forestal sostenible (MFS) de los recursos vegetacionales Programas de asistencia técnica y acompañamiento Planificación Capacitación	Estandarización del producto Técnicas de secado Modelos de producción y formatos de productos Técnicas de procesamiento Almacenamiento Programas de asistencia técnica y acompañamiento Modelos de abastecimiento Capacitación	Compras asociativas Circuitos cortos Ventas asociativas Capacitación

Fuente: Nota Informativa 24 ENCCRV

En la presente cadena de producción se pueden observar tres tipos de actores relevantes: los productores, intermediarios y consumidores. Para este caso, existen dos tipos de cadenas según el estudio: la cadena larga y la cadena corta, que se distinguen por la presencia de intermediarios.

El proyecto le da mayor importancia de intervención a las Áreas Prioritarias (AP), las que están presentes a una degradación de patrimonio forestal nativos, por la extracción insostenible de leña. Además, se deben de cumplir ciertos criterios para la implementación:

- Los actores manifiesten interés en participar.
- Deben de ser parte de la cadena productiva y de comercialización de leña.
- El recurso debe de acreditarse, para los PP de ordenación.
- Existe una necesidad y voluntad para la mejora de procesos y prácticas.
- Incorporar casos en torno al genero y pueblos indígenas.

Para estimar la eficiencia energética del combustible leña, se necesita incluir una línea base, prueba de adicionalidad y un cálculo ex-post de las reducciones de emisiones de **CO₂** (aumento de contenido energético por volumen de biomasa). Esta metodología está sujeta a algunos supuestos:

- La leña no se degrada por descomposición orgánica.
- Solo se contempla la generación de energía térmica.
- Se precisa el poder calorífico, mediante la humedad solamente.
- El poder energético se mide antes de la combustión en el sistema residencial, por lo que en esta metodología no se contempla específicamente la eficiencia del sistema.
- La demanda energética es estable, por lo que a una mayor eficiencia energética (igual precio), no habrá un aumento en el volumen consumido de biomasa.

Medición de Eficiencia Energética y GEI

La siguiente fórmula se utiliza para calcular la eficiencia energética de acuerdo con la línea base. Para esto, se consideran los factores de emisiones locales, para cada región en específico (ICAP, 2019):

$$EE_{LB} = \sum(VL_{i,j} \times CE_{i,j}) \quad (1)$$

Donde:

EE_{LB} = Contenido energético de la leña en condición de línea base [kWh/ton].

$VL_{i,j}$ = Cantidad de leña producida en el territorio [kg], de la especie i, a un nivel de humedad j [ton]. Para esto los valores se basan en supuestos del mercado actual.

$CE_{i,j}$ = Contenido energético para la biomasa de la especie i, a un nivel de humedad j [kWh/ ton]. Para esto los valores se obtienen de la información local más actualizada.

La fórmula posterior entrega el contenido energético, pero esta vez, para la condición del proyecto, teniendo en cuenta una humedad de un 25% (ICAP, 2019):

$$EE_P = \sum(VL_{i,k} \times CE_{i,k}) \quad (2)$$

Donde:

EE_P = Contenido energético de la leña [kWh/kg] en condición de proyecto.

$VL_{i,k}$ = Cantidad de leña producida en el territorio [kg], de la especie i, a un nivel de humedad k. Para esto los valores se basan en supuestos del mercado actual.

$CE_{i,k}$ = Contenido energético para la biomasa de la especie i, a un nivel de humedad k. Para esto los valores se obtienen de la información local más actualizada.

Luego, se extrae la diferencia entre las fórmulas y se transforma a biomasa y a emisiones de GEI por medio de los factores utilizados en los NREF/NRF.

Medición de emisiones de MP 2,5

Por otro lado, esta metodología entrega la herramienta para medir las emisiones de Material Particulado fino (MP 2,5), que se produce por la combustión de la biomasa forestal en calefacciones residenciales. Esta metodología esta sujeta a ciertos supuestos:

- El parque de calefactores no varía entre la condición de línea base y del proyecto.
- La distribución de leña no varía entre la condición de línea base y del proyecto.
- El volumen energético no varía entre la condición de línea base y del proyecto.

Para la medición de las emisiones liberadas antes y después del proyecto se utilizó la siguiente ecuación (ICAP, 2019):

$$EMO_p = \sum(VL_{i,j,k,m} \times FE_{i,j,k,m}) \quad (3)$$

Donde:

EMO_p = Emisiones de material particulado fino (MP 2,5) en condición de proyecto [ton/año].

$VL_{i,j,k,m}$ = Cantidad de leña quemada en el territorio [ton leña/año], de la especie i, en el sistema de combustión j, bajo el tipo de operación k y con un contenido de humedad m. Para esto, los valores se basan en supuestos del mercado proyectado.

$FE_{i,j,k,m}$ = Factor de emisión para la combustión de una cantidad de biomasa de la especie i, en el sistema de combustión j, bajo el tipo de operación k y con un contenido de humedad m (ton de MP/ton de leña). Para esto, los valores se obtienen de la información local más actualizada variando los parámetros de entrada según metas del proyecto.

Luego de analizar el tema, se puede observar que existen diferentes maneras de encontrar los factores de emisión teniendo en cuenta el volumen, la calidad y su relación con el uso. Para aquel estudio, se realizó un Excel donde se ocuparon los factores de emisiones del Plan de Descontaminación Atmosférico (PDA) de Valdivia. Cabe destacar que se suma la variable “mal uso”, la cual tiene relación con la calidad de la leña.

Tabla 4: Factores de emisión según tipo de equipo, calidad de leña y uso.

Factores de emisión [gr/Kg]	Leña seca	Leña húmeda	Mala operación
Cocina a leña	7	13	13
Combustión lenta S/T	5,8	11	11
Combustión lenta C/T	4,9	10,2	10,2
Salamandra	11,8	34,1	34,1
Chimenea	9,2	26,6	26,6
Calefactor certificado	2,3	10,2	10,2
Nueva tecnología	2	5,1	5,1
Calefactor a pellet	1,8	-	-

Fuente: SICAM, 2015

Metodología de rendimiento sostenido para Manejo Forestal Sostenible (MFS)

Para el estudio sobre la extracción de madera en los bosques, se analizó su crecimiento por año como punto máximo para fijar la tasa anual de extracción. Esto debe estar bajo un rendimiento sostenido que indica la existencia de una producción invariable en el tiempo, donde el capital forestal entrega la cifra de capacidad máxima a producir.

La estimación y análisis del rendimiento sostenido fue dividida en tres etapas distintas:

- Elaboración de cartografía predial.
- Determinación y ajuste de crecimiento predial por rodal.
- Determinación de nivel de crecimiento para cada proyecto

Análisis Costo/Beneficio

Para la estimación de costo y beneficio, se cuantificaron las emisiones de GEI evitadas por proyecto, estableciendo un costo por cada tonelada de CO_2 evitada. Se calculó la disminución de biomasa que se genera gracias a la disminución del nivel de humedad en la leña, generando así un aumento en el contenido energético.

Por otro lado, se midieron los costos unitarios de volumen antes y después del proyecto. Por último, se estudió un escenario de economías de escala, donde se consideró el uso eficiente de recursos, de construcciones, de tecnología, entre otros.

4.2.2. Metodologías verificadas

TOOL16 - Proyecto de emisiones procedentes del cultivo de biomasa (CDM, 2020)

Esta metodología es especialmente útil para la contabilidad de emisiones de proyectos resultantes de cultivos de biomasa en una plantación especializada y para que esta biomasa sea utilizada como fuente de energía. La tierra donde se cultiva esta biomasa contiene las siguientes características:

- No contiene humedales.
- No contiene suelos orgánicos.
- No contiene bosques.
- No esta sometida a riego por inundación.

Cabe destacar que las actividades previas al proyecto no se pueden trasladar fuera de los límites para evitar los cambios indirectos en el uso de suelo. Para esto, se debe de cumplir alguna de las siguientes restricciones:

1. El área fue tierra abandonada antes de la implementación del proyecto.
2. El área fue utilizada antes de la implementación del proyecto, pero el uso de suelo, anterior al proyecto de la plantación, será acomodado, proporcionando al menos el mismo nivel de servicio durante la actividad del proyecto.

Las emisiones del proyecto resultantes del cultivo de biomasa en una plantación especializada se estiman de la siguiente manera:

$$EP_{BC,y} = EP_{SM,y} + EP_{EC,y} + EP_{BB,y} \quad (1)$$

Donde:

$EP_{BC,y}$ = Emisiones resultantes del cultivo de biomasa en una plantación dedicada, en el año y (tCO_2e).

$EP_{SM,y}$ = Emisiones resultantes de la ordenación del suelo, en el año y (tCO_2e).

$EP_{EC,y}$ = Emisiones resultantes del consumo de energía, en el año y (tCO_2e).

$EP_{BB,y}$ = Emisiones resultantes de la quema de biomasa, en el año y (tCO_2e).

Ahora, descomponiendo la ecuación (1):

- **Emisiones resultantes de la ordenación del suelo:**

$$EP_{SM,y} = EP_{SOC,y} + EP_{SF,y} + EP_{SA,y} \quad (2)$$

Donde:

$EP_{SM,y}$ = Emisiones resultantes de la ordenación del suelo, en el año y (tCO_2e).

$EP_{SOC,y}$ = Emisiones resultantes de la pérdida de carbono orgánico del suelo, en el año y (tCO_2e).

$EP_{SF,y}$ = Emisiones resultantes de la fertilización y la gestión del suelo, en el año y (tCO_2e).

$EP_{SA,y}$ = Emisiones resultantes de la enmienda del suelo (encalado), en el año y (tCO_2e).

- **Emisiones resultantes del consumo de energía:** Las emisiones resultantes del consumo de energía se estiman siguiendo las disposiciones de los instrumentos metodológicos "Instrumento para calcular las emisiones de CO_2 de proyecto o de fuga procedentes de la combustión de combustibles fósiles" y "Instrumento para calcular las emisiones de base, de proyecto y/o de fuga procedentes del consumo de electricidad".
- **Emisiones resultantes de la limpieza o quema de biomasa:**

$$EP_{BB,y} = \frac{44}{12} \times 0.47 \times \sum_i A_{FR,i,z} \times b_i \times (1.07 \times R_i) \quad (3)$$

Donde:

$EP_{BB,y}$ = Emisiones resultantes de la quema de biomasa, en el año y (tCO_2e).

$\frac{44}{12}$ = Factor de conversión de unidades de tC a tCO_2e ; sin dimensiones.

0.47 = Valor por defecto de la fracción de carbono de la biomasa quemada; sin dimensiones.

1.07 = Factor para tener en cuenta las emisiones de no CO_2 de la quema de biomasa; sin dimensiones. Si la biomasa es despejada sin usar fuego abierto, entonces este factor se establece igual a 1.

$A_{FR,i,z}$ = Superficie del estrato i de la tierra sometida al fuego en el año y (ha).

b_i = Consumo de biomasa combustible por hectárea en el estrato i de la tierra sometida al fuego (t materia seca/ha).

R_i = Relación raíz-tirada (es decir, relación entre la biomasa subterránea y la biomasa superficial) para el estrato i de la tierra sometida al fuego; sin dimensiones.

i = Estratos de áreas de tierra.

VRM0006 - Metodología para la instalación de cocinas de leña de alta eficiencia (VCS, 2019)

Esta metodología es aplicable a proyectos que buscan nuevas generaciones de energía térmica eficiente, como en cocinas, hornos o calefactores alimentados con biomasa eficiente, o que buscan reducir el uso de biomasa no renovable para la combustión.

Dentro de las restricciones para el proyecto se encuentran:

- Las estufas del proyecto son de una o varias ollas portátiles (con una o dos cámaras de combustión) o estufa de cocina que ocupa solo biomasa leñosa.
- Las estufas deben de tener una eficiencia térmica de alta potencia especificada, de al menos un 25%.
- La estufa utilizada es un fuego de tres piedras, o un dispositivo convencional (sin rejilla, ni chimenea), sin suministro de aire de combustión mejorado, ni ventilación de gases de combustión.

Algunas definiciones necesarias para comprender la metodología son:

- **Estufa de cocina mejorada (ICS):** estufas de combustible sólidos que mejoran las tecnologías tradicionales de biomasa, en base a eficiencia de combustible y reducción de las emisiones por mejoras de eficiencia en la combustión.
- **ICS chimenea básica:** cocinas de combustibles sólidos, en las cuales sus chimeneas presentan mejoras mínimas o moderadas en la eficiencia térmica.
- **ICS portátil básico:** cocinas portátiles de biomasa sin ventilación y que presentan mejoras moderadas en la eficiencia térmica.
- **ICS intermedia:** cocinas de combustible sólido con mejoras significativas en la eficiencia de combustible (>25%). Este tipo de estufas ocupa el principio de estufas cohete, para madera/cultivo o residuos/estiércol, o tienen otros diseños que promueven la eficiencia térmica para el caso del carbón intermedio o carbón ICS.
- **Cocinas avanzadas (ACS):** cocinas de gasificación de biomasa de tiro natural o tiro de abanico. Incluyen los modelos de tiro natural, estilo cohete de tiro ventilador, y gasificadores de ventilador de carga superior.
- **Tecnología de proyecto:** características de diseño y rendimiento de la estufa mejorada. Las tecnologías del proyecto pueden ser abordadas como similares, si es que se basan en la misma tecnología de combustión y eficiencias térmicas, o los consumos específicos no

difieren en más de +/-5%. Las tecnologías de proyectos comparables pueden compartir los mismos procedimientos de vigilancia.

- **Cocina rudimentaria:** soluciones de cocción tradicionales de combustible sólido, como fuego abierto, fuegos de tres piedras, la "U" de barro/arcilla sin ventilación, estufas con forma, cocinas básicas de carbón.
- **Zona rural:** Área o región que consiste en una población que utiliza predominantemente cocinas tradicionales.
- **Vintage:** Cocinas operativas correspondientes a un año civil. Por ejemplo, las cocinas que han estado en funcionamiento durante menos o igual a 365 días pertenecen a la *Vintage 1*. Las estufas que han estado en funcionamiento durante más de 365 días, pero menos o igual a 730 días pertenecen a *Vintage 2*.

Los proyectos deben cumplir con las siguientes condiciones de aplicabilidad:

- Las actividades del proyecto se llevarán a cabo en locales nacionales o cocinas comunitarias.
- La estufa de proyecto deberá tener una eficiencia térmica de alta potencia especificada de al menos 25% y utilizar exclusivamente biomasa leñosa.
- La estufa de base será un fuego de tres piedras, o un dispositivo convencional sin rejilla o chimenea, es decir, sin un mejor suministro de aire de combustión o ventilación de gases de combustión.

El escenario base establece el uso continuo de combustible de madera no renovable (leña/carbón) en la población destinataria para satisfacer necesidades de energía térmica, como a las de las cocinas del proyecto en ausencia de la actividad.

La adicionalidad del proyecto es de gran importancia y esta determina si la implementación de este ha tenido un efecto comparado con la línea base. En general este efecto se demuestra en incentivos económicos. Para poder demostrar la adicionalidad se utilizan los siguientes pasos de metodología:

- **Paso 1- Excedente reglamentario:** Para la participación del proyecto se debe demostrar el excedente reglamentario en conformidad con las normas y requisitos relativos de la última versión de normas de VCS.
- **Paso 2- Lista positiva:** Las condiciones de aplicabilidad de esta metodología representan una lista positiva. El proyecto debe demostrar que cumple todas las condiciones de aplicabilidad, por lo tanto, con la lista positiva de la corriente de ingresos. Se considera adicional la actividad de este proyecto cuando se proporcionan estufas a costo cero a y la venta de créditos es la única fuente de ingresos. En cualquier otro caso que el anterior, se aplicará el método de análisis de inversiones propuesto en el MDL para demostrar y evaluar de adicionalidad.

Cuantificación de las reducciones de emisiones o remociones de GEI:

Para el cálculo de las emisiones de referencia y las del proyecto, AMS-II.G no contabiliza por separado las emisiones, sino que cuantifica las emisiones en función de la reducción de la cantidad de combustible de biomasa no renovable. Por ejemplo, el consumo en las estufas del proyecto eficiente en comparación con las estufas de línea de base. Esta revisión sigue la misma convención.

Las reducciones netas de las emisiones de GEI se calculan aplicando (1) y (2):

$$ER_y = \sum_i \sum_j ER_{y,i,j} \quad (1)$$

Donde:

i = Índices para la situación en la que se introduce más de un tipo/modelo de estufa mejorada para reemplazar el fuego de tres piedras.

j = Índices para la situación en la que hay más de un lote de estufas mejoradas de tipo i .

ER_y = Reducción de las emisiones durante el año y en t CO_2 e.

$ER_{y,i,j}$ = Reducción de emisiones por la mejora de la cocina de tipo i y lote j durante el año y en t CO_2 e.

$$ER_{y,i,j} = B_{y,savings,i,j} \times f_{NRB,y} \times NCV_{wood\ fuel} \times (EF_{wood\ fuel,CO_2} + EF_{wood\ fuel,non\ CO_2}) \times N_{y,i,j} \times 0,95 \quad (2)$$

Donde:

$B_{y,savings,i,j}$ = Cantidad de biomasa leñosa que se ahorra en toneladas por cada cocinero mejorado estufa de tipo i y lote j durante el año y .

$f_{NRB,y}$ = Fracción de la biomasa leñosa que puede establecerse como biomasa no renovable (fNRB).

$NCV_{wood\ fuel}$ = Valor calorífico neto de la biomasa leñosa no renovable que se sustituye o reduce (valor por defecto del IPCC para el combustible de madera, 0,0156 TJ/tonelada).

$EF_{wood\ fuel,CO_2}$ = Factor de emisión de CO_2 para el uso de combustible de madera en el escenario base (IPCC por defecto para el combustible de madera, 112 t CO_2 /TJ).

$EF_{wood\ fuel,non\ CO_2}$ = Factor de emisión de no CO_2 para el uso de combustible de madera en el escenario base (IPCC por defecto para el combustible de madera, 26,23 t CO_2 /TJ).

$N_{y,i,j}$ = Número de cocinas mejoradas de tipo i y lote j operando durante año y .

0,95 =Factor de descuento para tener en cuenta la fuga.

4.3. Metodologías para Ordenación Predial

4.3.1. Metodología simple

Para este apartado, se utilizó un estudio técnico realizado por Sergio Sáez, Pablo Honeyman y Pablo Cruz, llamado “Plan de Ordenación Centro Experimental Forestal Tanumé”. Este tiene como objetivo principal la sustentabilidad del recurso forestal de la zona, la medición de emisiones y captura de carbono (Cruz et al., 2020).

La estimación se divide en dos fases: primero, la medición de emisiones y capturas de GEI actuales (2019), y segundo, las proyecciones posteriores al Plan de Ordenación propuesto (2020-2035). Es clave destacar que esta metodología de medición utiliza mucha información y antecedentes ya existentes, para así no comenzar desde cero. A la información de inventarios anteriores y caracterizaciones del recurso forestal realizadas anteriormente se le aplican los factores de emisiones y captura propuestos por el IPCC.

Para el cálculo de las absorciones de GEI en los bosques hay métodos destructivos, que involucran la tala y pesa de muestras de diferentes partes de los árboles, para así poder estimar la biomasa y las fracciones de carbono. Por otro lado, existen métodos que no son destructivos, que se llevan a cabo por medio de funciones alométricas o volumétricas existentes para realizar los cálculos necesarios.

En Tanumé, se utilizó un método no destructivo, el cual utiliza información que ya existía de inventarios y actividades del predio, y factores admitidos por el IPCC. Es clave destacar que, para los sistemas de mediciones que se buscan para los APLs forestales, se quieren utilizar métodos no destructivos, ya que, con el estudio del predio de Tanumé, quedó comprobado que es factible.

Para este plan, se utilizó una metodología de medición más simple: *Tier I*, la que incluye valores de referencia para cada zona climática. Esta puede llegar hasta *Tier III*, que se basa en información local específica.

Las siguientes tablas muestran algunos ejemplos de maneras de medir emisiones y capturas para el proyecto en Tanumé:

Tabla 5: Ejemplos de estimación de capturas en sumideros para el predio Tanumé.

	Bosque nativo		Plantaciones	
	Variable	Método estimación	Variable	Método estimación
Datos de actividad	Stock actual de biomasa (Ton/ha)	Funciones alométricas	Stock actual de volumen (m ³ /ha)	Funciones de volumen y/o alométricas
	IMA _{Biomasa} (Ton/ha/año)	Tarugos de incremento	IMA _{volumen} (m ³ /ha/año)	Tarugos de incremento
Factores de captura	Densidad promedio de las maderas nativas para el factor de carbono, y factor de CO ₂ equivalente del IPCC.		Densidad promedio de las maderas exóticas para el factor de carbono, y factor de CO ₂ equivalente del IPCC.	

Fuente: Anexo técnico final del Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

Tabla 6: Ejemplos de estimación de emisiones del predio Tanumé.

	Producción forestal	Administración	Otras fuentes
Datos de actividad	Uso combustible fósil (litros/año)	Uso combustible fósil (litros/año)	Fermentación entérica de ganado (Ton metano/año)
	Uso de energía (Kw/año)	Uso de energía (Kw/año)	Quemas de desechos agrícolas (Ton/año)
	Quemas de desechos forestales (Ton/año)		
Factores de emisión	FE aceptado por IPCC	FE aceptado por IPCC	FE aceptado por IPCC

Fuente: Anexo técnico final del Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

Para la medición y evaluación de impacto de los GEI en los APLs de ordenación predial, se busca realizar un balance de carbono simplificado, tal como se realizó para el Informe de Tanumé. Este estudio estimó las capturas y emisiones de GEI que venían de las actividades productivas y elementos del predio CEF Tanumé, durante el tiempo de Ordenación (2020-2035).

La siguiente ilustración muestra el esquema de los flujos de GEI del predio CEF Tanumé, las fuentes y sumideros más importantes de las emisiones y absorciones:

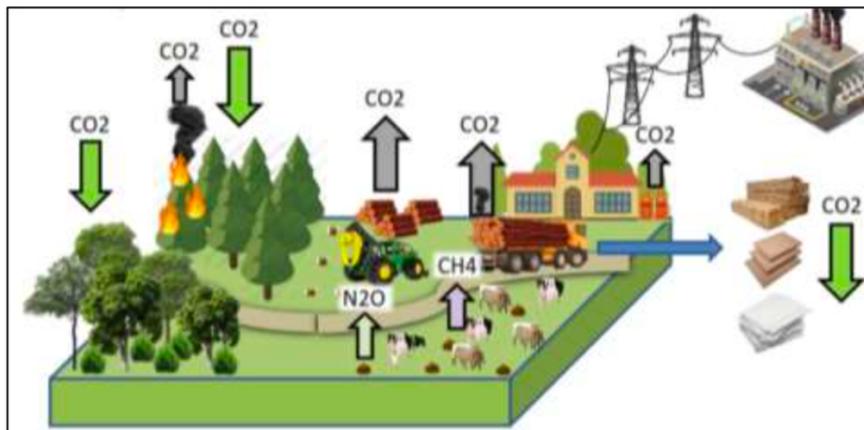


Ilustración 6: Flujos de GEI en el CEF.

Fuente: Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

La tabla que se encuentra a continuación nombra y enumera las principales fuentes y sumideros para la estimación de emisiones y reducciones de GEI mostrados con anterioridad:

Tabla 7: Fuentes y Sumideros de GEI.

Fuentes/Sumideros	
A. Plantaciones forestales	A.1 Biomasa aérea y radicular
	A.2 Biomasa muerta
	A.3 Carbono orgánico del suelo
	A.4 Productos forestales recolectados
B. Bosque Nativo	B.1 Biomasa aérea y radicular
	B.2 Biomasa muerta
	B.3 Carbono orgánico del suelo
C. Ganadería (Cambios en las reservas de carbono en pastizales y emisiones del ganado)	C.1 Fermentación entérica
	C.2 Pastizales
	C.3 Orina y estiércol de ganado
D. Energía	D.1 Uso electricidad
E. Combustibles	E.1 Transporte (Vehículos livianos y pesados)
	E.2 Maquinaria de faenas forestales
	E.3 Uso doméstico

Fuente: Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

Esta metodología consta de una planilla de Excel, la cual se elaboró para sistematizar los cálculos de cada fuente y sumidero. Esta contiene los datos anuales de actividad de Tanumé, las fórmulas de estimación (del IPCC 2006), y los factores de emisión locales o generales (del IPCC 2006) según la disponibilidad de información (Cruz et al., 2020).

Se llevaron a cabo los cálculos del balance bruto y neto del año 2019, para así poder proyectar estos resultados para el resto de los años del tiempo de ordenación. Además, se utilizaron diferentes fuentes para la creación de la herramienta, así como (Cruz et al., 2020):

- Inventario de bosque nativo 2010.
- Información entregada por la Administración del CEF Tanumé y la Oficina Regional de CONAF, respecto a las actividades productivas y de consumo del predio.
- Inventario de plantaciones 2017.
- Trabajo de estimación de carbono en plantaciones de pino en Tanumé (Rodríguez et al., 2003).
- Cartografía de bosque nativo y plantaciones 2017.

Se tomaron los siguientes supuestos para el cálculo de los flujos anuales de emisiones del 2019 con respecto a la pertenencia de algunos sumideros y fuentes:

- **Pastizales:** Se tomó en cuenta que la biomasa, biomasa muerta y el *stock* de carbono en el suelo se presentan en equilibrio con la atmósfera, dado que no se muestran señales de

importantes cambios recientes en el tipo y/o la intensidad del manejo de los pastizales (IPCC, 2006).

- **Bosque nativo y plantaciones:** Se tomó en cuenta que la biomasa muerta estaba en equilibrio con la atmósfera en relación con los flujos de carbono, ya que no se muestran indicios de cambios importantes en los tipos de bosques, perturbaciones o regímenes de manejo en los bosques. Además, también se tomó en cuenta que el *stock* de carbono en el suelo de los bosques manejados no varía, dado que está incompleta la base científica actual y existe cierta incertidumbre en torno a esto (IPCC, 2006).

Para el cálculo de los flujos de carbono de cada fuente/sumidero:

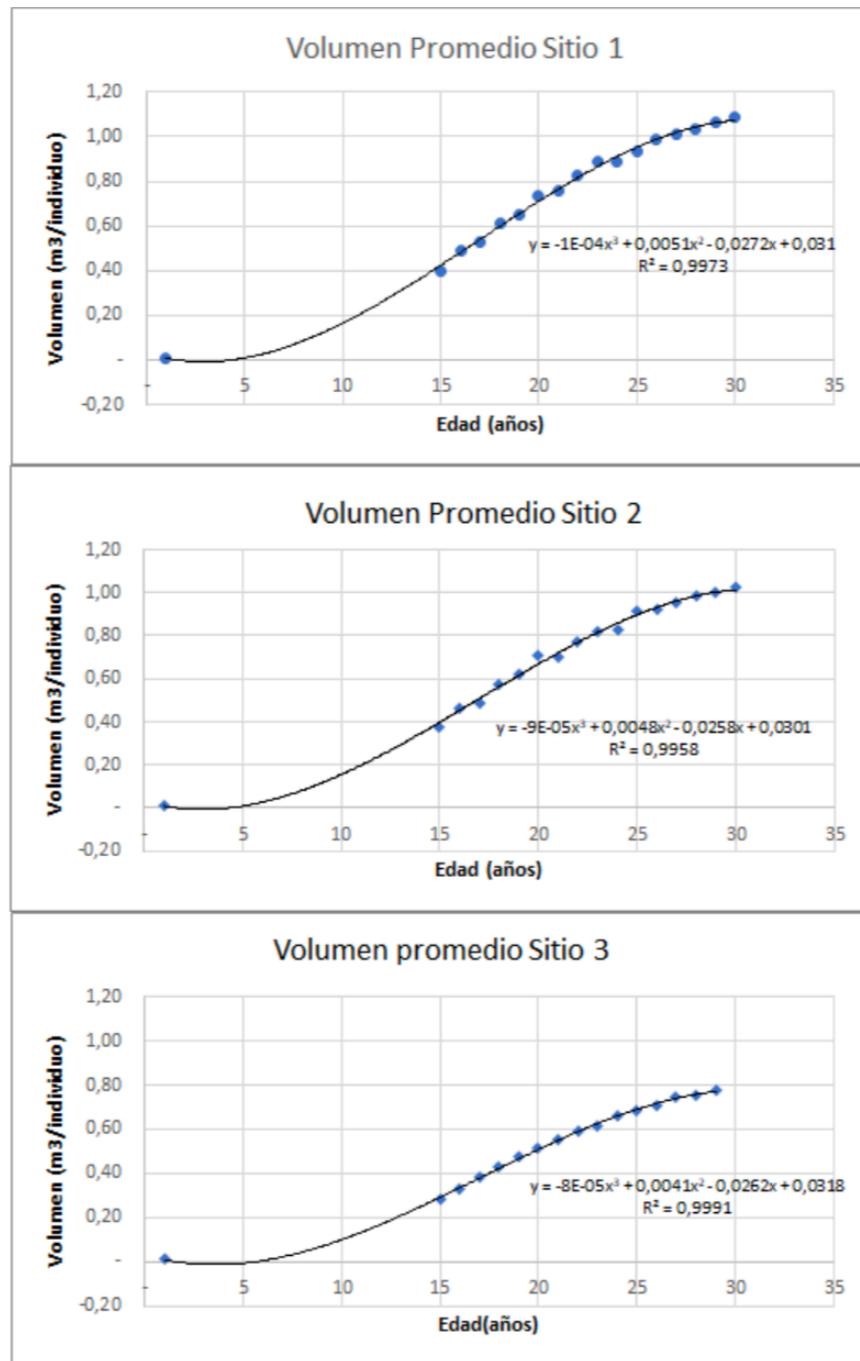
Plantaciones

- **Biomasa *Pinus radiata* Año base (2019):**

Se tomaron en cuenta tres elementos para el cálculo del año base (2019) de los flujos de carbono: el secuestro de carbono por el incremento de biomasa anual (sumidero), la emisión por extracción de madera anual (fuente) y la emisión por incendios forestales (fuentes).

Para el caso del cálculo del secuestro de carbono por el incremento de biomasa anual, se tuvo mediante el volumen aéreo promedio por individuo, de este predio en específico, de las simulaciones del programa Radiata. Cabe destacar que se consideró la información de cada sitio, entre las edades 15 y 30 años.

En base a esta información volumétrica se calibró, para cada uno de los sitios, una función específica para modelar el volumen aéreo de *Pinus radiata* en Tanumé, con respecto a la edad. En la siguiente figura se muestran los modelos, con una línea de tendencia polinómica de tercer grado:



*Gráfico 5: Modelos de volumen promedio para Pinus radiata con respecto a edad.
 Fuente: Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región*

Luego, se tomó como supuesto que las plantaciones actualmente están con las densidades de plantación especificadas en los esquemas de manejo de cada sitio. De esta forma, en base a las densidades de plantación (individuos/ha) y modelos de volúmenes aéreos (m³/individuo) obtenidos con anterioridad, se estimaron los volúmenes aéreos por edad para cada sitio y su incremento volumétrico aéreo (m³/ha/año), con la resta del volumen aéreo de una clase de edad y el del anterior.

Con esto, se estimó el incremento volumétrico total promedio de toda el área de plantación de *Pinus radiata*, ponderando cada uno de los incrementos de cada rodal por el área de cada clase de edad actual.

Luego de obtener el incremento volumétrico total anual (m³/ha/año), se estimó el incremento de biomasa total (kg de biomasa/ha/año) por medio de la densidad de la madera. En la siguiente tabla se muestra el caso del *Pinus radiata*:

Tabla 8: Densidad de madera Pinus radiata.

Parámetro	Valor	Unidad	REF.
Densidad Madera P. radiata	380	kg secos/m ³ húmedos	Beets <i>et al</i> , 2001 (Tablas IPCC)

Fuente: Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

Por último, se obtuvo el incremento total de *Pinus radiata* aéreo y radicular, por medio de la razón de biomasa subterránea/biomasa aérea R. Con esto, se convierte de toneladas de biomasa a toneladas de **CO₂** atmosférico, como se puede observar en la ilustración:

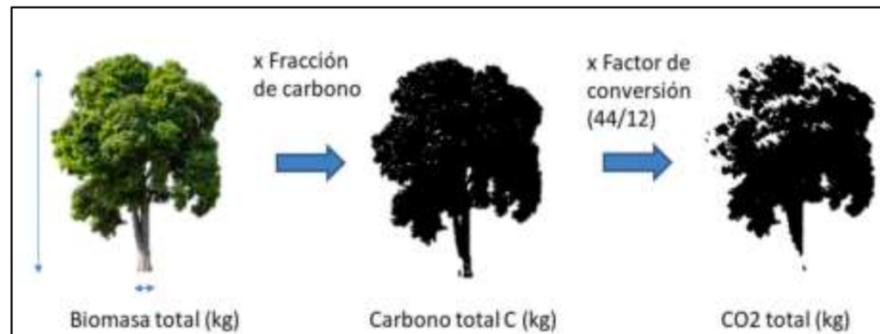


Ilustración 7: Conversiones de unidades de flujo de carbono.

Fuente: Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

Para el caso de las emisiones provenientes de las extracciones de madera del 2019, se ocupó el volumen extraído comercializable anual (información que entrega la administración de Tanumé) de podas, raleos y cosechas. Este resultado fue de un total de 31.000 m³/año, y en la siguiente tabla se puede observar cómo éste se convierte a **CO₂**:

Tabla 9: Factores de conversión para volumen extraído de madera comercializable.

Factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de extracciones en volumen comercializable a extracciones totales de biomasa (incluida la corteza)	Razón de biomasa subterránea a biomasa aérea	Fracción de carbono
[t de biomasa extraída *(m ³ de extracción) ⁻¹]	[t de biomasa radicular (t de biomasa aérea) ⁻¹]	[t de C*(t de biomasa) ⁻¹]
BCEF_R	R	CF
0,61	5,38%	0,47

Fuente: Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

Con respecto a las emisiones provenientes a los incendios, se estiman en base a la superficie del área del incendio y su *stock* de biomasa.

- **Biomasa *Pinus radiata* Periodo 2020-2035:**

Los flujos de carbono para este caso están determinados por las actividades existentes en el Plan de Ordenación, las que establecieron las emisiones que venían de la extracción de madera y absorciones de carbono de la masa forestal, en cada uno de los años. Cabe destacar que las emisiones provenientes de los incendios se estiman como constantes todos los años.

Con respecto a las absorciones de carbono, se estimaron de la misma forma que para el año base (2019), teniendo en cuenta las actualizaciones del Plan de Ordenamiento y de las superficies de plantación con respecto a la edad de cada año.

Por otro lado, para las emisiones de las extracciones de madera, se basaron en la planificación de cosechas y raleos del Plan de Ordenación. Dentro de esto se tomó en cuenta los volúmenes de cosecha calculado para cada sitio, los volúmenes de raleo entregados por la administración y la superficie que se intervino cada año. Lo anterior se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 10: Intervenciones del Plan de Ordenación para *Pinus radiata*.

Edad	Superficie Cosecha P. radiata Sitio 1 (ha)	Superficie Cosecha P. radiata Sitio 2 (ha)	Superficie Cosecha P. radiata Sitio 3 (ha)	Superficie Raleo P. radiata (ha)
2020	1,49	92,8	3,5	0
2021		77,9		78,2
2022			85,35	34,5
2023			100,63	70,6075
2024	18,33	67,51		79,4
2025		69,29		53,9
2026	1,32	67,75		66,4
2027	32,22	33,42		53,1
2028	10,79	56,49		3,2
2029	25,71	42,01		16
2030	20,04	44,74		14
2031	44,28	21,19		8,3
2032	62,55			41,7
2033	62,55			10,9
2034	59,7			0
2035	63,31			1,5

Fuente: Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

- **Biomasa *E. globulus* Año base (2019):**

Para la estimación de los flujos de carbono para esta especie, se toman en cuenta tres elementos, los cuales son: el secuestro de carbono por el incremento de biomasa anual (sumidero), la emisión por extracción de madera anual (fuente) y las emisiones por incendios forestales (fuente).

El cálculo del secuestro de carbono se basó en datos bibliográficos de biomasa aérea por edad, dado que no existían datos específicos para el proyecto de 1 el incremento de biomasa aérea por edad. Lo anterior se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 11: Stock de biomasa e incremento de biomasa por edad.

Edad (años)	Stock biomasa (ton/ha)	Incremento biomasa (ton/ha/año)
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	17	17
4	23	6
5	36	13
6	52	16
7	71	19
8	94	23
9	118	24
10	143	25
11	169	26
12	195	26
13	224	29
14	252	28
15	280	28
16	311	31
17	339	28
18	371	32

Fuente: Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

Para terminar, se le otorgaron dichos incrementos de biomasa a cada uno de los rodales, para así poder estimar el incremento de biomasa total para el año base (2019), y convertir esto a toneladas de CO_2e .

Para las emisiones asociadas a la extracción de la madera anual en plantaciones de E. globulus se toma en cuenta que no hubo extracciones.

Con respecto a las emisiones provenientes de los incendios, esta información fue entregada por la administración, la cual afirma que no hubo registros de incendios, por lo que no se otorgaron emisiones en este sentido.

- **Biomasa E. globulus Periodo 2020-2035.**

Estos flujos están determinados por las actividades propuestas en el Plan de Ordenación, la que definieron la extracción de madera y secuestros de carbono. Por el lado del secuestro de carbono, éste fue estimado de la misma forma que se calculó el año base (2019), con actualizaciones de las superficies de plantación y del Plan de Ordenación.

Con respecto a las emisiones que provienen de las extracciones de madera de este tipo de plantaciones, se utilizó la información sobre el *stock* de biomasa aérea fustal respectiva a la edad que viene de Corvalán & Hernández (2012), del cual se tomó un índice de sitio de 24 y 800 plantas de densidad inicial. Esto se realizó para cada rodal cosechado, obteniendo así la extracción total de biomasa anual de E. globulus.

Por último, no se registraron emisiones provenientes de incendios de acuerdo con la información que entrego la administración del proyecto.

- **Productos forestales recolectados año base (2019):**

Los productos forestales recolectados se toman como sumideros de carbono, ya que secuestran carbono por un periodo delimitado de tiempo. Es importante destacar que el tiempo del secuestro depende del tipo de producto forestal recolectado. Para estandarizar, el IPCC dividió en 3 tipos estos productos: m. aserrada; tableros; papel y cartón. Además, como se puede observar en la siguiente tabla, se fijan valores para la edad media de cada tipo:

Tabla 12: Vida media predeterminada para tipos de productos forestales recolectados.

Variable	Valor	Unidad
Vida media papel y cartón	2	años
Vida media tableros	25	años
Vida media aserrada	35	años

Fuente: Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

Para estimar la cantidad de carbono que se mantenía secuestrado por los productos al año 2019, se tomaron los antecedentes históricos de Tanumé como el año en que comenzaron las actividades forestales y la superficie plantada, y la extracción de productos forestales actual. Con esto, se calculó el *stock* de carbono secuestrado por estos productos recolectados desde el 1976 al 2019, y después de esto se plantea una función de decaimiento de primer orden, con la vida media de cada tipo de producto.

- **Productos forestales recolectados Periodo 2020-2035:**

Para esta estimación, se tomaron las extracciones que estaban planificadas en el Plan de Ordenamiento del periodo descrito y el *stock* de carbono secuestrado. Es clave destacar, que existen proporciones del destino de la madera extraída en el predio de Tanumé, esto se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13: Proporción de destinos de biomasa extraída del predio Tanumé.

Descripción	M. aserrada	Papel y cartón (Pulpa)
Cosecha <i>P. radiata</i>		
Sitio 1	0,9	0,1
Sitio 2	0,87	0,13
Sitio 3	0,85	0,15
Raleo comercial <i>P. radiata</i>		
Todos	0,7	0,3
Cosecha <i>E. globulus</i>		
Todos	0	1

Fuente: Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

Bosque Nativo

- **Biomasa Año base (2019) y periodo 2020-2035:**

Se estimaron las absorciones de carbono anuales de bosque nativo en base al inventario de bosque nativo del 2010, para el cual las 1.309 hectáreas de bosque nativo en Tanumé se dividieron en 101 parcelas. Se estimó el *stock* de biomasa para cada parcela con funciones alométricas específicas, en base a la información existente para cada uno de los individuos en cada parcela: especie, DAP y altura.

Para llevar al 2019 el valor de *stock* de biomasa aérea/parcela, se utilizaron: índice de mortalidad anual, incremento diametral anual e incremento en altura anual. Con esto, también se calculó el *stock* hasta el año 2035. Luego, restando el *stock* de biomasa aérea de un año con el anterior, se calcularon los incrementos anuales de biomasa aérea.

Se dividió en cuatro tipos de conglomerados de Bosque Nativo: Vegetación Arbórea, Vegetación de Quebradas, Matorral Esclerófilo, y Sin vegetación arbórea arbustiva. Se extrapolaron los cálculos a nivel de parcela para la superficie de los conglomerados utilizando un factor de expansión. Luego, se obtuvo un promedio ponderado del incremento de biomasa aérea/ha para cada uno de los conglomerados y este fue utilizado para los rodales sin parcela asignada. En la siguiente tabla, se observan los resultados descritos con anterioridad:

Tabla 14: Incremento de biomasa del 2019 por conglomerado.

Tipo de conglomerado de Bosque Nativo	Sigla	Área (ha)	Incremento de biomasa aérea 2019 (t biomasa/ha/año)
Vegetación Arbórea	Va	336,47	3,64
Vegetación de Quebradas	Vq	681,51	4,35
Matorral Esclerófilo	Me	245,38	0,91
Sin vegetación arbórea arbustiva	Sv	20,2	0
Total Bosque Nativo			3,43

Fuente: Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región

Por último, para estimar el Incremento Total de Bosque Nativo se utiliza la Razón de biomasa subterránea/biomasa aérea y se convierte de toneladas de biomasa a toneladas de CO_2 , de la misma forma que se realizó para el *Pinus radiata*.

4.3.2. Metodologías verificadas

En este punto se hizo uso de la información de un estudio realizado por el proyecto GEF, Corredores Biológicos de Montaña, llamado “Perfil de Proyecto para la Generación de Créditos de Carbono en la gestión forestal de los propietarios privados del APL Forestal, Región de Valparaíso” (GEF, 2020). Cabe destacar que este estudio se realizó específicamente para el APL de la Región de Valparaíso, por lo que los métodos utilizados son asociados principalmente con deforestación y degradación no planificada evitada (AUDD).

Lo más relevante de acuerdo con los objetivos de este estudio es la estructura base que sigue la mayoría de las metodologías:

- **Calcular las emisiones en línea base:** estas son las emisiones de gases por deforestación y degradación, que existían antes de comenzar el plan.
- **Calcular las emisiones propias del proyecto:** estas son las que se emiten por la implementación del proyecto.
- **Calcular las emisiones por fugas:** estas emisiones son las que se mueven de la zona donde se realiza el proyecto por diferentes causas.

Aun cuando algunos proyectos proponen contabilizar los dos últimos puntos antes de comenzar con el proyecto (*ex-ante*) para la verificación en VCUs, éstas deben ser contabilizadas en los eventos de monitoreo puntuales (*ex-post*). Las emisiones de línea base deben de ser calculadas *ex-ante*, con un monitoreo cada 10 años.

VM0006 – Methodology for Carbon Accounting for Mosaic and Landscape-scale REDD Projects (2017) (VCS, 2017)

Esta metodología establece un sistema para calcular las reducciones de emisiones provocadas por proyectos que disminuyen la degradación o deforestación de bosques tipo mosaico. Para esto las reducciones de REDD+ se calculan:

Reducciones

REDD

$$= \left(\begin{array}{c} \Delta \text{ Carbono en} \\ \text{reservas (expost)} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \Delta \text{ Carbono de línea base} \\ \text{en reservas (exante)} \end{array} \right) \\ - \left(\begin{array}{c} \text{Emisiones de} \\ \text{fugas (expost)} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Emisiones} \\ \text{adicionales (expost)} \end{array} \right)$$

Para esto es clave destacar que las líneas base son calculadas con la referencia de tasas de deforestación y degradación, en base a teledetección calibrada de alguna zona que se asimile a donde se llevara a cabo el proyecto.

Para llevar a cabo esta metodología, se necesitan cumplir ciertas condiciones:

- La zona donde se llevará a cabo el proyecto tiene que ser considerada bosque hace por lo menos 10 años.

- La zona debe estar con cierta degradación o deforestación, y respectivamente de manera mosaica.
- Los Drivers de deforestación y degradación deben:
 - Transformar los bosques a cultivos, urbanizaciones o infraestructura.
 - Talar para madera.
 - Sacar leña.
 - Tener sobrepastoreo.
 - Sacar vegetación del sotobosque (área del bosque que crece más cerca del suelo).
 - Incendios forestales no naturales.

Los proyectos tienen que cumplir al menos una de las siguientes metas:

- Fomentar el hacerse cargo de la tierra y la gobernanza forestal.
- Brindar soporte a planes de manejo sustentable.
- Prevenir incendios forestales.
- Disminuir el consumo de leña y aumentar la eficiencia energética.
- Crear fuentes alternativas de leña o energías renovables.
- Desarrollar emprendimientos locales en torno a Productos Forestales No Maderables (PFNM).

En la siguiente tabla se puede observar que el carbono de la biomasa arbórea aérea, de los productos forestales y de algunos casos de la biomasa no-arbórea aérea son obligatorios de almacenar. Por otro lado, opcionalmente se pueden almacenar el de la biomasa subterránea, la biomasa muerta y el carbono orgánico del suelo. Por último, no se incluyen los desechos forestales ni detritos (ramas y hojas).

Tabla 15: Reservas de carbono.

Carbon Pool	Included?	Justification/ Explanation of Choice
Aboveground tree biomass	Yes	Major carbon pool affected by project activities
Aboveground non-tree biomass	Yes / Optional	Expected to increase from project activities. Must be included when the land cover under the baseline scenario is perennial tree crop. May be excluded when baseline land cover is annual crop or pasture grass.
Belowground biomass	Optional	Major carbon pool affected by project activities. May be conservatively excluded.
Dead wood	Optional	Major carbon pool affected by project activities. May be conservatively excluded. If included either or both of standing or lying deadwood may be included.
Litter	No	Excluded as per VCS AFOLU Requirements.
Soil organic carbon	Optional	Conservative to exclude since this pool is expected to decrease under the baseline scenario. However, may be only included per VCS AFOLU Requirements on the condition that the land cover under the baseline scenario is comprised of annual cropping systems.
Wood products	Yes	Major carbon pool affected by project activities

Fuente: VCS

Con respecto a la contabilidad de las reducciones y/o absorciones de emisiones netas (NERs) de GEI se miden de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 \text{NERs} = & + \Delta \text{GEI de deforestación evitada (1)} \\
 & + \Delta \text{GEI de degradación evitada (2)} \\
 & + \Delta \text{GEI por ARN (3)} \\
 & + \Delta \text{GEI por deforestación evitada en áreas de cosecha (4)} \\
 & + \Delta \text{GEI por cambios en la reserva de productos forestales (5)} \\
 & + \Delta \text{GEI de otras fuentes o actividades de proyecto (6)} \\
 & + \Delta \text{GEI de deforestación por fugas (7)} \\
 & + \Delta \text{GEI de degradación por fugas (8)} \\
 & + \Delta \text{GEI de fugas por drivers no restringidos geográficamente (9)}
 \end{aligned}$$

Para la obtención de los VCUs, que son los créditos de carbono transables en el mercado, se les aplica un *buffer* a los sumideros de carbono existentes en la zona del proyecto:

$$\text{VCUs} = \text{NERs} - \text{buffer} \times (1 + 2 + 3 + 4 + 5)$$

Para monitorear esta metodología, a través de los datos de teledetección (imágenes satelitales) e información de del terreno en los inventarios forestales, se deben tener en cuenta:

- Actividades del proyecto, drivers de deforestación y fuentes de emisión vinculadas al proyecto REDD+

- Cambios de estratos forestales y clases de uso de suelo del lugar de proyecto, área de fugas y región de referencia.
- *Stock*/densidad de carbono en clases de uso de suelo y estratos forestales
- Aumentos de *stock* de carbono en áreas de ARN
- *Stock* de carbono de productos forestales
- Perturbaciones de origen natural
- Actividades relacionadas a estufas a leña y eficiencia de combustibles
- Actividades de cosecha

Cabe destacar que esta metodología se aplicó en el Proyecto REDD+ Carmen del Darién en Colombia, el cual se detalla en el anexo IX.

VM0009: *Methodology for Avoided Ecosystem Conversion (2014) (VCS, 2014)*

Esta metodología mide y cuantifica las reducciones o absorciones netas de GEI de proyectos que logran evitar la transformación de bosques a no bosques y de pastizales y matorrales nativos a no nativos. Es decir, aplica en proyectos de línea base de deforestación y degradación planificada (APD), no planificada (AUDD), la conversión de pastizales planificada (APC) y no planificada (AUC).

Esta herramienta entrega ocho diferentes tipos de línea base y cada una de ellas es caracterizada por modelos de emisión estandarizados de línea base acumulativos a partir del comportamiento que el área ha tenido a través de la historia (por el contrario de lo que son tasas de deforestación y degradación en la unidad de hectáreas al año). Es por esto por lo que no se necesitan clasificaciones complicadas, y optimiza el tiempo de implementación.

Para la cuantificación de las reducciones de emisiones efectivas a través de la metodología, se compara el escenario de línea base, de la manera que se mencionó anteriormente, con las reducciones de emisiones efectivas medidas en los monitoreos en parcelas de inventario (biomasa), transectos (madera muerta) y también otros tipos de muestras en terreno (carbono orgánico del suelo).

Dentro de las condiciones para aplicar la metodología se encuentran:

- El área del proyecto debe de ser catalogado como bosque mínimo por 10 años antes del proyecto.
- Para zonas forestadas del proyecto, debe de ser actividad APD o AUDD.
- El área debe de estar en riesgo de conversión inminente, esto se puede medir:
 - Con una encuesta que muestre con un 60% como mínimo que los que respondieron observan un riesgo de conversión inminente.
 - Existen a menos de 2 km del perímetro de delimita la zona del proyecto zonas convertidas.

Para encontrar el escenario de línea base, se sigue el siguiente proceso:

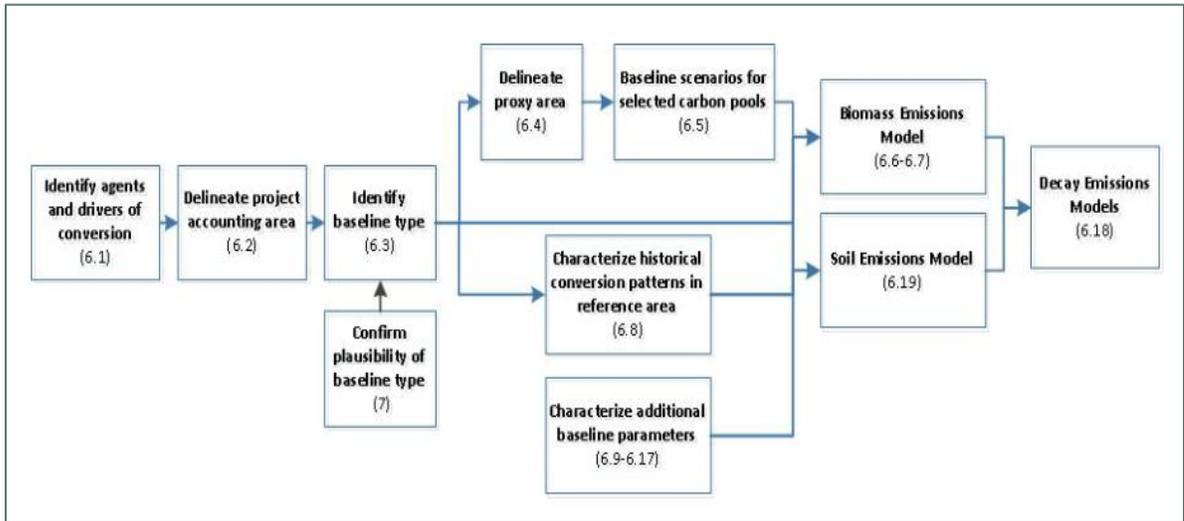


Ilustración 8: Procedimiento para determinar el escenario de línea base.

Fuente: VCS

Primero se reconocen los agentes y drivers de conversión, para que luego se pueda identificar el área contable en la que se llevara a cabo el proyecto. Después, se establece la línea base del proyecto, dadas las características del área contable. En el siguiente esquema se muestran las opciones para elegir la condición más moldeable al área contable del proyecto:

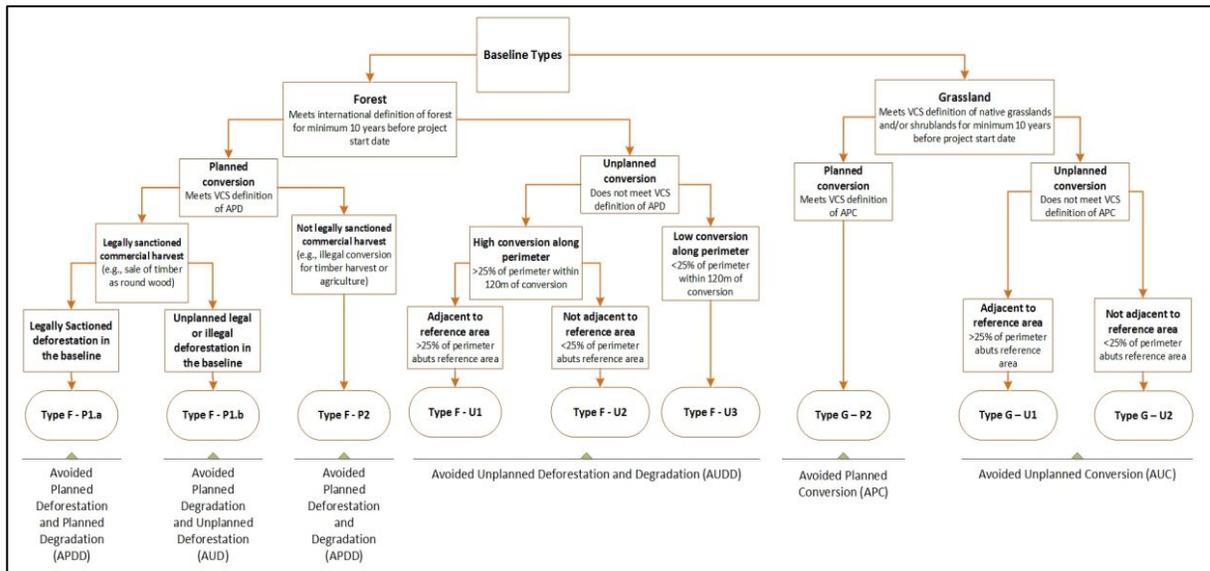


Ilustración 9: Tipos de línea base.

Fuente: VCS

Luego de haber elegido entre los tipos de línea base, se debe de calcular los parámetros necesarios para cada modelo de emisiones:

- Biomasa (BEM)
- Suelo (SEM)
- Decaimiento (DEM)

Por otro lado, las emisiones del proyecto se calculan teniendo la diferencia de el *stock* de carbono del inicio con el del monitoreo del proyecto. La información del monitoreo se extrae de las parcelas de inventario en ese instante. A eso, se le deben agregar las emisiones que podrían existir debido a; incendios, quemas u otros consumos de biomasa; emisiones por pastoreo ganadero; emisiones por usos de fertilizantes; emisiones por fugas; entro otros.

Con todo lo anterior, se obtienen las reducciones de emisiones brutas (GERs). En el siguiente gráfico se muestra la representación grafica de la contabilidad de los GERs:

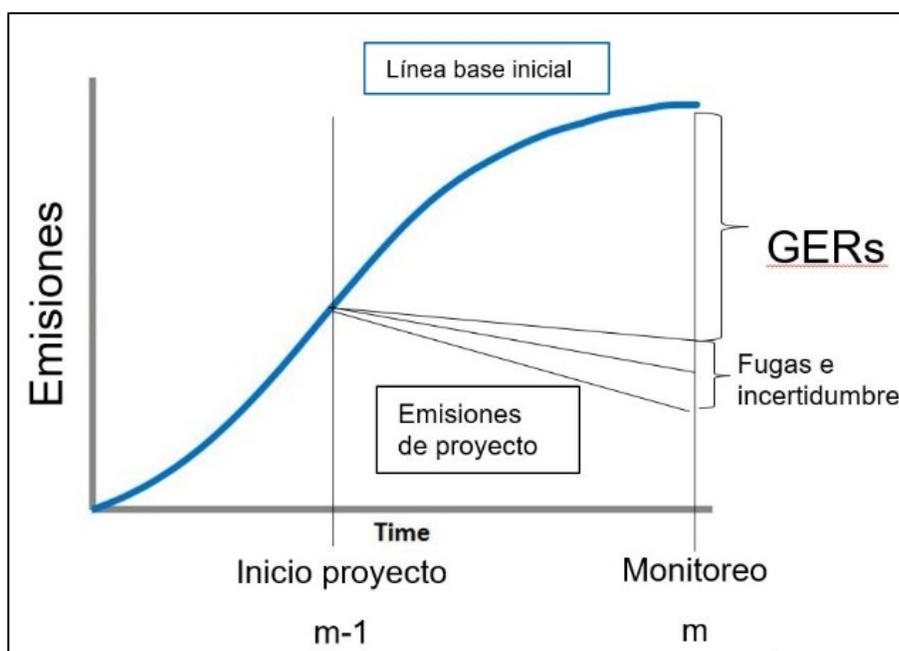


Gráfico 6: Representación gráfica de la cuantificación de GERs.

Fuente: Perfil del Proyecto para la Generación de Créditos de Carbono en la gestión forestal de los propietarios privados del APL Forestal, Región de Valparaíso

Con respecto al monitoreo de la metodología, éste depende del tipo de línea base que se utilice y las reservas de carbono. Si la sumatoria de las emisiones de los grupos opcionales no seleccionados es menor al 5% de total de los beneficios del proyecto, las reservas de carbono pueden ser despreciadas. Para la primera instancia de verificación se tienen que medir todas las parcelas.

Adicionalmente, las parcelas de fugas, las parcelas en el área proxy y en el área contable del proyecto, se tienen medir de nuevo cada cinco años por lo menos, o después de un acontecimiento importante que cambia las existencias en las áreas proxy o en las áreas del proyecto. Por último, las cabezas de ganado que pastan dentro del área del proyecto deben medirse en la primera instancia de verificación y cada cinco años.

Esta metodología tiene un ejemplo de aplicación, el proyecto Lower Zambezi REDD+ en Zambia. Para profundizar en el tema, se puede ver el ejemplo en el anexo X.

VM0037: Methodology for Implementation of REDD+ Activities in Landscapes Affected by Mosaic Deforestation and Degradation (2017) (VCS, 2017)

Esta metodología se puede aplicar en actividades de proyectos que se encargan de disminuir las emisiones de GEI que vienen de degradación y deforestación no planificada, de bosques tipo mosaico (AUDD) y actividades que aumentan las absorciones de GEI por medio de forestación, reforestación, y revegetación (ARR). En este caso, se tienen métodos de contabilidad separados para las actividades de ARR y REDD+.

Cabe destacar que esta metodología incluye la manera de demostrar la adicionalidad y la línea base se acreditación. Además, de una manera de monitorear la zona del proyecto en base al trabajo de las comunidades locales. Por último, es importante que en esta metodología se pueden utilizar antecedentes secundarios ya existentes, como planes de trabajo, información de censos, y Evaluaciones Rurales Participativas (PRA).

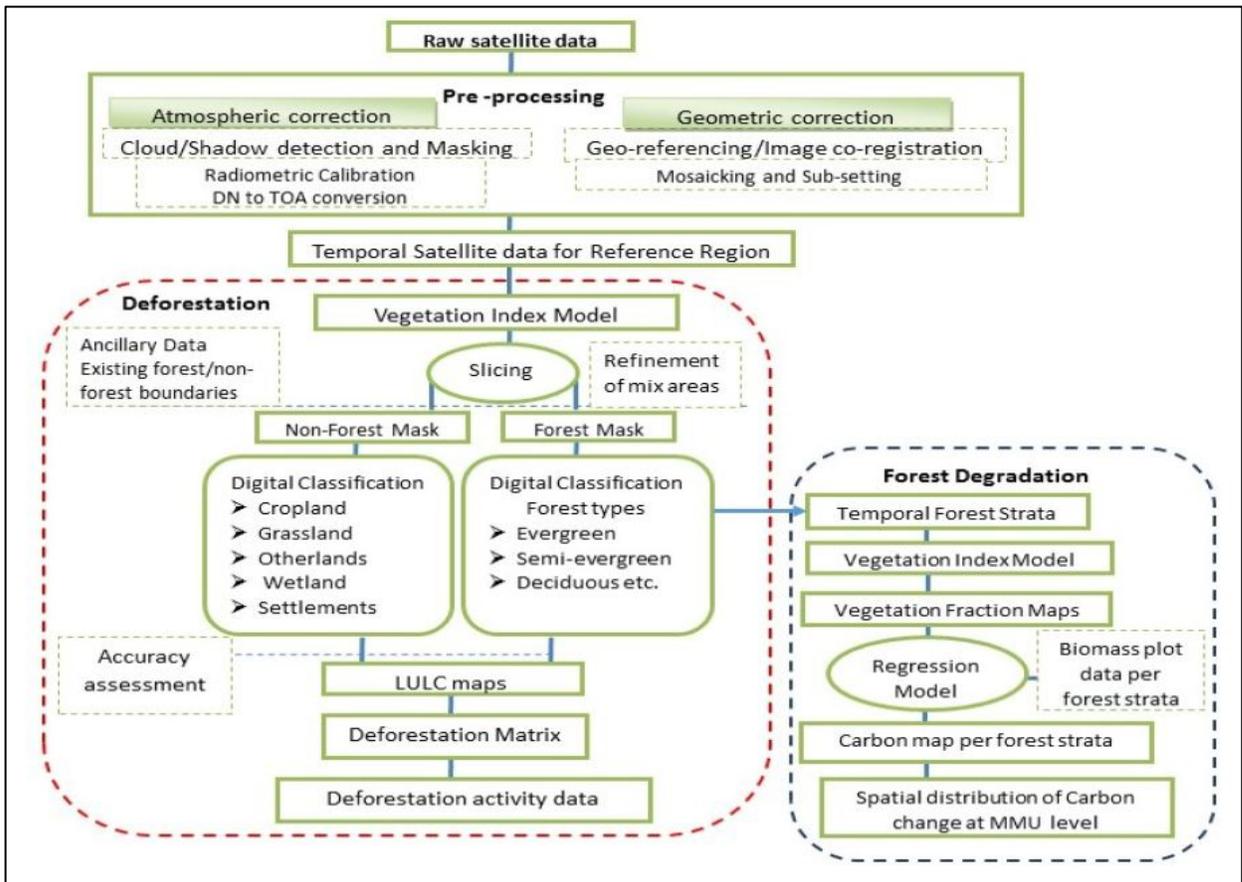
Para poder implementar esta metodología de medición, se deben cumplir ciertas condiciones:

- Las actividades involucran AUDD o una unión de AUDD y ARR.
- La zona del proyecto está definida como bosque por lo menos por los 10 años antes de la implementación de las actividades de tipo REDD.
- La zona del proyecto no debe ser considerado como bosque por 10 años antes de la fecha del comienzo de las actividades ARR al menos y no debe convertir ecosistemas nativos.
- En las actividades ARR se permite producir biocombustible.
- No esta permitido realizar actividades en humedales o turberas.
- Las actividades de tipo ARR no pueden desplazar más de un 50% de la superficie agrícola de la zona del proyecto.

Para la definición de la línea base, se tienen que establecer el área o zona del proyecto, la región de referencia y seleccionar los datos, imágenes satelitales, para el estudio del uso de suelo. A partir de esto, se realiza el esquema de estratificación de uso de suelo, el cual involucra esquemas nacionales de clasificación y esquemas de IPCC.

Además, se tiene que escoger un modelo de índices de vegetación, en base a ciertos algoritmos de clasificación digital de los diversos estratos forestales y tipos de usos de suelo que se pueden ver de las imágenes satelitales. También se debe de mapear la degradación forestal, a través de la confirmación del *stock* de carbono en cada estrato forestal, realizándose por medio de estrategias de muestreo. Luego, se debe estimar las transiciones de los estratos forestales y clases de uso de suelo en el tiempo de referencia.

El siguiente esquema da síntesis de la secuencia de pasos explicados con anterioridad:



*Ilustración 10: Resumen de proceso de estimación de línea base.
Fuente: VCS*

Para el análisis de drivers de cambios forestales, se presentan observaciones socioeconómicas que plantean las relaciones entre los grupos de agentes, los drivers y las causas de deforestación. Para esto, se pueden utilizar elementos como:

- Evaluaciones rurales participativas (PRA)
- Encuestas o entrevistas
- *Focus Group*
- Censos de la población
- Literatura científica

La reducción de emisiones netas de los proyectos REDD+ se calcula mediante la resta de las emisiones del proyecto y de fugas a las emisiones de la línea base. Es importante destacar que se aplica un factor de descuento por posibles problemas en el muestreo, en los inventarios, y en los diferentes procedimientos. Lo anterior se puede ver en la siguiente fórmula:

Reducciones de emisiones_{REDD}

$$= (Emisiones\ de\ línea\ base_{REDD} + Emisiones\ de\ línea\ base_{Adicionales} - Emisiones\ de\ proyecto_{REDD} - Emisiones\ por\ fugas_{REDD})(1 - Factor\ de\ incertidumbre_{REDD})$$

Para el caso de las reducciones y remociones de emisiones para actividades ARR, se restan las remociones y reducciones de emisiones del proyecto y las emisiones por fugas a las emisiones de la línea base:

$$\begin{aligned} & \textbf{Reducciones de emisiones}_{ARR} \\ & = \textbf{Remociones de emisiones de línea base}_{ARR} \\ & \quad - \textbf{Remociones de emisiones de proyecto}_{ARR} \\ & \quad - \textbf{Emisiones por fugas}_{ARR} \end{aligned}$$

Las reducciones de emisiones netas totales (NERs) se calculan sumando ambos resultados obtenidos anteriormente (reducciones de emisiones provenientes de REDD con las de ARR). Para el cálculo de los VCU se le resta una porción de reducciones de emisiones *buffer* a los NERs.

Con respecto al monitoreo de la metodología, se tiene que incluir:

- Cambios en uso y cobertura de suelos en la zona del proyecto y áreas de fugas
- Cambios en cobertura de bosques en la zona del proyecto y áreas de fugas
- Cambios en *stocks* de carbono en las reservas de carbono seleccionadas
- Aumento del área de ARN
- Emisiones que vienen de las actividades del proyecto
- Eventos de pérdidas
- Actividades de intervención en la zona del proyecto y áreas de fugas

Cabe mencionar que no existen ejemplos de aplicación para esta metodología, ya que no ha sido implementada aún.

VM0007: REDD+ Methodology Framework (REDD-MF) (VCS, 2020)

Esta metodología es de tipo REDD+ modular, que además es aplicable a actividades que reducen emisiones de deforestación planificada (ADP) y no planificada (AUDD), a actividades que disminuyen las emisiones por degradación, y a actividades de forestación, reforestación y revegetación (ARR). También puede ser aplicada a actividades que combinen algunas de las nombradas anteriormente o que se encarguen de la restauración o conservación de turberas.

Para aplicar esta metodología, se deben de cumplir ciertas condiciones:

- El área del proyecto debe de ser definido como bosque por lo menos por 10 años antes de que comience el proyecto.
- Deforestación y degradación de línea base entran en las categorías de deforestación no planificada (AUDD), deforestación planificada (APD) o degradación por extracción de madera como combustible.
- Actividades que tienen relación a la disminución de las fugas no deberían incluir tierras agrícolas que tienen posibilidades de inundarse para el aumento de producción o intensificación de actividad ganadera.

Cabe destacar que también existen condiciones de aplicabilidad específicas y diferentes para actividades REDD de tipo deforestación no planificada (UPDD) y degradación por extracción de leña y carbón. Por otro lado, también existen condiciones para actividades ARR. Estas son profundizadas en el apartado metodológico.

El cálculo de la línea base va a depender del tipo de actividad REDD:

- **REDD:**
 - **Deforestación no planificada (BL-UP):** en este caso, se hace uso del módulo “*Estimation of baseline carbon stock changes and greenhouse gas emissions from unplanned deforestation*” (BL-UP) que mide el área de deforestación mediante una proyección histórica simple de la deforestación.
 - **Degradación por extracción de leña y carbón (BL-DFW):** para este tipo de cálculo se utiliza el módulo “*Estimation of baseline emission from forest degradation caused by extraction of wood for fuel*” (BL-DFW), que se basa en el volumen de leña que fue extraído en el área del proyecto.
- **ARR (BL-ARR):** en este tipo de actividades se hace uso de los módulos BL-ARR, en la metodología AR-ACM0003 “*Afforestation and reforestation of lands except wetlands*” y en CDM A/R “*Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality in A/R CDM project activities*”. Para este cálculo se toman las remociones de GEI por los sumideros presentes en escenario de línea base.

Para el cálculo de las emisiones del proyecto, por el lado de las actividades REDD+ se utiliza el modulo M-REDD, y para las actividades ARR el modulo M-ARR y la metodología AR-ACM0003 “*Afforestation and reforestation of lands except wetlands*”.

Para el cálculo de las emisiones producidas por fugas, se utilizan los siguientes módulos para cada actividad:

- **Degradación/Deforestación planificada:** módulo LK-ASP
- **Deforestación no planificada:** módulo LK-ASU
- **Degradación por extracción de leña y carbón:** módulo LK-DFW
- **Actividades agrícolas anteriores al proyecto:** módulo LK-ARR

La estimación de las reducciones de emisiones netas (NERs) del proyecto es la suma de las reducciones de emisiones netas de actividades tipo REDD y WRC, y las remociones netas que vienen de actividades ARR.

En cuanto al monitoreo de esta metodología, deben ser incluidos:

- Monitoreo de el proceso de implementación del proyecto.
- Monitoreo de los cambios reales de las reservas de carbono y las emisiones de GEI.
- Monitoreo de fugas de cambios en las reservas de carbono y emisiones de GEI

- Estimación de los cambios netos de *stock* de carbono ex -post y las emisiones de GEI.

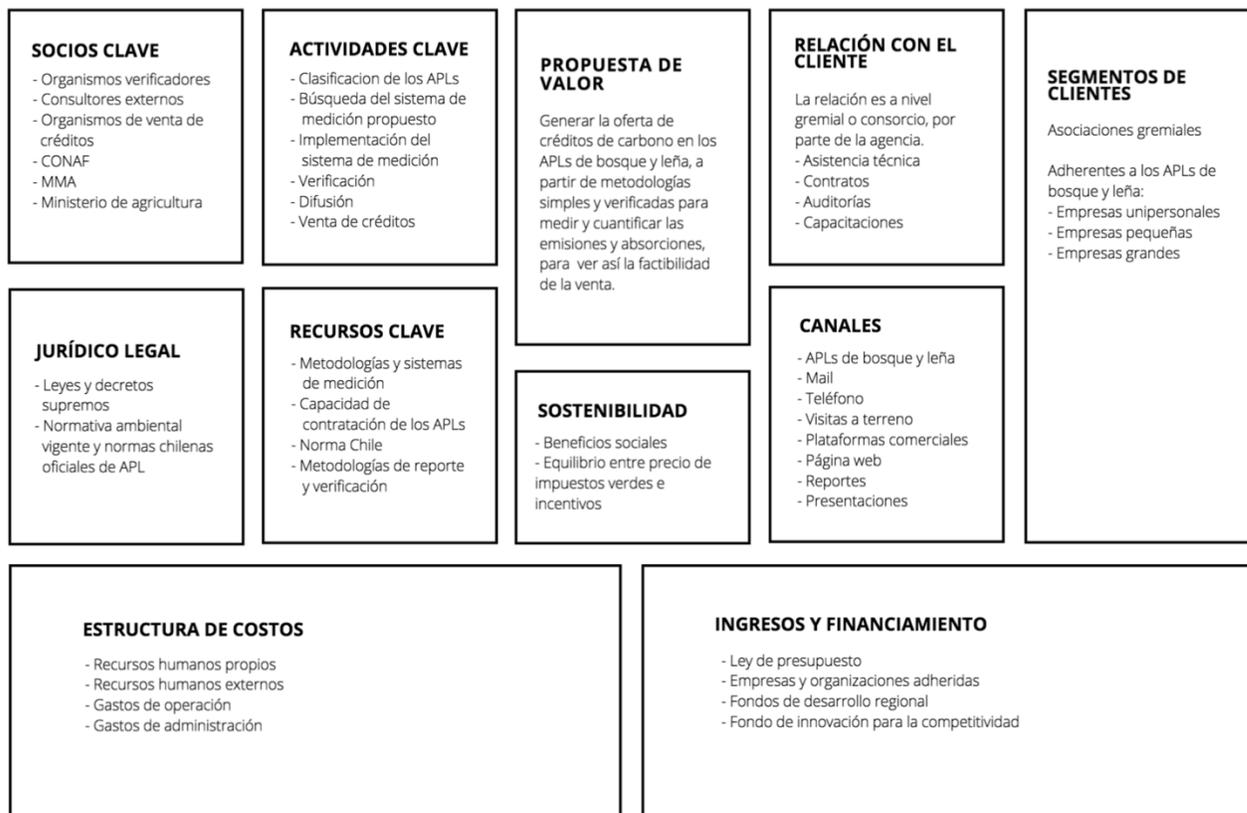
Para esta metodología se entrega un ejemplo de aplicación, el Proyecto REDD Makira en Madagascar, este se detalla en el anexo XI.

5. MODELO DE NEGOCIOS

5.1. Canvas

A continuación, se muestra a través de un esquema, el modelo de negocios y cada uno de sus componentes.

MODELO DE NEGOCIO: Créditos de Carbono



Esquema 5: Modelo de negocios.

Fuente: Elaboración propia

Segmentos de cliente

A la hora de definir los diferentes grupos de personas o entidades a los cuales va dirigido el proyecto, para esta propuesta de valor, apreciamos que serían las empresas adherentes a los APLs de bosque y leña. Como se ha mencionado anteriormente, este instrumento está hecho para empresas, ya que solo este tipo de organizaciones puede formar parte de los acuerdos.

Se definió la segmentación de clientes como un mercado segmentado, donde se rescatan principalmente 3 categorías:

- Empresas unipersonales
- Empresas pequeñas y medianas

- Empresas grandes

Cabe destacar que estos segmentos tienen necesidades y problemas diferentes, ya que para cada una de las categorías, la medición de las absorciones y emisiones significa algo diferente, más aun la futura venta de créditos.

Para las empresas unipersonales, pequeñas y medianas, la venta de créditos podría significar un pilar fundamental para la sostenibilidad económica de su negocio, llegando incluso a que este tipo de empresas pueda existir, si y solo si se lleva a cabo el proyecto de la inclusión del mercado de carbono en este tipo de APLs.

Por otro lado, empresas forestales más grandes, que son adherentes a los APLs de bosque y leña, en general no necesitan exclusivamente de este proyecto para su viabilidad. Cabe destacar que, a futuro, estas empresas podrían tener muchos beneficios sociales y económicos a partir de la venta de créditos, pero a diferencia de las empresas más pequeñas, no necesitan de esto para seguir existiendo.

Además, es importante tener en cuenta que una gran oportunidad de atracción de nuevos clientes a los acuerdos, son las asociaciones gremiales. En este caso, las relacionadas con el sector de bosque y leña. Éstas reúnen a diferentes empresas u organizaciones del mismo sector, que comparten intereses, metas y objetivos. Es por esto, que es ideal que este grupo de empresas firme el acuerdo en conjunto, ya que para los adherentes se crea una colaboración colectiva, y para la Agencia, se aumenta la cantidad de clientes.

Propuesta de valor

Como propuesta de valor se plantea: "Generar la oferta de créditos de carbono en los APLs de bosque y leña, a partir de metodologías simples y verificadas, para medir y cuantificar las emisiones y absorciones, para determinar así la factibilidad de la venta".

A partir de una Propuesta de sistemas de medición de emisiones y absorciones de GEI para los APLs de bosque y leña, se busca incrementar la valoración de los bosques.

Esto conlleva un bien, no solo para los clientes, sino que para la sociedad en general, donde contribuye a una menor degradación de los bosques y, por ende, a una mayor absorción de emisiones.

La propuesta de valor se divide principalmente en dos partes: las metodologías simples y las metodologías verificadas. Como se muestra con anterioridad en el diagrama de flujo, las metodologías simples y estandarizadas sirven para aplicarlas en un comienzo; determinando, de esta manera, si las absorciones o las emisiones evitadas -que se están generando en el APL-, son suficientes como para comenzar el proceso formal de la verificación, certificación, y venta de los créditos de carbono.

Si el escenario descrito con anterioridad fuese suficiente en términos de absorciones, se plantean metodologías específicas y verificadas para cada caso, las cuales sirven para implementar una medición que sirve para la comercialización de los créditos.

Canales

En general, la ASCC comunica su información por medio de los instrumentos APL, a través de los cuales establece la reglamentación necesaria para llevar a cabo la propuesta de valor.

Por su parte, para la comunicación directa con el gremio perteneciente al APL respectivo, la Agencia se comunica a través de correo electrónico, teléfono y visitas a terreno.

Adicionalmente, con la futura implementación de la comercialización de créditos por medio de los APLs, se incorporarán canales de venta. Se propone que sea por medio de plataformas externas que se dediquen a esto como parte de su giro ordinario, para así externalizar esta labor.

Por otra parte, la comunicación y difusión de resultados de los acuerdos al público en general, se genera por medio de la página web de la Agencia, donde se exponen los reportes y las presentaciones. Este es un punto fundamental para la implementación de la propuesta de valor, ya que se necesita una atracción constante de clientes y colaboradores.

Relación con clientes

Existe una relación a nivel gremial, en que la Agencia se comunica con el gremio perteneciente al APL respectivo. La relación con los clientes pertenecientes a los APLs es de carácter formal, a través de los respectivos contratos y auditorías. Cabe destacar que la Agencia está constantemente realizando paneles y capacitaciones, destinadas a los adherentes de los acuerdos.

Asimismo, existe una relación personal, donde los consultores realizan asistencia técnica uno a uno a los pertenecientes al gremio o consorcio. Este punto es muy relevante para la futura comercialización de créditos, ya que los sistemas de medición de éstos son específicos e individuales para cada APL. En general, el tipo de asistencia requerida es diferente, teniendo en cuenta las diferentes áreas de proyecto, zonas climáticas y recursos involucrados, por lo que este tipo de relación con los clientes resulta esencial.

Fuentes de Ingresos

La principal fuente de ingresos de la ASCC es fiscal, por medio de programas de financiamiento de CORFO, establecidos por medio de la Ley de Presupuesto. Esta última los divide en tres glosas: la 21 para financiar las contrataciones dentro de la Agencia; la 22 para contratar bienes y servicios; y la 24 para la transferencia de recursos.

Esta última glosa para la transferencia de recursos, considera el Fondo de Producción Limpia. Como se señaló anteriormente, los APLs son financiados en un 70% por el gobierno de Chile, mediante el Fondo de Producción Limpia, y en un 30% por las empresas y organizaciones adheridas a los mismos.

Es importante destacar que muchos proyectos vinculados en los APLs reciben adicionalmente fondos de desarrollo regional y/o fondos de innovación para la competitividad. Como los acuerdos son realizados en diferentes regiones a lo largo de Chile, este tipo de financiamiento complementario a nivel regional, podría contribuir a la implementación de la propuesta de valor. Asimismo, el proyecto de la venta de créditos de carbono fomenta la innovación y la

competitividad, por lo que también se espera que este tipo de proyectos puedan participar en la postulación a fondos de este tipo.

En lo que a fuentes de ingreso se refiere, finalmente, es fundamental considerar que los beneficios económicos de los créditos vendidos por medio de los APLs, serán en definitiva para las empresas que poseen las tierras y el ciclo productivo. En consecuencia, la Agencia no espera ingresos directos por la venta de los créditos.

Recursos Clave

Dentro de los activos más importantes para este modelo de negocios, se encuentran las metodologías y sistemas de medición de GEI. Estas, en general, son metodologías existentes y verificadas, desarrolladas por organizaciones como VERRA y CDM, entre otras.

Por otro lado, existen recursos humanos que, en este caso, corresponden a la capacidad de contratación de los APLs. Este capital humano es el encargado de gestionar y llevar a cabo los acuerdos y la comunicación con los gremios y consorcios respectivos. En este ámbito, los más relevantes son los expertos en APLs, los consultores externos y los contratados para llevar a cabo las actividades de monitoreo y las verificaciones.

Finalmente, existen activos necesarios para efectos del sistema de medición, como son la Norma Chile y las respectivas metodologías de reporte y verificación.

Actividades Clave

Entre las actividades clave para la realización de la propuesta de valor se encuentran las tres fases de gestión de los APLs descritas anteriormente: gestación, implementación y la evaluación final de conformidad y certificación de los mismos. El sistema de medición se debe de introducir en los APLs existentes y en los futuros, por lo que las tres fases resultan necesarias al efecto.

Para introducir el sistema de medición, primero se requiere clasificar el APL que se trata de gestionar. Luego de esta clasificación inicial, se determina la metodología o herramienta propuesta que mejor encaje con éste. Luego la actividad principal es la implementación del sistema de medición, que posteriormente se verifica por medio de diferentes organizaciones y procesos. Para estos efectos, en el presente informe se plantea un flujo del proceso de elección de metodologías.

Por otro lado, una actividad relevante es igualmente la difusión y publicidad de este tipo de proyectos, que permita motivar a la ciudadanía y, por ende, aumentar los incentivos sociales asociados a ellos. Asimismo, resulta importante para efectos de aumentar los clientes, en este caso, las empresas adheridas a los acuerdos.

Por último, la venta de créditos sería una de las actividades finales clave, donde por medio de diferentes plataformas y organizaciones, se puede generar un aumento de demanda. Es fundamental destacar que no todos los APLs medidos llegarán a vender los créditos, pero se espera que gran parte de ellos sí llegue a esta instancia.

Socios Clave

Dentro de los socios clave para el funcionamiento del modelo de negocios, están los organismos verificadores. Sin perjuicio del rol de estos organismos, para algunos casos es también la misma Agencia quien realiza verificaciones.

Seguidamente, existen los consultores externos, que son los encargados de la asistencia técnica y la comunicación directa con las empresas adherentes a los APLs. La Agencia cuenta con un banco de consultores externos especialistas en diversos temas, por lo que la contratación de dichos servicios depende del tema específico de interés, además de los objetivos propios que se esperan en cada proyecto.

Por su parte, es importante el vínculo con las plataformas de venta de créditos, ya que esta alianza, a futuro, le permitirá a la Agencia entrar al mercado de carbono, si es que ésta lo estima conveniente.

Asimismo, resulta fundamental la relación directa con organizaciones como CONAF, que es un aliado de la Agencia, ya que ha asumido el rol de velar por el cumplimiento de los compromisos climáticos, especialmente con respecto al sector forestal. CONAF entrega herramientas importantes, como lo son las actualizaciones en planes de manejo forestal, y variados conocimientos técnicos en el área.

Por último, es importante destacar que el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Agricultura, si bien no tienen una relación directa con la venta de créditos de carbono, resultan ser socios clave para llevar a cabo este tipo de proyectos, proporcionando información relevante, difundiendo nueva legislación y brindando apoyo a todos los actores del sector.

Jurídico-legal

En cuanto al marco de lo jurídico, los APLs de bosque y leña están sujetos a una serie de leyes y decretos (ASCC, 2020):

- Ley 20.416, que fija Normas Especiales para las Empresas de Menor Tamaño: entre otras disposiciones, en su Artículo Décimo, fijó la Ley de los Acuerdos de Producción Limpia, que faculta al Consejo Nacional de Producción Limpia -actual ASCC- realizar las actividades de coordinación entre los órganos de la Administración del Estado y las empresas o entidades del sector privado que correspondan para la suscripción de APL.
- Ley 6.640 que Aprueba el Texto Refundido de la Ley No 6334, que creó las Corporaciones de Reconstrucción y Auxilio y de Fomento a la Producción.
- Ley 18.575 Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado.
- Ley 20.417 que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente.
- Ley 14.171, Título I, sobre atribuciones del Ministerio de Economía.
- Ley 19.175, Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional.
- Ley 18.910, Sustituye Ley Orgánica del Instituto de Desarrollo Agropecuario.
- DFL 7.912 de 1927, Organiza las Secretarías de Estado.
- Decreto Supremo 1546/2009 del Ministerio de Justicia, que aprueba los Estatutos de la Corporación Nacional Forestal.

- Decreto Supremo 160/2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que aprueba el Reglamento del Consejo Nacional de Producción Limpia -actual ASCC- dependiente de CORFO.

Además, estos APLs cuentan con una normativa ambiental vigente y normas chilenas oficiales de APL las cuales tienen que cumplir (ASCC, 2020):

- NCh2825.Of2009; Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Requisitos para los auditores y procedimiento de la auditoria de evaluación de la conformidad
- NCh2807 Of2009; Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Seguimiento y control, evaluación de la conformidad y certificación
- NCh2797.Of 2009; Acuerdos de Producción Limpia (APL) – Especificaciones
- NCh2796.Of2009; Acuerdos de Producción Limpia (APL) – Vocabulario

Sostenibilidad

La propuesta de valor que se plantea como un sistema de medición de absorciones y emisiones, para una posible venta futura de créditos de carbono, necesita de una estructura clara para su sostenibilidad en el tiempo, para lo cual debe existir una verificación clara y confiable.

Para que el proyecto de la venta de los créditos de carbono sea sostenible en el tiempo, se necesita un levantamiento de los beneficios sociales, ya que son éstos los que permiten que las políticas públicas admitan y hagan perdurar el sistema. Por lo mismo resulta fundamental, como se ha señalado previamente, una fuerte comunicación y difusión de estos programas.

Por su parte, una arista importante en lo que a sostenibilidad se refiere, dice relación con el precio de los créditos que se generarán en los APLs, ya que si estos no representan un incentivo económico suficiente para las empresas adherentes a los APLs, no será atractivo para ellas participar del proyecto. En este sentido, el equilibrio entre los impuestos verdes, con los incentivos económicos propios del mercado de carbono, resulta esencial.

Estructura de costos

Como ha señalado precedentemente, la gestión de los APLs se divide en tres fases: gestación, implementación y evaluación final de la conformidad y certificación. Cada una de estas fases cuenta con sus respectivos costos de recursos humanos propios, recursos humanos externos, gastos de operación y gastos de administración.

La presente propuesta de valor pretende utilizar la misma tipología de costos pero, en este caso, contemplar además los costos de medición y cuantificación.

En las siguientes tablas se describen los gastos para cada una de las fases:

- **Gestación:**

Tabla 16: Gastos relacionados a la fase de gestación.

Etapa/Actividad	Gastos por actividad			
	Recursos Humanos Propios	Recursos Humanos Externos	Gastos de Operación	Gastos de Administración
Etapa 1 Coordinación y Difusión Inicial				
Coordinación del equipo de Trabajo	\$216.000	\$0	\$200.000	\$0
Taller de difusión	\$180.000	\$800.000	\$2.000.000	\$0
Etapa 2 Recopilación de Información Primaria y Secundaria				
Levantamiento información secundaria	\$0	\$1.600.000	\$0	\$0
Encuestas en terreno	\$0	\$4.400.000	\$1.000.000	\$0
Reuniones de información	\$1.440.000	\$160.000	\$100.000	\$0
Etapa 3 Análisis de Información y Desarrollo del Diagnóstico Preliminar				
Análisis de información y elaboración diagnóstico	\$0	\$800.000	\$0	\$0
Confección catastro MTD	\$0	\$1.400.000	\$0	\$0
Etapa 4 Difusión del Diagnóstico Preliminar y Entrega Diagnóstico Final				
Difusión del Diagnóstico y propuestas de solución	\$0	\$800.000	\$0	\$0
Validación del Diagnóstico	\$720.000	\$400.000	\$50.000	\$0
Etapa 5 Desarrollo, Socialización y Entrega de la Propuesta de APL				
Desarrollo de metas, acciones e indicadores	\$0	\$2.000.000	\$0	\$0
Validación de propuesta APL	\$720.000	\$200.000	\$50.000	\$0
Elaboración documento final	\$0	\$1.600.000	\$0	\$0

Fuente: Presentación Acuerdos de Producción Limpia (APL)

- **Implementación y evaluación:**

Tabla 17: Gastos relacionados a la fase de implementación y evaluación.

Etapa/Actividad	Gastos por actividad			
	Recursos Humanos Propios	Recursos Humanos Externos	Gastos de Operación	Gastos de Administración
Etapa 1 Coordinación y Difusión Inicial				
Elaboración del Plan de Trabajo	\$0	\$0	\$0	\$0
Taller de Difusión con los beneficiarios	\$100.000	\$400.000	\$1.500.000	\$0
Etapa 2 Desarrollo de Diagnóstico Inicial				
Aplicación/Supervisión de los Diagnósticos Iniciales--Separar por tipo empresa	\$0	\$0	\$0	\$0
Elaboración del Informe Consolidado	\$0	\$0	\$0	\$0
Reunión de Coordinación	\$0	\$0	\$0	\$0
Etapa 3 Auditorías Intermedias (1-2-3)				
Visitas de seguimiento a empresas	\$1.000.000	\$5.000.000	\$1.920.000	\$0
Elaboración del Informe de Auditoría	\$500.000	\$2.050.000	\$0	\$0
Reuniones de seguimiento con Directorio	\$6.381.000	\$2.450.000	\$0	\$0
Seguimiento de implementación de actividades	\$1.580.000	\$9.800.000	\$0	\$5.359.992
Análisis y consolidación de antecedentes - generación de estadísticas sectoriales	\$1.200.000	\$3.600.000	\$0	\$0
Etapa 4 Otras Acciones de la AG Comprometidas en el APL				
Confección guía técnica indicadores de sustentabilidad	\$0	\$4.150.000	\$0	\$0
Difusión guía técnica indicadores de sustentabilidad	\$0	\$2.500.000	\$0	\$0
Confección guía técnica MTD manejo de residuos	\$0	\$2.550.000	\$0	\$0
Difusión guía técnica MTD manejo de residuos	\$0	\$2.100.000	\$0	\$0
Totales Generales				
Total(\$)	\$10.761.000	\$34.600.000	\$3.420.000	\$5.359.992
Total(%)	19,88%	63,91%	6,32%	9,90%

Fuente: Presentación Acuerdos de Producción Limpia (APL)

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se establece en la actual NDC (MMA, 2020): “Los nuevos bosques plantados no solo se limitarán a hacer frente al cambio climático, sino que cumplirán numerosos objetivos complementarios: prestación de servicios ambientales; protección del suelo; mejora de la regulación hídrica de las cuencas; producción de bienes madereros y no madereros; disminución en la severidad y extensión de los incendios forestales y otras catástrofes naturales; la conservación de la biodiversidad; la prestación de servicios socioculturales; el apoyo al desarrollo de las comunidades asociadas; la reducción de la pobreza; entre otros.”

En Chile, actualmente no solo el sector forestal ha asumido un rol protagónico para la mitigación del cambio climático, sino que también es la segunda actividad económica de exportación más importante, después de la minería (Educárbol, 2020). Por todo esto, el estudio realizado persigue contribuir a una menor degradación de los bosques. La presente investigación busca contribuir a la mitigación, por medio de una mejor valoración de las absorciones y emisiones evitadas de GEI, a través de una propuesta de metodologías de medición y análisis de aplicación dentro de los APLs de bosque y leña, para una comercialización efectiva.

Luego de haber realizado una investigación sobre el mercado -y la institucionalidad- de carbono en Chile y el mundo, se determinó la tremenda importancia de darle protagonismo al sector privado, en el proceso de lucha contra la crisis climática. Específicamente, la relevancia de incorporar estos actores en el mercado de carbono, ya que como se dijo con anterioridad en el informe, el precio del mercado voluntario ha sido el más estable en el tiempo.

Como se puede observar en el Gráfico 1, el mercado de carbono mundial se encuentra en constante crecimiento a través de los años, por lo que se espera que este crecimiento continúe, con los correspondientes avances progresivos en industrias, metodologías y tecnologías. A su vez, se observa un crecimiento y popularidad de la demanda de absorciones mediante proyectos forestales, incluyendo exitosas empresas globales que buscan absorciones de entre 100.000 y 1.000.000 de toneladas anuales, las cuales mayoritariamente prefieren proyectos de manejo sustentable y reforestación (GEF, 2020).

En esta línea, es importante destacar que en el estudio se observó que los precios de los créditos obtenidos de proyectos REDD+, van subiendo a medida que los tamaños de los proyectos son más pequeños. Lo anterior se explica dado que, entre más pequeños o *boutique* sean los proyectos, mayor es el impacto que tienen en diferentes áreas, además de las absorciones de GEI en sí mismas.

Todo esto representa una importante oportunidad para los APLs de bosque y leña, ya que éstos cuentan con un gran potencial para llevar a cabo y difundir sus metas, causando un impacto positivo no solo a nivel ambiental, sino también para con las comunidades locales. Como se puede observar, la mayoría de estos acuerdos se lleva a cabo fuera de la Región Metropolitana, donde se puede potenciar la descentralización y promover la actividad económica, creando empleos y oportunidades para las personas y comunidades aledañas a dichos proyectos.

Si bien los APLs del sector forestal involucran empresas unipersonales, pequeñas, medianas y grandes, son las de menor tamaño las que tendrán más interés en la aglomeración de oferta para la venta de créditos de carbono. Como se señaló en lo relativo a la justificación del problema del presente informe, resulta la mejor manera de solventar sus costos. De esta forma, al medir,

cuantificar e iniciar la venta de créditos en el ámbito de los APLs, podrán realizar una oferta más *boutique*, obteniendo mejores precios.

Sin perjuicio de lo anterior, además del mercado voluntario previamente identificado, en Chile se observa además un potencial futuro en el mercado regulado, el cual está sujeto a lo que se defina con respecto a los impuestos verdes. La actual propuesta legislativa, que no es definitiva, establece que las empresas que están sujetas a estos impuestos puedan compensar sus pagos por medio de créditos de carbono.

En este ámbito, se permitiría que empresas cuyos costos de abatimiento sean muy altos, puedan alternativamente financiar proyectos de absorciones en otros sectores, que son más convenientes económicamente. Esto permite obtener el mismo efecto de política pública, al reducir la contaminación, pero de una forma más económica. A la vez, esto trae beneficios no solo para las empresas gravadas, sino que también para los diversos actores que desarrollan proyectos de absorciones y emisiones evitadas de GEI.

Aunque a primera vista parezca ser una oportunidad directa para los actuales acuerdos en los que se basó esta investigación, hay que tener precaución con ciertos puntos. Por ejemplo, debido a que la implementación de los impuestos recién está en sus etapas iniciales, las primeras empresas que serán sometidas a estos impuestos son de gran tamaño, y con la capacidad de crear sus propios proyectos de absorciones o emisiones evitadas. De esta forma, se auto-venderían los créditos de carbono, incluso llegando a un punto que, si sus proyectos resultan exitosos, podrían comenzar con la venta de estos créditos a otras empresas.

Por otro lado, se pudo constatar la relevancia de que Chile participe en mercados validados internacionalmente. En este sentido, se observa que los países con mayor éxito en el mercado de carbono, en términos de precio y cantidad, son pertenecientes a organizaciones globales y cumplen estándares internacionales.

Es importante tener en cuenta que, si las pequeñas y medianas empresas adherentes a los APLs de bosque y leña no tuvieran éxito en la demanda de sus créditos en el mercado local, pero éstos estuvieran verificados y cumplieran con los estándares internacionales, las mismas podrían comercializarlas en el extranjero como parte del mercado *boutique*. Además, las metodologías verificadas por estas organizaciones mundiales se encuentran disponibles abiertamente al público, al igual que muchos de los proyectos que se llevan a cabo alrededor del mundo para absorber y evitar emisiones de GEI, representando una gran oportunidad que el mercado chileno debe aprovechar.

Por otra parte, los APLs de bosque y leña no cuentan con un sistema de medición de absorciones y emisiones de GEI. Para estos efectos el presente informe propone, además de las metodologías en específico, un flujo de proceso específico para poder medir y comercializar a futuro créditos de carbono. Como se explicó previamente, primero se realiza una clasificación del APL entre Calidad y Tipo de Leña/Ordenación Predial. A continuación, cada uno de éstos es sometido a una metodología simple y estandarizada de medición, que entrega un resultado aproximado del impacto y del potencial para la venta. Si este último resulta ser significativo, entonces ahí se elige entre las metodologías verificadas por los estándares internacionales.

Se recomienda a la ASCC seguir el flujo de proceso de elección de metodologías, a la hora de querer implementar el sistema de medición de emisiones y absorciones en un APL. De esta forma, no se desviarán recursos y gastos innecesarios implementando metodologías verificadas complejas en acuerdos que, por el poco potencial en absorciones o en emisiones evitadas, probablemente no vendan a futuro créditos de carbono. Es importante destacar que este flujo puede ser iterativo, ya que si implementando la metodología simple, no se obtienen resultados positivos, se puede gestionar el cambio en el proyecto, acciones o metas dentro del APL. De tal forma que se pueda volver a medir y verificar si los resultados han cambiado, abriendo una oportunidad para la venta de créditos.

Por último, se recomienda a la Agencia desarrollar una estructura de costos de las metodologías propuestas, dado que, si bien dichas metodologías se pueden aplicar a un acuerdo específico, es igualmente importante estudiar si los costos del proceso de implementación de dicha metodología pueden ser solventados por ese APL.

6.1. Calidad y Tipo de Leña

Con respecto a los APLs relacionados con la calidad y el tipo de leña, al ser la leña un medio más económico de calefacción, cocina y otras actividades, en general se busca promover el uso sostenible de este producto, en poblaciones rurales y urbanas que están expuestas a la vulnerabilidad. Es por esto que se recomienda fomentar acciones y proyectos que puedan traer no solo beneficios ambientales, sino también, sociales y económicos.

Como se establece en la Nota Informativa N°24, el uso insustentable de los recursos en el mercado de la producción y comercialización de leña en el sur de Chile, es una de las principales causas de degradación, siendo los incendios forestales la más importante. Este problema viene de un alto requerimiento de energía térmica en esta zona, el deseo de los dueños de los bosques de obtener ganancias monetarias y el mal manejo del recurso (CONAF, 2018).

Uno de los grandes problemas de la producción y venta de leña en Chile es la alta informalidad del mercado. El Plan de Manejo Forestal (PMF) cuenta con la supervisión de solamente el 44% de la oferta. Lo anterior trae muchas consecuencias negativas, ya que no se puede tener control del estándar de calidad y tipo de leña que se está vendiendo. Es clave destacar que se necesita más cantidad de leña de menor calidad, para producir la misma cantidad de energía. Además, en el estudio se establece que el uso de leña de calidad, en algunos tipos de equipos de combustión, lograría reducir la concentración de Material Particulado fino (MP 2,5) que existe en ciudades críticas (CONAF, 2018).

Así las cosas, resulta fundamental potenciar la formalización de la producción y venta de leña, y una de las opciones es incitar a este tipo de empresas que formen parte de APLs de leña. Para esto, se deben de crear incentivos relevantes, como la facilitación de venta de créditos de carbono por medio de estos tipos de acuerdos. En general, el mercado informal es compuesto de pequeños y medianos actores, a los cuales les podría convenir altamente la incorporación a este tipo de acuerdos que, si bien los haría formalizarse y de esta forma tener que cumplir con los estándares exigidos, les permitiría una venta de créditos a través de la aglomeración de oferta con otros actores, que podría representar un aumento de los beneficios económicos.

Con respecto a la medición de las emisiones de los APLs en torno a la calidad y el tipo de leña, se plantean dos metodologías verificadas: TOOL16 - Proyecto de emisiones procedentes de cultivo de biomasa, y VR0006 – Metodología para la instalación de cocinas de leña de alta eficiencia. La elección de cada una depende de los intereses de los proyectos, actividades y metas de los acuerdos. Se recomienda la implementación de TOOL16 en acuerdos que busquen tener una contabilidad clara de las emisiones provenientes de cultivos de biomasa, en una zona en específica y delimitada, y en la medida que esta biomasa vaya a ser utilizada como fuente de energía, medida en carbono equivalente. Esta metodología se debe utilizar para la medición de las empresas u organizaciones pertenecientes a la cadena productiva de la leña.

Por otro lado la VR0006, si bien busca nuevas generaciones de energía térmica eficiente en cocinas, hornos y calefactores, sirve también para la medición de las reducciones de emisiones con respecto a la disminución del uso de biomasa no renovable para la combustión. Esta última, es de interés para implementar en algunos APLs, que buscan calcular la diferencia entre las emisiones de referencia y las que se generan luego del proyecto, para de esta forma poder comercializar créditos de carbono generados provenientes de las emisiones evitadas

6.2. Ordenación Predial

La ordenación predial es una medida muy eficaz para combatir la degradación y deforestación. Esta práctica implica consecuencias directas en las personas y el medio ambiente, como se ha explicado con anterioridad en el presente informe, dada la labor que tienen los bosques en absorber GEI. A mayor abundamiento, es importante destacar que este tipo de proyectos favorecen a las personas económicamente, con la creación de ingresos y empleos (FAO, 2020).

Para lograr la sustentabilidad del recurso forestal, se busca implementar el mercado de carbono en los APLs que involucran la ordenación predial. Sin embargo, ello requiere implementar metodologías verificadas de cuantificación de emisiones y absorciones de GEI dentro de los acuerdos. En este informe se detallan y analizan cuatro metodologías propuestas en el “Perfil de Proyecto para la Generación de Créditos de Carbono en la gestión forestal de los propietarios privados del APL Forestal, Región de Valparaíso” del GEF de montañas. Para la elección entre estas metodologías, se expone la siguiente tabla comparativa (GEF, 2020):

Tabla 18: Tabla comparativa entre las distintas metodologías.

Categorías de comparación	VM0006	VM0009	VM0037	VM0007
Proyectos implementados	15	11	0	36
Países de implementación	Colombia, Camboya, Malawi, República Democrática del Congo, Tanzania, Myanmar, Perú	Kenya, Colombia, Zimbabwe, República Democrática del Congo, Zambia, Camboya	-	Belize, Bolivia, Brasil, Perú, Paraguay, Papua-Nueva Guinea, Chile, Sierra Leona, Madagascar, Indonesia, Colombia, Mozambique, Tanzania,
Cálculo de línea base basada en transiciones entre estratos forestales y usos de suelo	X		X	
Cálculo de línea base basada en modelos acumulativos de emisiones		X		
Cálculo de emisiones de proyecto en base a datos de actividad de <i>drivers</i>			X	
Cálculo de línea base separada para deforestación y degradación				X
Especificaciones para áreas de ARN	X			
Especificaciones para áreas de cosecha	X			
Incluye actividad de ARR			X	X

Fuente: Perfil del Proyecto para la Generación de Créditos de Carbono en la gestión forestal de los propietarios privados del APL Forestal, Región de Valparaíso

Dentro de las recomendaciones y evaluaciones del informe del GEF para el APL forestal de la Región de Valparaíso, se puede observar que son mejores las VM0006, VM0007 y la VM0009, ya que han sido implementadas en diferentes países, por lo que existirían referencias. Para el caso del resto de los APLs, si bien se opta generalmente por utilizar una metodología que ya haya sido implementada en forma previa, de ser el caso que algún APL de ordenación predial tuviera una muy buena cantidad y avance en datos de actividades de *drivers* de deforestación y degradación, se recomienda implementar la metodología VM0037. Esto dado que VM0037 es la única metodología estudiadas que calcula las emisiones de proyecto en base a datos de actividad de

drivers. Si se cuenta con este tipo de datos, se podrían optimizar los resultados verificados, para así poder comercializar créditos lo antes posible.

Como se puede observar, las metodologías VM0006 y VM0009 estiman sus emisiones de proyecto en base a resultados de monitoreo de parcelas e imágenes satelitales. Si se dispone de este tipo de datos, resultaría aconsejable optar por este tipo de metodologías. Se recomienda a la Agencia tener claridad respecto de cuánta es la resolución mínima que se requiere para operar en la zona específica, y cuánto el costo de las imágenes por superficie, para así introducir todas estas variables en la estructura de costos.

Asimismo, el estudio afirma que la metodología VM0009 resulta atractiva, ya que tiene un sistema de medición muy concreto. Sin embargo, se aprecia que está más orientada a las emisiones de GEI causadas por deforestación, ya que su contabilidad se basa en dinámicas antiguas de conversión de los bosques. Se señala que la metodología está muy bien explicada, por lo que su implementación no acarrearía complicaciones. En este sentido, se recomienda esta metodología para APLs que estén relacionados solamente con la deforestación, ya que de otra forma, esta podría dejar fuera otras áreas de interés.

En el caso de la VM0007, se mide la línea base de degradación y de deforestación no planificada de manera separada, por lo que se recomienda para los casos que estos proyectos tengan *drivers* divididos. Por el contrario, se podría complicar la aplicación de esta metodología en el caso que existan *drivers* de deforestación y de degradación en conjunto, por lo que no resulta recomendable para este tipo de casos.

Por último, el estudio establece que la VM0006 tiene mucho potencial para ser implementada en el APL de Valparaíso, ya que es específica en la manera de medir las reducciones de emisiones de ARN y cosecha. Se le dio importancia a esto último, dadas las actividades que se realizaban en este APL específico. Tomando esto en cuenta, se recomienda que los APLs que consideren las variables de ARN y cosecha opten por esta metodología.

Se concluye que la manera óptima de implementar una metodología verificada, implica llevar a cabo una búsqueda previa de materia y datos existentes en el área de proyecto. De esta forma, se pueden implementar sistemas de forma colaborativa, sacando el máximo provecho de los datos preexistentes en inventarios de las zonas en que se llevará a cabo el proyecto.

6.3. Créditos de Carbono

Como país, debemos cumplir con las metas adquiridas en la NDC. Con respecto al sector forestal, hay tres metas que resultan pertinentes para la investigación (MMA, 2020): la I4) “Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos, representando capturas de GEI en alrededor de 0,9 a 1,2 MtCO₂e anuales, al año 2030.”, la I5) “Chile se compromete a forestar 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación, que representarán capturas de entre 3,0 a 3,4 MtCO₂e anuales al 2030.”; y la I6) “Reducir las emisiones del sector forestal por degradación y de forestación del bosque nativo en un 25% al 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2013.”

Para el cumplimiento de estas metas, resulta esencial avanzar tanto en el mercado voluntario como en el regulado, de modo de posicionar al mercado de carbono como parte de las políticas públicas más trascendentes para el futuro del país. De esta forma, no solo se potenciarán proyectos forestales que contribuyan en la absorción de GEI, sino que se obtendrán beneficios sociales y económicos asociados a los mismos.

Tras la generación de un modelo de negocios preliminar -de un futuro sistema de apoyo a la comercialización de créditos de carbono en los APLs del bosques y leña-, se llegó a la conclusión de que es un modelo viable para realizar por parte de la ASCC. Si bien la inclusión del mercado de carbono a los APLs implica algunos cambios en su modelo de negocio, se estima que éstos son positivos, y crearán incentivos para adherirse a los acuerdos.

Por otro lado, se observa la importancia de medir los beneficios de los proyecto, metas y acciones dentro del APL, para incentivar la replicabilidad de estos y así fomentar los proyectos de este tipo.

Para la implementación del proyecto de los créditos de carbono, se recomienda a la Agencia potenciar la inclusión de asociaciones gremiales a los APLs, ya que de esta forma se obtiene un aumento considerable de clientes. Para esto resultan fundamentales las medidas de difusión y publicidad, de manera de dar visibilidad a los resultados de otros acuerdos ya implementados. Existen diferentes instancias, tales como ferias y capacitaciones, para difundir los beneficios de la inserción del mercado de carbono en los APLs.

Asimismo, se aconseja que la ASCC realice un estudio pertinente sobre las diferentes plataformas que comercializan créditos, ya que esta asociación es clave para el modelo de negocio. A partir de lo estudiado, se estima que a futuro podría ser la misma Agencia la que se encargue de esta comercialización, ya que contarán con suficiente experiencia y especialización, como para llevar esta actividad a cabo. Esto podría acarrear beneficios económicos, que se deben de evaluar por parte de la Agencia para efectos de determinar la viabilidad del negocio.

Con respecto a la fuente de ingresos, se espera que la Agencia busque apoyo por parte de diferentes organizaciones internacionales, así como también, en el financiamiento a través de fondos nacionales como los que se individualizan en el presente informe. Es importante tener en cuenta que existe interés de parte de muchas organizaciones, por el fomento del mercado de carbono y

proyectos relacionados a los mismos en países en desarrollo, lo que podría representar una oportunidad para proyectos como los referidos en este estudio.

De acuerdo a lo observado a lo largo de la investigación, se concluye que la implementación del sistema de medición en los APLs de bosques y leña será especialmente trascendente, ya que un problema tan grave como la eminente amenaza que constituye la degradación de los bosques, no solo supone ser discutido en la agenda público-privada del país -avanzando así en soluciones sociales y medioambientales-, sino que también requerirá una fórmula responsable, específica y disponible para concretarlo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- (1) ONU, PROGRAMA PARA EL MEDIO AMBIENTE. El mundo registra concentración récord de dióxido de carbono a pesar de la COVID-19. 2020. [en línea]<<https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/el-mundo-registra-concentracion-record-de-dioxido-de-carbono-pesar>> [consulta: 07 agosto 2020]
- (2) TICKELL, J. (Director). (2020). *Kiss the ground [Documentary]*.
- (3) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. Quiénes somos. [en línea]<https://www.ascc.cl/pagina/quienes_somos_1> [consulta: 10 junio 2020]
- (4) DÍAZ, I. PPT Ministro Economía para diseño IDV [en línea] En: <ismael.diaz@ascc.cl> 15 junio 2020 <clarabenaventevaldes@gmail.com> [consulta: 25 julio 2020]
- (5) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. APL. [en línea]<<https://www.ascc.cl/pagina/apl>> [consulta: 17 junio 2020]
- (6) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. Copia de 2020 MAESTRO Acuerdos y Fondo PL. 2020. [en línea]<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ZbAyhKm9r0QmmhLfumyvPTuOCNVQt0aFRF07zwKOh_M/edit?ts=5ee3f23b#gid=1332955962> [consulta: 17 junio 2020]
- (7) IPCC. Cambio Climático 2014, Informe de síntesis. 2014. [en línea]<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf> [consulta: 17 junio 2020]
- (8) FUNDACIÓN TERRAM. Chile «cumple siete de nueve criterios de vulnerabilidad frente al impacto del cambio climático». 2018. [en línea]<<https://www.terram.cl/2018/12/chile-cumple-siete-de-nueve-criterios-de-vulnerabilidad-frente-al-impacto-del-cambio-climatico/>> [consulta: 25 junio 2020]
- (9) MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Vulnerabilidad y adaptación. [en línea]<<https://mma.gob.cl/cambio-climatico/vulnerabilidad-y-adaptacion/>> [consulta: 26 junio 2020]
- (10) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. 2016. Acuerdo de Producción Limpia, Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo, Región de Valparaíso. Chile.
- (11) REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Economía. [en línea]<<https://dle.rae.es/econom%C3%ADa>> [consulta: 15 julio 2020]
- (12) PRECIO AL CARBONO, CHILE. Instrumentos de precio al carbono para abordar externalidades socio-ambientales y potenciar el cumplimiento de compromisos nacionales de mitigación. [en línea]<<http://www.precioalcarbonochile.cl/ipc-en-chile>> [consulta: 19 junio 2020]

- (13) SOSTENIBILIDAD PARA TODOS. ¿Qué es el impuesto pigouviano? [en línea]<<https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-el-impuesto-pigouviano/>> [consulta: 19 junio 2020]
- (14) CHILE. División Jurídica de la Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2007. Ley 19.300: Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. [en línea]<https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1370463346Ley19300.pdf> [consulta: 15 junio 2020]
- (15) MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Estrategia Nacional de Biodiversidad. [en línea]<https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Estrategia_Nac_Biodiv_2017_30.pdf> [consulta: 15 junio 2020]
- (16) CHILE. Ministerio de Hacienda. 2014. Ley 20.780: Reforma Tributaria que modifica el Sistema de Tributación de la renta e introduce diversos ajustes en el sistema tributario. [en línea]<<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1067194>> [consulta: 30 junio 2020]
- (17) MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). 2020. [en línea]<https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espan%CC%83ol-1.pdf> [consulta: 20 julio 2020]
- (18) MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Consulte el INGEI. [en línea]<<http://snichile.mma.gob.cl/consulta/>> [consulta: 15 junio 2020]
- (19) PRECIO AL CARBONO, CHILE. Iniciativa PMR. [en línea]<<http://www.precioalcarbonochile.cl/sobre-el-proyecto/iniciativa-pmr>> [consulta: 15 junio 2020]
- (20) MONGABAY. Análisis de riesgo de no-permanencia. 2009. [en línea]<<https://global.mongabay.com/es/rainforests/carbono-lexico/Analisis-de-riesgo-de-no-permanencia.html>> [consulta: 09 septiembre 2020]
- (21) CONAF. Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV). [en línea]<<https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/cambio-climatico/encrv/>> [consulta: 12 septiembre 2020]
- (22) MINISTERIO DE AGRICULTURA. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal Subnacional de Chile. 2016. [en línea]<<http://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/3379>> [consulta: 12 septiembre 2020]
- (23) ROBERTO ESPINOSA. BENCHMARKING: qué es, tipos, etapas y ejemplos. [en línea]<<https://robertoespinosa.es/2017/05/13/benchmarking-que-es-tipos-ejemplos#:~:text=El%20benchmarking%20es%20un%20proceso,posteriormente%20realizar%20mejoras%20e%20implementarlas>> [consulta: 20 julio 2020]

- (24) ROCK CONTENT. Qué es benchmarking y qué ventajas aporta a las empresas. 2017. [en línea]<<https://rockcontent.com/es/blog/que-es-benchmarking/>> [consulta: 20 julio 2020]
- (25) WE ARE MARKETING. ¿Qué es la metodología *Agile* y qué beneficios tiene para tu empresa? 2020. [en línea]<<https://www.wearemarketing.com/es/blog/que-es-la-metodologia-agile-y-que-beneficios-tiene-para-tu-empresa.html>> [consulta: 20 julio 2020]
- (26) CEDEC. ¿Cómo crear un plan de negocio con el modelo *Canvas*? 2020. [en línea]<<http://cedecpymes.org/como-crear-un-plan-negocio-con-el-modelo-canvas/>> [consulta: 24 julio 2020]
- (27) SOSTENIBILIDAD PARA TODOS. ¿En qué consiste el mercado de carbono? [en línea]<<https://www.sostenibilidad.com/energias-renovables/en-que-consiste-el-mercado-de-carbono/>> [consulta: 17 diciembre 2020]
- (28) INTERNATIONAL CARBON ACTION PARTNERSHIP. Comercio de emisiones en el mundo, Resumen Ejecutivo. 2019. [en línea]<https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=623> [consulta: 05 diciembre 2020]
- (29) REFINITIV. *Carbon Market Year in Review*, 2019. 2020. [en línea]<https://www.refinitiv.com/content/dam/marketing/en_us/documents/reports/global-carbon-market-emission-trading-system-review-2019.pdf> [consulta: 20 diciembre 2020]
- (30) FAO. Mercados de Carbono: qué tipos existen y cómo funcionan. [en línea]<<http://www.fao.org/3/i1632s/i1632s02.pdf>> [consulta: 20 diciembre 2020]
- (31) CORREDORES BIOLÓGICOS DE MONTAÑA, PROYECTOS GEF. 2020. Perfil del Proyecto para la Generación de Créditos de Carbono en la gestión forestal de los propietarios privados del APL Forestal, Región de Valparaíso.
- (32) PRECIO AL CARBONO, CHILE. Análisis detallado de la participación de Chile en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), y propuesta de pasos a seguir, considerando el nuevo escenario de compromisos de Chile en el Acuerdo de París. 2017. [en línea]<<http://www.precioalcarbonochile.cl/wp-content/uploads/2018/02/PMR-MDL-Informe-2.pdf>> [consulta: 20 diciembre 2020]
- (33) CONAF. Rol de los bosques chilenos en la mitigación del cambio climático. [en línea]<https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1373639255BTCambio_Climatico.pdf> [consulta: 29 noviembre 2020]
- (34) VERRA. Requerimientos VCS para los Sectores AFOLU: Acreditando la Reducción de Emisiones de GEI en Agricultura, el Sector Forestal y Cambio de Uso de Suelo. [en línea]<https://verra.org/wp-content/uploads/2016/05/FactSheet-AFOLU-2013-FINAL_ESP-v3_PT_PM_0.pdf> [consulta: 05 diciembre 2020]

- (35) VERRA. VCS Standard. 2019. [en línea]<https://verra.org/wp-content/uploads/2019/09/VCS_Standard_v4.0.pdf> [consulta: 05 diciembre 2020]
- (36) VERRA. *Jurisdictional and Nested REDD+ (JNR)*. [en línea]<<https://verra.org/project/jurisdictional-and-nested-redd-framework/jnr-programs-and-baselines/>> [consulta: 07 diciembre 2020]
- (37) CHILE. Ministerio de economía, fomento y reconstrucción. 2010. Ley 20.416: Fija normas especiales para las empresas de menor tamaño. [en línea]<<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1010668>> [consulta: 03 octubre 2020]
- (38) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. Plan de MRV de la NAMA. 2019. [en línea]<<https://docs.google.com/document/d/1V-D1ezqcB7jn5AFewBm0SGZ5s6fJpHQigzSPTBeye3I/edit#>> [consulta: 25 agosto 2020]
- (39) DÍAZ, I. Presentación Acuerdos de Producción Limpia (APL) [en línea] En: <ismael.diaz@ascc.cl> 29 diciembre 2020 <clarabenaventevaldes@gmail.com> [consulta: 29 diciembre 2020]
- (40) CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA. Estudio para el Cálculo de las Emisiones de Carbono Equivalente derivadas de la implementación de los Acuerdos de Producción Limpia realizados en Chile. 2010. [en línea]<https://www.ascc.cl/resources/uploads/documentos/archivos/74/estudio_para_el_calculo_de_las_emisiones_de_carbono_equivalente_derivadas_de_la_implementacion_de_los_apl_realizados_en_chile.pdf> [consulta: 16 noviembre 2020]
- (41) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. 2004. Acuerdo de Producción Limpia, Industria del Aserrió y Re-manufactura de la Madera. Chile.
- (42) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. 2007. Acuerdo de Producción Limpia, Industria de Tableros y Chapas, Regiones del Biobío y de Los Ríos. Chile.
- (43) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. 2009. Acuerdo de Producción Limpia, Industria MIPyME primaria y secundaria de la madera, Región del Maule. Chile.
- (44) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. 2010. Acuerdo de Producción Limpia, Comerciantes de Leña de los Principales Centros de Consumo del Sur de Chile. Chile.
- (45) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. 2014. Acuerdo de Producción Limpia, Sector Comerciantes de Leña de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Chile.
- (46) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. 2016. Acuerdo de Producción Limpia, Leña de Calidad y Sustentable de Osorno. Chile.

- (47) AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. 2019. Acuerdo de Producción Limpia, Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo, Región de Valparaíso. Chile.
- (48) VERRA. *Methodologies*. [en línea]<<https://verra.org/methodologies/>> [consulta: 07 diciembre 2020]
- (49) CONAF. 2018. Nota Informativa 24 ENCCRV. Chile.
- (50) CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM. *Methodological tool, Project emissions from cultivation of biomass*. [en línea]<<https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-16-v1.pdf>> [consulta: 23 junio 2020]
- (51) VCS. *Methodology for Installation of High Efficiency Firewood Cookstoves*. 2019. [en línea]<<https://verra.org/wp-content/uploads/2020/01/Methodology-for-Installation-of-High-Efficiency-Firewood-Cookstoves-31DEC2019.pdf>> [consulta: 19 agosto 2020]
- (52) SAEZ, S., HONEYMAN, P. y CRUZ, P. 2020. Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región. Chile.
- (53) SAEZ, S., HONEYMAN, P. y CRUZ, P. 2020. Anexo técnico final del Plan de Ordenación CEF Tanumé, VI Región. Chile.
- (54) SAEZ, S., HONEYMAN, P. y CRUZ, P. 2020. Balance carbono final PO 2020-2035. Chile.
- (55) VCS. VM0006: *Methodology for Carbon Accounting for Mosaic and Landscape-scale REDD Projects*. 2017. [en línea]<<https://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VM0006-REDD-Mosaic-Methodology-v2.2.pdf>> [consulta: 03 agosto 2020]
- (56) VCS. VM0009: *Methodology for Avoided Ecosystem Conversion*. 2014. [en línea]<<https://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VM0009-Methodology-for-Avoided-Ecosystem-Conversion-v3.0.pdf>> [consulta: 16 septiembre 2020]
- (57) VCS. VM0037: *Methodology for Implementation of REDD+ Activities in Landscapes Affected By Mosaic Deforestation and Degradation*. 2017. [en línea]<<https://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VM0037-Implementation-of-REDDin-Mosaic-Landscapesv1.0.pdf>> [consulta: 30 septiembre 2020]
- (58) VCS. VM0007: *REDD+ Methodology Framework (REDD-MF)*. 2020. [en línea]<https://verra.org/wp-content/uploads/2020/09/VM0007-REDDMF_v1.6.pdf> [consulta: 12 octubre 2020]

- (59) EDUCÁRBOL. País Forestal. [en línea]<http://www.educarbol.cl/paisforestal/pais_forestal.php#:~:text=La%20industria%20forestal%20en%20Chile.gran%20potencial%20a%C3%BAn%20por%20desarrollar> [consulta: 30 diciembre 2020]
- (60) FAO. Ordenación Forestal Sostenible. [en línea]<<http://www.fao.org/3/i2763s/i2763s04.pdf>> [consulta: 30 diciembre 2020]

8. SIGLAS

ACoGS	Conversión Evitada de Pastizales y Matorrales
ACR	<i>American Carbon Registry</i>
ACS	Cocinas avanzadas
AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo
ALM	Manejo de Tierras Agrícolas
AP	Áreas Prioritarias
APC	Evitar la conversión planificada
APD	Degradación Planificada
APDD	Evitar la deforestación y/o degradación planificada
APL	Acuerdo de Producción Limpia
APWD	Evitar la degradación planificada de los humedales
ARN	Actividades de Regeneración Natural Asistida
ARR	Forestación, Reforestación y Revegetación
ASCC	Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
AUC	Evitar la conversión no planificada
AUDD	Evitar la deforestación y/o degradación no planificada
AUWD	Evitar la degradación imprevista de los humedales
BEM	Modelos Predictivos de Emisiones de Biomasa
CAR	<i>Climate Action Reserve</i>
CDM	<i>Clean Development Mechanism</i>
CdN	Competitividad del Negocio
CER	<i>Certificate Emission Reduction</i>
CGLC	Conversiones de uso de tierras de cultivo y pastos
CH ₄	Metano
CIW	Conservación de los Humedales Intactos
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONAF	Corporación Nacional Forestal
COP	Conferencia de las Partes
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
DAP	Diámetro a la altura de pecho
DEM	Modelos Predictivos de Emisiones de Decaimiento
EE	Eficiencia Energética
ENCCRV	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales
ERA	Edad de rotación extendida / Ciclo de corte
ETS	Régimen para el comercio de derechos de emisión de GEI en la Unión Europea
EU ETS	<i>European Emissions Trading System</i>
FPL	Fondo de Producción Limpia
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GERs	Reducciones de Emisiones Brutas
GORES	Gobierno Regional Región Metropolitana
ICAP	<i>International Carbon Action Partnership</i>
ICM	Mejora de la gestión de las tierras de cultivo
ICS	Estufa de cocina mejorada
IFM	Manejo Forestal Mejorado
IGM	Mejoramiento del manejo de los pastizales
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ITMOS	<i>Internationally Transferred Mitigation Outcomes</i>
JI	Ejecución Conjunta

JNR	Enfoque Jurisdiccional y Anidado REDD
LtHP	Bosque de baja a alta productividad
LtPF	Tala a Bosque Protegido
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MFS	Manejo Forestal Sostenible
MINSEGPRES	Ministerio Secretaría General de la Presidencia de Chile
MiPyME	Micro, Pequeña y Mediana Empresa
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MP	Material Particulado
MRV	Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación
N2O	Óxido nitroso
NAMA	Acción Nacionalmente Apropriada de Mitigación
NBC	Núcleo Biotecnológico Curauma
NDC	Contribuciones Nacionalmente Determinadas
NERs	Emisiones Netas Totales
NREF/NRF	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PANCC	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
PDA	Plan de Descontaminación Atmosférica
PFNM	Productos Forestales No Maderables
PMCOF	Plan de Manejo con Criterios de Ordenación Forestal
PMF	Plan de Manejo Forestal
PMR	Alianza de Preparación para los Mercados de Carbono
PP	Proyectos Piloto
PPR	Pago Por Resultados
PRA	Evaluaciones Rurales Participativas
PYMES	Pequeña y Mediana Empresa
RCE	Reducción Certificada de las Emisiones
REDD	Reducción de Emisiones por la Deforestación y la Degradación de Bosques
RIL	Registro de impacto reducido
RILES	Residuos Industriales Líquidos
RISES	Residuos Industriales Sólidos
RRD	Región de referencia para la proyección de la tasa de deforestación
RRL	Región de referencia para proyectar el lugar de la deforestación
RWE	Restauración de los Ecosistemas de Humedales
SCE	Sistema de Comercio de Emisiones
SEM	Modelos Predictivos de Emisiones de Suelo
SNCL	Sistema Nacional de Certificación de Leña
SNICHILE	Sistema Nacional de Inventarios de Gases
UPDD	Deforestación no Planificada
VCS	<i>Verified Carbon Standard</i>
VCUs	Unidades de Carbono Verificadas
WRC	Restauración y Conservación de Humedales

9. GLOSARIO

- **Captura o secuestro de carbono:** acto de absorber CO_2 de la atmósfera. La vegetación, en especial los bosques, realizan este proceso por medio de fotosíntesis.
- **Biomasa:** es la materia orgánica que puede ser ocupada como fuente de energía. Existen diferentes tipos de biomasa, dependiendo de su origen.

Con respecto a los APL con respecto a bosques y leña, hay distintos conceptos claves para el trabajo de título (ASCC, 2014):

- **Bosque:** sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de al 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.
- **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.
- **Bosque nativo de conservación y protección:** aquel, cualquiera sea su superficie, que se encuentre ubicado en pendientes iguales o superiores a 45%, en suelos frágiles, o a menos de 200 metros de manantiales, cuerpos o cursos de aguas naturales, destinados al resguardo de tales suelos y recursos hídricos.
- **Bosque nativo de preservación:** aquel, cualquiera sea su superficie, que presente o constituya actualmente hábitat de especies vegetales protegidas legalmente o aquellas clasificadas en las categorías de en "peligro de extinción", "vulnerables", "raras", "insuficientemente conocidas" o "fuera de peligro"; o que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, cuyo manejo solo puede hacerse con el objetivo del resguardo de dicha diversidad.
- **Bosque nativo de uso múltiple:** aquel cuyos terrenos y formaciones vegetales no corresponden a las categorías de preservación o de conservación y protección, y que este destinado preferentemente a la obtención de bienes y servicios maderables y no maderables.
- **Comité Coordinador del Acuerdo:** es el encargado de monitorear el avance en la implementación del Acuerdo y solucionar los problemas y diferencias que surjan durante su desarrollo. Tiene, además, competencia para establecer las medidas aplicables en los casos de incumplimiento respecto de aquellas metas y acciones que no se encuentren normadas. Está conformado por representantes de todas las instituciones firmantes del APL y es coordinado por un/a funcionario/a del CPL.
- **Corta de cosecha:** corta o intervención destinada a extraer del bosque nativo, al final de la rotación o dentro del ciclo de corte, según corresponda, el volumen definido en el plan de manejo forestal.

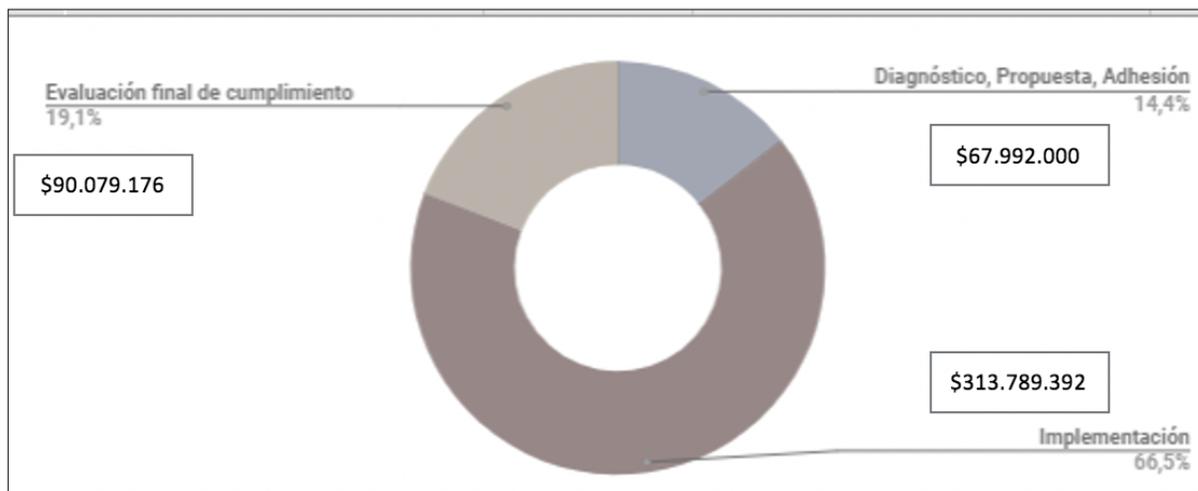
- **Corta sanitaria:** corta de árboles, en cualquier etapa de su desarrollo, que se encuentren afectados por plagas o susceptibles de ser atacados y cuya permanencia constituya una amenaza para la estabilidad del bosque.
- **Especie nativa o autóctona:** especie arbórea o arbustiva originaria del país, que ha sido reconocida oficialmente como tal mediante decreto supremo expedido por intermedio del Ministerio de Agricultura.
- **FSC:** es la sigla de *Forest Stewardship Council* (en español: Consejo de Manejo Forestal), organización internacional que tiene un sistema de certificación y una etiqueta de producto reconocida para promover el manejo responsable de los bosques del mundo.
- **Certificación de Manejo Forestal FSC:** confirma que una zona específica del bosque está siendo manejada en apego a los Principios y Criterios del FSC o al Estándar Nacional FSC. Es otorgada a administradores o propietarios de bosques cuyas prácticas de manejo cumplen los requisitos de los Principios y Criterios del FSC o el estándar nacional FSC.
- **Ordenación forestal:** conjunto de intervenciones silviculturales que, organizadas espacial y temporalmente, persiguen una estructuración tal del bosque que permite un rendimiento sostenido, sin afectar negativamente su productividad, ni de manera significativa las funciones ambientales del mismo, conforme a las prescripciones técnicas contenidas en un plan de manejo forestal.
- **Plan de Manejo:** instrumento que, reuniendo los requisitos que se establecen en Ley 20.283, planifica la gestión del patrimonio ecológico o el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales de un terreno determinado, resguardando la calidad de las aguas y evitando el deterioro de los suelos.
 - Será plan de manejo de preservación cuando tenga como objetivo fundamental resguardar la diversidad biológica, asegurando la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las especies y ecosistemas contenidos en el área objeto de su acción.
 - Será plan de manejo forestal cuando su objetivo sea el aprovechamiento del bosque nativo para la obtención de bienes madereros y no madereros, considerando la multifuncionalidad de los bosques y la diversidad biológica.
- **Plan de manejo con criterios de ordenación forestal (PMCOF):** plan de manejo que, de acuerdo con la Ley 20.283, debe contener criterios de ordenación forestal, según lo establecido por CONAF. En general, un requisito básico es que incluya todos los recursos forestales.
- **Plantación Suplementaria:** aquella plantación bajo dosel o con protección arbórea lateral o descubierta, que se efectúa con especies nativas propias del lugar, o del mismo tipo forestal que hayan existido anteriormente en él, y que se realice en forma complementaria a la regeneración natural, para mejorar la calidad del bosque nativo.

- **Productos no madereros del bosque nativo:** todos aquellos bienes y servicios que no corresponden a recursos leñosos o madera en pie y que existen o se pueden desarrollar al interior de un bosque nativo a partir de las especies nativas que lo componen. Se entenderá para estos efectos, y sin que esta enumeración sea taxativa, bienes tales como: hongos; plantas de usos alimenticios; frutos silvestres de árboles y arbustos; especies vegetales de usos medicinales, químicos o farmacológicos; fauna silvestre; fibras vegetales, y servicios de turismo.
- **Regeneración natural de bosque nativo:** proceso mediante el cual se establece un bosque a través de regeneración vegetativa o de semillas provenientes de árboles nativos del mismo rodal o de rodales vecinos, las cuales son diseminadas por agentes naturales, tales como viento, agua, mamíferos, aves o por rebrote espontáneo de cepas existentes.
- **Renoval:** bosque en estado juvenil proveniente de regeneración natural, constituido por especies arbóreas nativas, cuyo diámetro y altura, para cada tipo forestal, no excede los límites señalados en el reglamento.
- **Servicios ambientales:** aquellos que brindan los bosques nativos y las plantaciones que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente.
- **Rendimiento sostenido:** tipo de planificación de recursos naturales renovables, como el bosque, en que a) se realizan planificaciones de largo plazo; b) considera todos los recursos forestales del predio; c) las extracciones de cada periodo no superan el crecimiento del recurso.
- **Uso noble de la madera:** usos de maderas finas, asociados a: ebanistería y muebles de todo tipo; a la construcción de viviendas para la fabricación de puertas, ventanas, celosías, revestimientos interiores y exteriores decorativos, pisos, balaustras, escalas y molduras para embellecimiento; también se incluyen los usos relacionados al defoliado y defobinado de maderas finas para chapas y tableros; piezas de diferentes dimensiones para el diseño y la fabricación de elementos deportivos especiales; mangos especiales de herramientas y piezas de instrumentos de diferentes oficios, y de instrumentos musicales, piezas para la carpintería naval y de ribera, envases especiales, barrilería y envases especiales para líquidos, etc. En general, se distingue del uso menos noble a innoble, pero no menos importante, entendido como aquel en que la madera se usa para la generación de energía, o se destina para obras gruesas o encofrado de hormigón en las construcciones, para postes y cierros de cualquier tipo, para astillarla como materia prima para tableros aglomerados, pastas de celulosa o productos de la industria del papel o química.

10. ANEXOS

10.1. Anexo I: Distribución Fondo de Producción Limpia

Se presenta un gráfico que muestra la distribución del dinero transferido por el Fondo de Producción Limpia para los APLs. Con esto, se puede observar que, más de la mitad del fondo, está destinado a la implementación de los acuerdos.

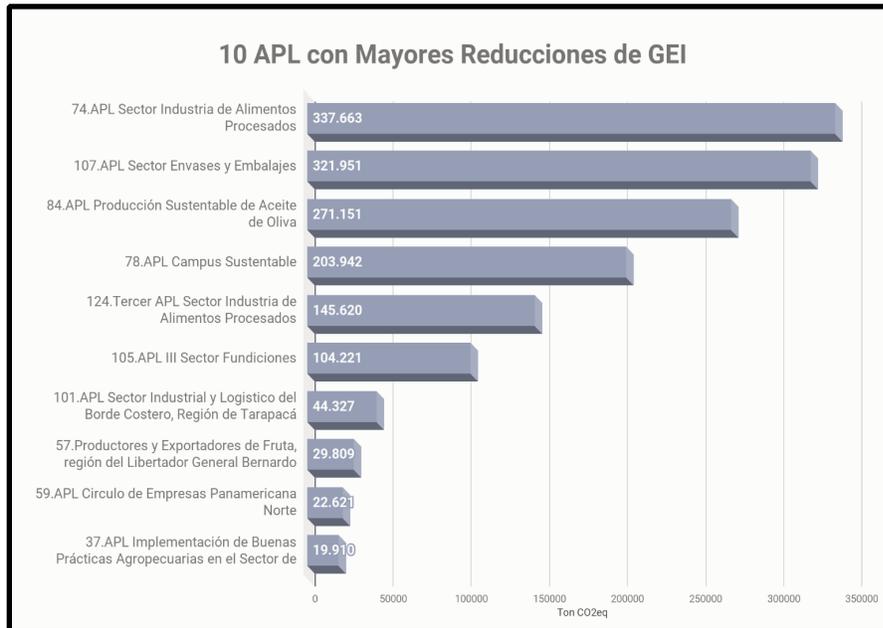


Total transferido Fondo Producción Limpia 2019 \$471.860.568

*Gráfico 7: Distribución FPL.
Fuente: PPT Ministro Economía para diseño IDV*

10.2. Anexo II: APLs con mayores reducciones de GEI

A continuación, se muestra un gráfico sobre los diez APLs con mayores reducciones de GEI. Es importante señalar que los cinco acuerdos que reportan más reducciones suman un 87% del total de reducciones de GEI de todos los acuerdos existentes, con una reducción total de 1.280.327 tCO₂e.



*Gráfico 8: Distribución de los diez APL con Mayores Reducciones.
Fuente: PPT Ministro Economía para diseño IDV*

10.3. Anexo III: Comercio de emisiones en el mundo

Para mayor profundización, se presenta un diagrama que muestra el estado actual de los programas de *Cap & Trade* en el año 2019 de los países más relevantes para el mercado de carbono. Este, da a conocer los Sistemas de Comercio de Emisiones (SCE) que están activos, programados, o siendo considerados para implementar.

COMERCIO DE EMISIONES EN EL MUNDO

El estado actual de los programas de tope y comercio en 2019

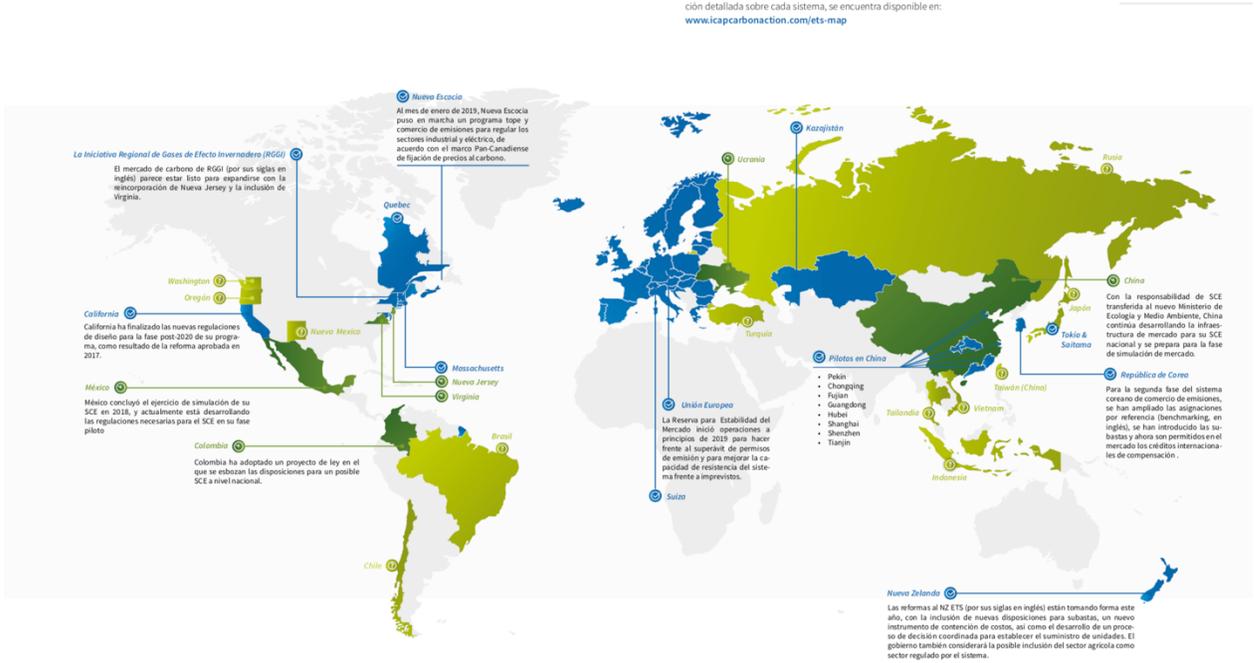


Ilustración 11: Comercio de emisiones en el mundo.
Fuente: Comercio de emisiones en el mundo, Resumen Ejecutivo

10.4. Anexo IV: Sectores regulados en los sistemas de comercio de emisiones

Mediante una ilustración, se muestran los sectores (actividad económica) medidos para cada uno de los sistemas de comercio de emisiones. Dentro de los sectores se encuentran: energía, industria, aviación nacional, transporte, edificios, residuos y silvicultura.

SECTORES REGULADOS

Sectores regulados en los sistemas de comercio de emisiones

El presente gráfico muestra los sectores (tipo de actividades económica) regulados por el comercio de emisiones en todos los SCE vigentes, así como el punto en el que se regulan dichas emisiones. Sólo se incluyen los sectores regulados por al menos un SCE. ¹²

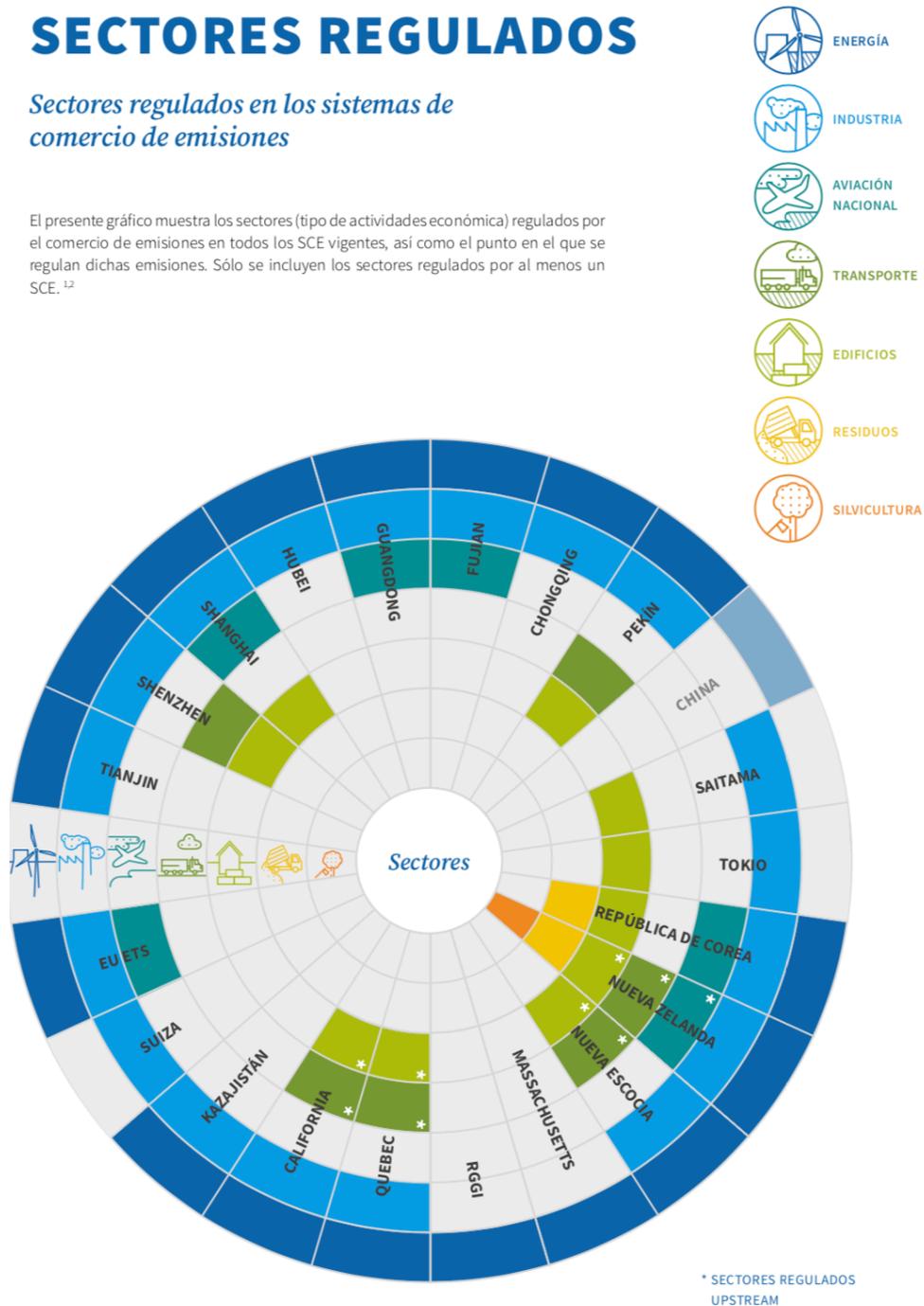


Ilustración 12: Sectores regulados en los sistemas de comercio de emisiones.

Fuente: Comercio de emisiones en el mundo, Resumen Ejecutivo

10.5. Anexo V: Ejemplos proyectos de secuestro de carbono basados en la tierra

A continuación, se muestra una tabla de ejemplos de proyectos relacionados con la agricultura y secuestro de carbono para el mercado voluntario.

Tabla 19: Proyectos de secuestro de carbono basados en la tierra.

	EJEMPLO	¿QUIÉN?	¿CÓMO?
Proyectos de forestación y reforestación (42%)	Proyectos de los bosques de Uchindile y Mapanda en Tanzania: 10.814 hectáreas de tierra degradada serán reforestadas y 7.565 puestas en conservación para proteger la biodiversidad local.	Green Resources (www.greenresources.no) desarrolla el proyecto. Se promueve la plantación comunitaria de árboles entregando plantones y facilitando la formación necesaria en silvicultura.	Generación de VER en noventa y nueve años. Los ingresos derivados del carbono se reinvierten localmente y el 10% se gasta en proyectos comunitarios.
	Proyecto de plantación de acacia del Senegal, Malí. Reforestará más de 17.700 hectáreas de acacia del Senegal en un periodo de cinco años.	El Grupo Deguessi, un productor particular de productos agrícolas, desarrolla el proyecto y trabaja en alianza con las comunidades locales. El Fondo de Biocarbono del Banco Mundial compra los créditos.	Se promueve el cultivo intercalado. Diez mil familias reciben beneficios sociales: ingresos adicionales generados por goma, los granos, el forraje, y la RCE.
REDD (28%)	Proyecto REDD en Sumatra/Indonesia, para proteger las 750.000 hectáreas del bosque Ulu Masen.	Banco de inversiones estadounidense Merrill Lynch, el Gobierno de Aceh, la ONG británica Flora and Fauna International y Carbon Conservation. Los fondos vienen del Fondo de donantes múltiples del Banco Mundial y del Proyecto Medio Ambiente y Bosques de Aceh.	Se espera que el proyecto genere cien millones de toneladas de VER en treinta años.
	Proyecto de Acción Climática Noel Kempf Mercado, Bolivia, para proteger en treinta años un millón y medio de hectáreas de bosque www.noelkempff.com.	Gobierno de Bolivia, Fundación Friends of Nature (FAN), Nature Conservancy (TNC) y tres empresas energéticas implementan el proyecto de once millones de dólares US\$.	El objetivo es detener las actividades de explotación forestal y lanzar programas alternativos de ingresos para las comunidades. Ha sido verificado en 2005 como el primer proyecto forestal de reducción de emisiones.
Proyectos de suelos agrícolas (16%)	Proyecto de Carbono en la Agricultura, sobre 60.000 hectáreas en Nyanza y la Provincia Occidental, Kenya.	El Centro de Cooperativas sueco -Vi Agroforestry - SCC-ViA, realizador del proyecto, promueve la adopción del manejo sostenible de la tierra agrícola (manejo de los cultivos y rehabilitación de tierras degradadas). El Fondo de Biocarbono del Banco Mundial comprará los créditos.	Pequeños agricultores y pequeños empresarios organizados en grupos de interés común, cooperativas de primer nivel y grupos y organizaciones informales de agricultores. Los fondos serán devueltos a las comunidades y a los agricultores implicados.
Plantaciones/ monocultivos (13%)	Forestación en los estados de Orisa y Andhra Pradesh, en India, de 3.500 hectáreas de árboles.	Promoción de plantaciones y agroforestería. La implementación es a través de una alianza conjunta entre una sociedad de cooperativas, una industria papelera y otra empresa. El Fondo de Biocarbono del Banco Mundial comprará los créditos.	Las plantaciones se establecen en tierras desnudas o muy degradadas de pequeños agricultores y agricultores marginados en sus parcelas privadas. Se apoya a cooperativas de agricultores para aumentar su poder de representación y negociación.

Fuente: Mercados de Carbono: qué tipos existen y cómo funcionan

10.6. Anexo VI: APLs de bosque y leña

Se detallan los siete Acuerdos de Producción Limpia vigentes, relacionados con bosque y leña, a modo de profundizar en el contexto.

1. APL Industria del Aserrío y Re-manufactura de Madera (ASCC, 2004)

- En la industria del Aserrío y Re-manufactura de la Madera el fundamental producto es la madera aserrada. Esta se utiliza principalmente para la construcción, la cual ha tenido un crecimiento importante a lo largo de los años.
- Existe una concentración importante en la producción de la madera aserrada en la zona de Concepción, donde alrededor de 30 aserraderos concentran el 72% de la producción aproximadamente.
- **Objetivos:** Su objetivo principal es avanzar en un proceso creciente de eficiencia productiva y de prevención de la contaminación en la fuente, promoviendo la incorporación de tecnologías de mayor eficiencia, buenas prácticas operativas, reutilización y reciclaje de residuos sólidos y líquidos generados en la operación de las industrias del rubro Aserraderos y Re-manufacturas de Madera.
- **Metas:**
 - Meta para residuos peligrosos.
 - Meta para residuos sólidos no peligrosos.
 - Meta para subproductos.
 - Meta para residuos de la industria del aserrío y re-manufacturas.
 - Meta para el uso eficiente del recurso del agua.
 - Meta para prevención de la contaminación.
 - Meta para anticipar el cumplimiento de la normativa de Riles.
 - Seguridad y salud ocupacional.
 - Meta para contar con un manual de buenas practicas de la industria del aserrío y re-manufactura.

2. APL Industria de Tableros y Chapas Regiones del Biobío y Los Ríos (ASCC, 2007)

- Según el Directorio Industrial Forestal dentro de la VIII y la X región hay 20 plantas de fabricación de tableros. Donde el 90% de los trabajadores son de la Región del Biobío, 5% en La Araucanía y 5% en Los Lagos.
- Desde el año 2006 está vigente la “Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a la descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales”, esta exige más a empresas de este rubro, teniendo que cambiar y corregir algunos procesos.
- Es clave destacar que las empresas de tableros y chapas forman parte del sector forestal, como recicladores de residuos sólidos no peligrosos de las plantas de aserrío y re-manufacturas.
- Objetivos: Su objetivo general es incorporar medidas y tecnologías de producción limpia en la industria de tableros y chapas, para lograr aumentar la eficiencia productiva y reducir la contaminación en el origen, promoviendo así la innovación tecnológica, la implementación de buenas prácticas operativas en residuos sólidos, líquidos y emisiones aéreas, el uso eficiente de los recursos (agua y energía) y la disminución del riesgo laboral.
- Metas:
 - Residuos industriales líquidos (RILES).
 - Residuos industriales sólidos (RISES).
 - Uso eficiente del recurso del agua.
 - Emisiones Atmosféricas.
 - Eficiencia energética.
 - Gestión sectorial.
 - Seguridad y salud ocupacional.

3. APL Industria MIPyME primaria y secundaria de la madera Región del Maule (ASCC, 2009)

- Teniendo en cuenta que el 3,7% del PIB nacional viene del sector forestal. De donde las principales especies son el Pino Insigne, el Eucalipto, el Álamo, y el Pino Oregón.
- Para el sector forestal y de la madera, la Región del Maule ha tenido un papel muy importante, llegando a tener un 25% de los cultivos forestales de Chile, con 370 mil ha de bosque nativo, dedicadas a la protección y conservación.

- Actualmente existen aproximadamente 190 instalaciones, en 30 comunas, donde la gran mayoría son de tamaño pequeño y mediano. Estas últimas elaboran aproximadamente 690 metros cúbicos de madera al año. Este sector genera trabajo directamente a 10.000 personas aproximadamente, y a 40.000 indirectamente.
- Según los estudios, la producción ya ha ido creciendo a lo largo de los años, lo cual es un problema en la región, ya que existe una baja capacidad para instaurar sistemas de gestión eficaces para la producción, habiendo muy pocos actores certificados en la zona.
- Objetivos: Su objetivo principal es “Incorporar en las empresas que forman parte del sector MiPyME maderero de la Región del Maule, en forma sistemática y permanente, medidas y acciones que mejoren su eficiencia productiva, su desempeño ambiental, su competitividad e incrementen la seguridad laboral, propiciando así su crecimiento y sostenibilidad.”
- Metas:
 - Gestión de insumos, residuos sólidos y subproductos.
 - Cumplimiento de la normativa de residuos industriales líquidos.
 - Uso eficiente de la energía.
 - Seguridad y salud ocupacional.
 - Capacitación.

4. APL Comerciantes de Leña de los Principales Centros de Consumo del Sur de Chile (ASCC, 2010)

- La leña es la segunda fuente de energía más importante en Chile, donde la primera es el petróleo. Dando cuenta del precio de la leña que es moderadamente accesible para la calefacción y cocina de muchos de los chilenos.
- Cabe destacar que dos tercios del consumo total de leña en Chile vienen de bosques nativos. También, que existe un poco manejo y profesionalismo para la intervención de los bosques, causándole altas tasas de degradación.
- En una gran mayoría de las ciudades del sur del país están contaminadas por el uso excesivo de leña, lo cual puede provocar enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Esta contaminación es por Material Particulado PM 10 y PM 2,5. Uno de los principales factores que resulta existente de la combustión residencial son la mala calidad de aislación térmica, la calidad húmeda de la leña, la tecnología no apta y el consumidor desinformado.
- Actualmente existe el Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL) para dar cierta regulación a lo comentado con anterioridad. Para este certificado los estándares son los siguientes:

- Cumplir la normativa en torno a la producción y comercialización de la leña.
- Verificación del origen de la leña.
- Venta con menor humedad que un 25%.
- Información al consumidor.
- **Objetivos:** Su objetivo principal es contribuir al mejoramiento de la gestión productiva y ambiental del sector comerciantes de leña de los principales centros de consumo en Chile, a fin de lograr un producto de calidad, que responda a las exigencias ambientales y de mercado.
- **Metas:**
 - Formalización de los comerciantes de leña.
 - Origen y transporte de leña.
 - Sistema de almacenamiento y secado.
 - Higiene y seguridad ocupacional.
 - Generación y disposición de residuos.
 - Difusión.

5. APL Sector Comerciantes de Leña de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins (ASCC, 2014)

- Observando la información entregada por el último CENSO, se puede ver que en la Región de O'Higgins el uso de la leña para calefacción ha aumentado, con un 50% de los hogares utilizando calefacción a leña.
- Es clave destacar que para este uso destaca la leña de frutal y de eucaliptus.
- MINSEGPRES declaró a diecisiete comunas de esta región como Zona Saturada por Material Particulado respirable.
- Como consecuencia de esto, se estableció el Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) para así poder mejorar los niveles atmosféricos, tomando en cuenta el mejoramiento de las condiciones del rubro y la sostenibilidad de la comercialización del producto.
- En el 2010 se firmó un APL de leña, pero no se llegó a los resultados esperados por su bajo compromiso (tres empresas certificadas).

- El Plan de Descontaminación vigente entrega nuevas condiciones para este sector, además del frente que están haciendo los servicios públicos regionales para mejorar la calidad ambiental. Todo esto repercute directamente en el cumplimiento y desarrollo de este APL.
- Nombra la Normativa Vigente Aplicable y las definiciones necesarias de manejar para el entendimiento del tema.
- Alcance: Habla sobre que los que se pueden incorporar a este APL son los comerciantes de la leña de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, en especial los de las diecisiete comunas tratadas por el Plan de Descontaminación del Valle central.
- Objetivos: Su objetivo general es "Incorporar en el Sector Productores y Comerciantes de leña de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins las medidas, tecnologías de producción limpia y sustentabilidad, que permitan aumentar la eficiencia productiva, previniendo y reduciendo los efectos ambientales generados por la actividad." Como se puede observar, el objetivo gira en torno a la producción y comercialización de leña seca, para este caso hace mucho sentido poder implementar un sistema de créditos de carbono sobre el diferencial de la calidad de leña que se entregaba, para que este sea significativo y así los comerciantes tengan incentivo a vender leña seca.
- Metas:
 - El 100% de los comerciantes de leña adheridos estarán formalizados.
 - El 100% de los comerciantes de leña, extraerán el recurso de bosques que cuenten con los planes de manejo autorizados por CONAF.
 - El 100% de los comerciantes de leña establecerán un sistema de almacenamiento y secado, que les permitirá cumplir con un porcentaje menor al 25% de humedad, contribuyendo así a la disminución de emisiones atmosféricas.
 - El 100% de los comerciantes de leña implementarán medidas de seguridad ocupacional e higiene laboral, que permitirán disminuir los riesgos laborales.
 - El 100% de los comerciantes de leña implementaran medidas de manejo de residuos y uso eficiente de los recursos.
 - Promover y/o fortalecer la asociatividad en el sector comerciantes de leña y evaluar la factibilidad técnica y económica de nuevos modelos de negocio. Cabe destacar que son muy parecidos mis comentarios al APL de leña en Osorno.

6. APL Leña de Calidad y Sustentable de Osorno (ASCC, 2016)

- En nuestro país existen más de diez millones de habitantes que están expuestos a más Material Particulado fino (MP 2,5) del límite de la OMS, es cual es un contaminante de la atmósfera.

- El MMA tiene dentro de sus temas principales la gestión de la calidad del aire, y para esto creó un Programa Nacional de Gestión de la Calidad del Aire, y para Osorno un plan de Descontaminación Atmosférica.
- El problema en torno a la contaminación atmosférica en la zona centro-sur tiene como una de sus causas más importantes, el uso de leña para la combustión residencial. Dentro de los problemas de la Política de Calefacción Sustentable en Osorno está la economía local que existe en torno a la leña, el arraigo cultural con respecto a la calefacción tradicional y el problema social por los costos de calefacción.
- De acuerdo con el estudio de “Análisis del Potencial Estratégico de la Leña en la Matriz energética” dice que, dentro del consumo energético primario a nivel nacional, entre el 17% y 20% corresponde al de leña. Y si luego se habla de el consumo residencial, este sube al 60%.
- En el caso de Osorno, un estudio realizado por la Comisión Nacional de Energía dice que un 88% de la población consumía leña. Y un estudio realizado por la Universidad Católica de Temuco muestra que el 95% de los hogares utiliza leña como combustible.
- Para el caso de las normas, está vigente desde el año 2012 la Norma de Calidad Primaria de MP 2,5 y el MMA propuso el Programa Aire Limpio para las ciudades más contaminadas (control del MP 2,5). Dentro de este programa esta “Estrategia para el Control de la Contaminación por leña” que tiene como metas, “fomentar una mejor calidad de la leña a utilizar, acelerar el recambio tecnológico de los actuales calefactores a leña, mejorar la aislación térmica en las viviendas y educar a la ciudadanía.”
- Dentro del Artículo 31 de la Norma NCh2907 se señala que en Osorno solo se podrá vender leña seca, que esté bajo los estándares técnicos.
- Objetivos: Su objetivo general es “Incorporar en el Sector Comerciantes y otros actores de la cadena productiva de leña de la Provincia de Osorno, tecnologías de producción limpia y sustentabilidad, que permitan prevenir y reducir los efectos ambientales generados por la actividad, a través de la producción y comercialización de leña seca.” Como se puede observar, el objetivo gira en torno a la producción y comercialización de leña seca, para este caso hace mucho sentido poder implementar un sistema de créditos de carbono sobre el diferencial de la calidad de leña que se entregaba, para que este sea significativo y así los comerciantes tengan incentivo a vender leña seca.
- Metas:
 - Establecimiento de una política de producción limpia y sustentabilidad.
 - Los comerciantes y otros actores de la cadena productiva de leña adheridos estarán formalizados y cumplen con la normativa vigente.
 - Los comerciantes y transportistas de leña contribuyen a la reducción de emisiones atmosféricas disminuyendo el porcentaje de humedad.

- Los comerciantes y otros actores de la cadena productiva de leña adheridos al acuerdo implementaran medidas de valorización de residuos y uso eficiente de los recursos.
 - Los comerciantes y otros actores de la cadena productiva de leña adheridos al acuerdo protegen la salud y seguridad de los trabajadores, mediante la implementación de medidas de seguridad ocupacional e higiene laboral.
 - Fortalecer al gremio de comerciantes de leña para favorecer el aumento de la oferta de leña seca y comercialización de sus diferentes productos.
 - Promover y/o fortalecer la asociatividad del gremio de comercializadores de leña de Osorno y sus asociados.
- Sistema de seguimiento, control y evaluación de cumplimiento de las metas y acciones de acuerdo: se detallan los pasos a seguir para el cumplimiento de metas, se realiza esto de forma exhaustiva. Si bien, los registros de este APL se entregan como archivos digitales, se cree que falta avance tecnológico al igual que en los otros APLs. Estos avances podrían estandarizar el seguimiento, control y evaluación. Basarse en el sistema de informes puede estar trabajando el sistema.

7. APL Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo, Región de Valparaíso (ASCC, 2019)

- Tener en cuenta las leyes que están sujetas, y cómo varían respecto a los diferentes APLs.
- Se sitúa en la parte más poblada del país, donde hay la mayor cantidad y diferentes amenazas a los bosques estudiados.
- Las amenazas más antiguas e importantes son las siguientes: “En primer lugar, la sustitución para la agricultura tradicional, la fruticultura y vitivinicultura, luego la destrucción causada por los incendios rurales, seguido por la interrupción del ciclo regenerativo por el ramoneo del ganado y finalmente la extracción no autorizada de la hojarasca a tierra de hoja y de feria, la introducción paulatina de nuevas especies forestales de rápido crecimiento al paisaje, las cuales se suman a ella coma causas más recientes coma la subdivisión predial y atomización de la propiedad rural, y los desmontes para el desarrollo industrial, mediana minería y expansión urbana, y otros usos inmobiliarios país diferentes fines”.
- Uno de los principales problemas es el escaso valor económico y social que se le ha entregado a este bosque. Los productos que sí están generando valor económico actualmente son el carbón, la leña, biomasa de quillay y foliar de bolgo, y tierra de hoja (muy dañino para el ciclo del bosque), es clave destacar que, además, esto productos no entregan valor agregado alguno y muy bajo valor económico para los dueños de estas tierras.

- Existen varios *stakeholders* que han mostrado interés para realizar actividades alrededor del desarrollo de actividades de gestión forestal sustentable, para este bosque, pero para esto falta cierta información:
 - Información científica-técnica para efectuar un manejo sustentable bajo criterio de ordenación forestal, que garantice por un lado la mínima afectación del cumplimiento esencial de las funciones o servicios ambientales generados por el bosque nativo Mediterráneo. Si existen sistemas que entregan resultados económicos importantes sin degradar o deforestar el bosque. En el país se muestra una ausencia en conceptos prácticos específicos del bosque nativo Mediterráneo, teniendo en cuenta que se les da un foco mucho más potente a los bosques sureños y a los con más alta productividad de madera.
 - A través de la tecnología, mejorar el valor económico del bosque Mediterráneo. En especial las técnicas de selección y clasificación de trozos, secado y aserrío, para cumplir con los estándares de la industria maderera y procesarlas ya sea en el torneado de piezas, molduraría, ebanistería, envases finos y otros usos nobles. Cabe destacar que se podría entrar al mercado de las PYMES relacionadas con la madera, y que comercialicen productos de mayor valor que la leña, carbón, entre otros.
- Concluyendo, lo que se busca es el crecimiento y avance del manejo forestal sustentable, teniendo en cuenta la ordenación forestal, de rendimiento sostenido, contribuyendo a haber previsible y calculables los riesgos y logros económicos que son particulares del Bosque Nativo Mediterráneo y potenciando la comercialización de las maderas mediterráneas que nos ofrecen estas formaciones, para usos más nobles.
- Objetivos: Su objetivo general es “Incorporar a los bosques nativos mediterráneos de la región, el manejo sustentable bajo criterios de ordenación forestal con el fin de lograr su protección, recuperación e incremento en la calidad, y aumentar su valor económica través del mejoramiento la tecnología de la producción maderera y de la comercialización de las maderas mediterráneas para usos nobles.” Se puede observar que el objetivo buscado se alcanzaría de una forma sostenible en el tiempo implementando el mercado de carbono dentro del acuerdo. Ayudaría con todos los fines a los cuales se quiere llegar, aumentando notoriamente el valor social y económico de los bosques. Se habla que se quiere llegar a cumplir este objetivo a través de las mejoras de tecnología para la producción maderera y la comercialización de estas, las cuales demorarían mucho más en darle el valor económico esperado, además de dañar el bosque.
- Metas:
 - Establecer un sistema de implementación del Acuerdo.
 - Aplicar manejo sustentable bajo criterios de ordenación forestal a los bosques mediterráneos.
 - Caracterizar y clasificar las maderas nativas bosque para su comercialización en usos que incrementen su valor económico.

- Generan capacidades para aplicar el manejo forestal sustentable.
- Identificar la tecnología asociada a los procesos de aserrío y secado de las especies con potencial comercialización.
- Sistema de seguimiento, control y evaluación de cumplimiento de las metas y acciones de acuerdo: se detallan los pasos a seguir para el cumplimiento de metas, se realiza esto de forma exhaustiva. Se cree en algunos de los puntos se podría mejorar la forma de entrega de reportes e incorporar la tecnología en el sistema de seguimiento, control y evaluación. La realización de este hoy en día es en base a un modelo más anticuado, por lo que se podría realizar en base a formularios estandarizados para así poder llegar a un mayor alcance, y que más empresas logren unirse a los APLs.

10.7. Anexo VII: Clasificación para metas y acciones de los APL

Se expone una tabla que contiene las metas existentes para los APLs relacionados con bosque y leña. Cada una de estas se clasificó de tal manera para luego evaluar la posible incorporación de un sistema de medición de absorciones de Gases de Efecto Invernadero.

Tabla 20: Tabla de clasificación para metas y acciones de los APL.

Tabla de clasificación para metas y acciones			
APL	Meta	Clasificación	Potencial impacto en GEI
Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo, Región de Valparaíso	Establecer un sistema de implementación del Acuerdo	GESTIÓN DE EJECUCIÓN DEL APL	Sí
Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo, Región de Valparaíso	Generar capacidades profesionales regionales, para la elaboración, desarrollo e implementación de planes de manejo y difusión del modelo de ordenación forestal	ORDENACIÓN FORESTAL	Sí
Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo, Región de Valparaíso	Aplicar manejo sustentable bajo criterios de ordenación forestal a los bosques mediterráneos	ORDENACIÓN FORESTAL	Sí
Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo, Región de Valparaíso	Fomentar el manejo bajo criterios de ordenación forestal para el bosque mediterráneo, mediante la creación de áreas pilotos de demostración de las ejecuciones silviculturales en los predios con plan de ordenación forestal aprobados	ORDENACIÓN FORESTAL	Sí
Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo, Región de Valparaíso	Buscar nuevos mercados para la madera de valor y establecer mecanismos para la elaboración primaria y el secado de piezas de madera	CALIDAD DE LA MADERA	Sí
Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo, Región de Valparaíso	Promover y fomentar el uso de manejo sustentable basado en la ordenación forestal, y los beneficios del modelo desarrollado en el APL 1	ORDENACIÓN FORESTAL	Sí
Leña de Calidad y Sustentable de Osorno	Establecimiento de una política de producción limpia y sustentabilidad:	GESTIÓN DE EJECUCIÓN DEL APL	Sí
Leña de Calidad y Sustentable de Osorno	Los comerciantes y otros actores de la cadena productiva de leña adheridos estarán formalizados y cumplen con la normativa vigente	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	No
Leña de Calidad y Sustentable de Osorno	Los comerciantes y transportistas de leña contribuyen a la reducción de emisiones atmosféricas	DISMINUCIÓN HUMEDAD LEÑA	Sí

	disminuyendo el porcentaje de humedad		
Leña de Calidad y Sustentable de Osorno	Los comerciantes y otros actores de la cadena productiva de leña adheridos al acuerdo implementaran medidas de valorización de residuos y uso eficiente de los recursos	GESTIÓN DE RESIDUOS/ USO EFICIENTE DE RECURSOS	Sí
Leña de Calidad y Sustentable de Osorno	Los comerciantes y otros actores de la cadena productiva de leña adheridos al acuerdo protegen la salud y seguridad de los trabajadores, mediante la implementación de medidas de seguridad ocupacional e higiene laboral	SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	No
Leña de Calidad y Sustentable de Osorno	Fortalecer al gremio de comerciantes de leña para favorecer el aumento de la oferta de leña seca y comercialización de sus diferentes productos	OFERTA Y COMERCIO	Sí
Leña de Calidad y Sustentable de Osorno	Promover y/o fortalecer la asociatividad del gremio de comercializadores de leña de Osorno y sus asociados	FOMENTO ASOCIATIVIDAD	No
Industria del Aserrío y Re-manufactura de la Madera	Meta para residuos sólidos peligrosos	GESTIÓN DE RESIDUOS	Sí
Industria del Aserrío y Re-manufactura de la Madera	Meta para residuos sólidos no peligrosos	GESTIÓN DE RESIDUOS	Sí
Industria del Aserrío y Re-manufactura de la Madera	Meta para subproductos	USO EFICIENTE DE RECURSOS	Sí
Industria del Aserrío y Re-manufactura de la Madera	Meta para residuos de la industria del aserrío y la re-manufactura	GESTIÓN DE RESIDUOS	Sí
Industria del Aserrío y Re-manufactura de la Madera	Meta para uso eficiente del recurso agua	USO EFICIENTE DE RECURSOS	Sí
Industria del Aserrío y Re-manufactura de la Madera	Meta para prevención de contaminación	PREVENCIÓN DE CONTAMINACIÓN	Sí
Industria del Aserrío y Re-manufactura de la Madera	Meta para anticipar el cumplimiento de la normativa en Riles	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	No
Industria del Aserrío y Re-manufactura de la Madera	Seguridad y salud ocupacional	SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	No
Industria del Aserrío y Re-manufactura de la Madera	Meta para la captación y establecer planes de manejo de plaguicidas y sustancias químicas peligrosas	SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	No

Industria del Aserrío y Re-manufactura de la Madera	Meta para contar con un manual de buenas practicas de la industria del aserrío y re-manufactura	DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN	Sí
Comerciantes de Leña de los Principales Centros de Consumo del Sur de Chile	Formalización de los comerciantes de leña: Incrementar en al menos un 20% el número de comerciantes formalizados y que cumplen la normativa, tomando como base el registro de la Corporación de Certificación de Leña del año 2009, incorporado en el anexo N°2” Comerciantes de Leña Certificados, año 2009”.	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	No
Comerciantes de Leña de los Principales Centros de Consumo del Sur de Chile	Origen y transporte de leña: Aumentar en un 50% el número de comerciantes cuyos proveedores de leña cuenten y cumplan con planes de manejo forestal aprobados por CONAF, tomando como base el registro de la Corporación de Certificación de Leña del año 2009, incorporado en el anexo N°2 del presente documento.	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	No
Comerciantes de Leña de los Principales Centros de Consumo del Sur de Chile	Sistema de Almacenamiento y Secado: Disminuir la emisión de material particulado, producto de la combustión de leña.	DISMINUCIÓN HUMEDAD LEÑA	Sí
Comerciantes de Leña de los Principales Centros de Consumo del Sur de Chile	Higiene y Seguridad Ocupacional: Lograr que el 85% de los trabajadores del sector adopten prácticas de trabajo seguras.	SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	No
Comerciantes de Leña de los Principales Centros de Consumo del Sur de Chile	Higiene y Seguridad Ocupacional: Lograr que el 85% de los locales cumplan con condiciones que minimicen los impactos a la comunidad, sean estas provocadas por ruidos y eventuales plagas seguras.	SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	No
Comerciantes de Leña de los Principales Centros de Consumo del Sur de Chile	Generación y disposición de residuos: Aumentar el reciclaje y reutilización de residuos producto de la comercialización de leña	GESTIÓN DE RESIDUOS	Sí
Comerciantes de Leña de los Principales Centros de Consumo del Sur de Chile	Difusión: Aumentar el nivel de información de los usuarios de leña respecto de la importancia y ventajas del consumo de leña seca certificada	DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN	Sí
Industria MIP y ME primaria y secundaria de la madera de la Región del Maule	Gestión de insumos, residuos sólidos y subproductos: Las empresas firmantes de este Acuerdo, se comprometen a implementar un	GESTIÓN DE RESIDUOS/ USO EFICIENTE DE RECURSOS	Sí

	Sistema de Gestión para los residuos, para ello realizaran las siguientes acciones.		
Industria MIP y ME primaria y secundaria de la madera de la Región del Maule	Cumplimiento de la normativa de residuos industriales líquidos: Las empresas firmantes del Acuerdo, que tengan efluentes, deberán dar cumplimiento a la normativa referente a descargas a sistemas de alcantarillado; cursos y masas de agua superficial y aguas subterráneas.	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	No
Industria MIP y ME primaria y secundaria de la madera de la Región del Maule	Uso eficiente de la energía: Las empresas firmantes de este Acuerdo, se comprometen a implementar medidas tendientes a mejorar el uso de la energía, para ello deberán realizar las siguientes acciones.	EFICIENCIA ENERGÉTICA Y/O ENERGÍAS RENOVABLES	No
Industria MIP y ME primaria y secundaria de la madera de la Región del Maule	Seguridad y salud ocupacional: El conjunto de las empresas adheridas se comprometerá a disminuir la accidentabilidad de la industria primaria y secundaria de la madera de la región del Maule, debiendo implementar, en todos los niveles de la Empresa, un sistema de gestión integral de salud y seguridad ocupacional.	SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	No
Industria MIP y ME primaria y secundaria de la madera de la Región del Maule	Capacitación: Las Empresas firmantes de este Acuerdo, se comprometen a implementar un programa de capacitación dirigido a sus trabajadores conforme a las metas y acciones involucradas.	DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN	Sí
Industria de Tableros y Chapas de la Región de Bio Bio y de los Ríos	Residuos Industriales líquidos (RILES): Las empresas se comprometen en reducir, hasta en un 3%, los Riles, respecto al promedio anual del periodo enero – diciembre 2006, o recircular en un 100% las aguas de proceso, según lo indicado en el Anexo n° 2 “Tasa de reducción o recirculación de Riles por Instalación	GESTIÓN DE RESIDUOS	Sí

<p>Industria de Tableros y Chapas de la Región de Bio Bio y de los Ríos</p>	<p>Residuos industriales sólidos(RISES): Las empresas suscritas a este acuerdo se comprometen a realizar acciones orientadas a buscar e implementar alternativas de reutilización de los residuos industriales no peligrosos, tales como: papeles, cartones, escorias y cenizas de calderas de biomasa y residuos metálicos, con el fin de eliminar y/o reducir los volúmenes que actualmente se disponen en los rellenos sanitarios autorizados.</p> <p>Se debe destacar que las escorias y cenizas se clasificaron como residuos no peligrosos, según se indica en el Anexo N° 3 “Caracterización de Residuos de Calderas de Biomasa”.</p> <p>Por otra parte se busca la disminución de baterías y pilas, considerados residuos peligrosos.</p>	<p>GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>Sí</p>
<p>Industria de Tableros y Chapas de la Región de Bio Bio y de los Ríos</p>	<p>Uso eficiente del recurso del agua: Las empresas firmantes de este acuerdo se comprometen a elaborar e implementar un Plan de Acción para reducir el Consumo de Agua Industrial en sus procesos.</p>	<p>USO EFICIENTE DE RECURSOS</p>	<p>Sí</p>
<p>Industria de Tableros y Chapas de la Región de Bio Bio y de los Ríos</p>	<p>Emisiones atmosféricas: El marco legal a través del DS 138/2005 MINSAL solicita la entrega de antecedentes necesarios para estimar las emisiones provenientes de fuentes fijas, lo que se puede realizar mediante la utilización de metodologías indirectas. Las empresas firmantes del APL se comprometen a entregar esta información a través de monitoreo directo en calderas generadoras de vapor y/o agua caliente y equipos electrógenos permanentes y estimar las emisiones de otras fuentes no reguladas por dicho decreto.</p>	<p>GESTIÓN DE QUÍMICOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS</p>	<p>No</p>
<p>Industria de Tableros y Chapas de la Región de Bio Bio y de los Ríos</p>	<p>Eficiencia energética: Las empresas firmantes de este acuerdo se comprometen a reducir el consumo de energía eléctrica en sus procesos, mediante la implementación de buenas practicas.</p>	<p>EFICIENCIA ENERGÉTICA Y/O ENERGIAS RENOVABLES</p>	<p>No</p>

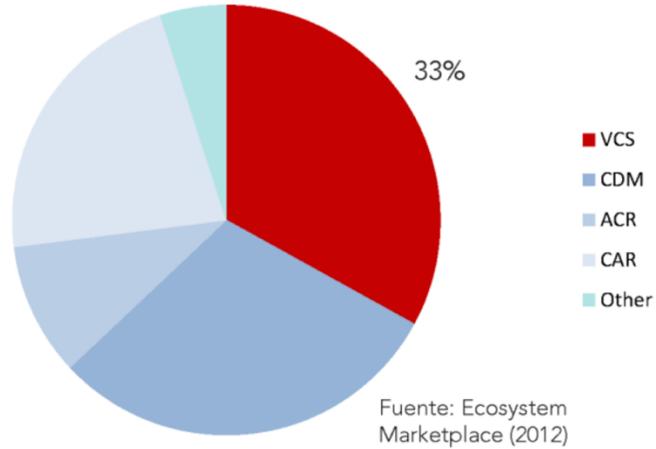
Industria de Tableros y Chapas de la Región de Bio Bio y de los Ríos	Gestión sectorial	GESTIÓN SECTORIAL	Sí
Industria de Tableros y Chapas de la Región de Bio Bio y de los Ríos	Seguridad y salud ocupacional: Las empresas firmantes del acuerdo se comprometen a desarrollar acciones al interior de sus plantas, tendientes a reducir en un 5% la accidentabilidad del personal directo e indirecto permanente, con causa u ocasión del trabajo, considerando la visión de Cero Accidentes. Para el cálculo de lo anterior, se considerará la información del año anterior a la firma del APL.	SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	No
Sector Comerciantes de Leña de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	El 100% de los comerciantes de leña adheridos estarán formalizados	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	No
Sector Comerciantes de Leña de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	El 100% de los comerciantes de leña, extraerán el recurso de bosques que cuenten con los planes de manejo autorizados por CONAF	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	No
Sector Comerciantes de Leña de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	El 100% de los comerciantes de leña establecerán un sistema de almacenamiento y secado, que les permitirá cumplir con un porcentaje menor al 25% de humedad, contribuyendo así a la disminución de emisiones atmosféricas	DISMINUCIÓN HUMEDAD LEÑA	Sí
Sector Comerciantes de Leña de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	El 100% de los comerciantes de leña implementarán medidas de seguridad ocupacional e higiene laboral, que permitirán disminuir los riesgos laborales	SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	No
Sector Comerciantes de Leña de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	El 100% de los comerciantes de leña implementaran medidas de manejo de residuos y uso eficiente de los recursos	GESTIÓN DE RESIDUOS/ USO EFICIENTE DE RECURSOS	Sí
Sector Comerciantes de Leña de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Promover y/o fortalecer la asociatividad en el sector comerciantes de leña y evaluar la factibilidad técnica y económica de nuevos modelos de negocio	FOMENTO ASOCIATIVIDAD	No

Fuente: Elaboración propia

10.8. Anexo VIII: Mercado de las Principales Estándares AFOLU

A continuación, se muestra un gráfico que expone la participación de los estándares Agricultura, Sector Forestal y Uso de Suelo (AFOLU) en el mercado mundial de la contabilidad de carbono. Se puede observar el liderazgo que presenta el programa VCS, con un 33% de cuota.

Cuota de Mercado de las Principales Estándares AFOLU

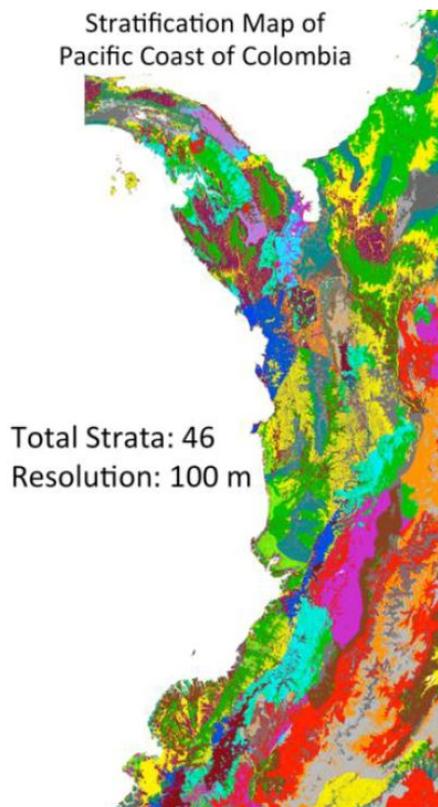


*Gráfico 9: Cuota de Mercado de las Principales Estándares AFOLU.
Fuente: VERRA*

10.9. Anexo IX: Ejemplo de la aplicación VM0006, Proyecto REDD+ en Colombia

En el siguiente anexo se muestra la información entregada por el Informe Perfil Carbono del GEF de Montañas para la metodología de medición de contabilidad de carbono: VM0006 - *Methodology for Carbon Accounting for Mosaic and Landscape-scale REDD Projects* (2017).

El Proyecto REDD+ Carmen del Darién se llevo a cabo en Colombia. Este abarca 140.650 ha, de las cuales 118.318 ha son de bosques estratificados dependiendo de los tipos de suelo (textura, pH, entre otros), pendientes y altura de la superficie, diferentes climas y cobertura general de la tierra (forestal, no forestal y pantanos). De esta forma, se separó a los bosques por diferentes estructuras y biomasa. Este tipo de estratificación se puede observar en la siguiente ilustración:



*Ilustración 13: Mapa de estratificación de la Costa del Pacífico de Colombia.
Fuente: EcoPartners, 2015*

Luego, en el proyecto, se verificaron los datos de teledetección, para poder definir los *stocks* de carbono para cada uno de los estratos. Se definieron 214 parcelas de 0,25 ha cada una. A continuación, se detallan las tasas de transición históricas obtenidas en el área de referencia:

Tabla 21: Clasificación de uso de suelo considerado en el periodo de referencia.

LULC Class	1990	2000	2012
Primary Forest	95,458	73,421	44,179
Degraded Forest	115,170	120,404	117,566
Pastureland	9,016	18,487	30,702
Cropland	7,172	13,351	33,080
Wetland	37,255	38,457	38,457
Settlement	18	19	19
Other	656	605	742
Water	13,799	13,799	13,799

Fuente: EcoPartners, 2015

Es importante destacar, a modo de ejemplo y para tomar como referencia, que este proyecto logró cada año una reducción de 462.190 toneladas de CO_2 .

10.10. Anexo X: Ejemplo de la aplicación VM0009, Lower Zambezi REDD+ Project

A continuación, se entrega información del Informe Perfil Carbono del GEF de Montañas para la metodología de medición de contabilidad de carbono: VM0009: *Methodology for Avoided Ecosystem Conversion* (2014).

El proyecto Lower Zambezi REDD+ en Zambia fue realizado en una propiedad privada que cuenta con una superficie de 40.126 ha. Cabe destacar que, el área del proyecto representa una zona *buffer* al Parque Nacional Lower Zambezi, como se puede apreciar en la siguiente ilustración:

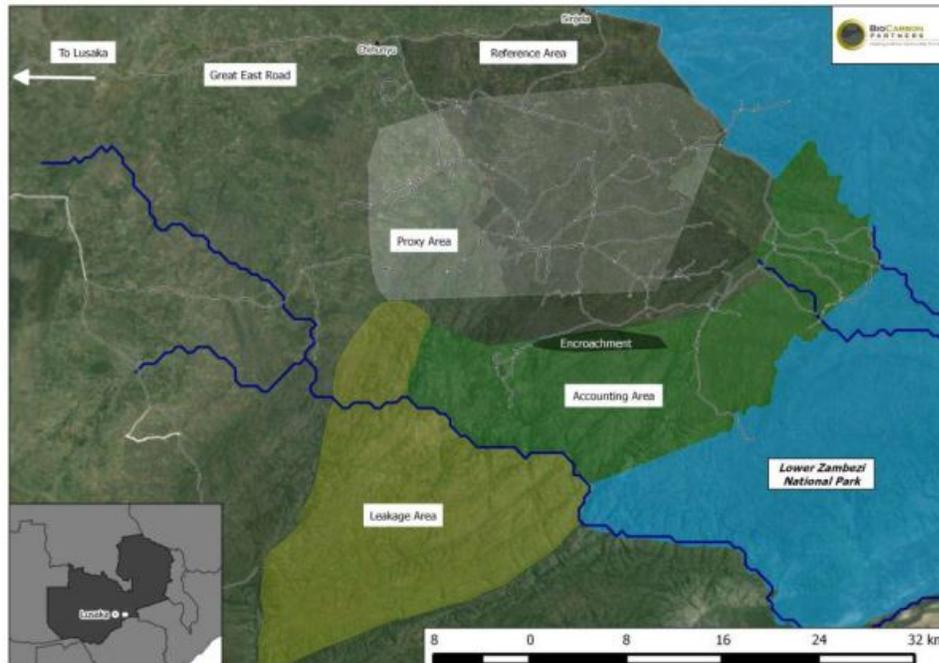
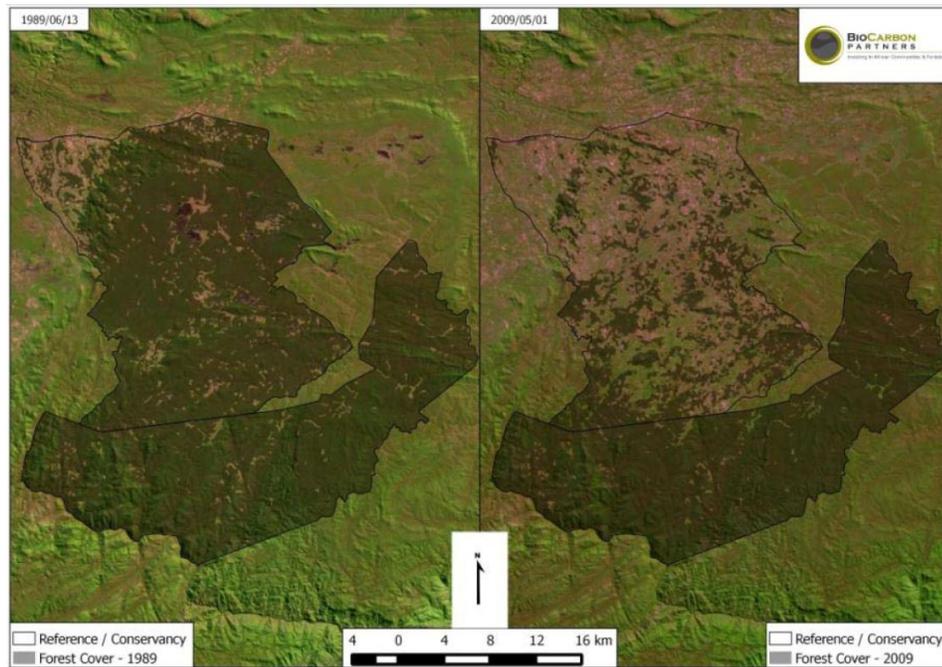


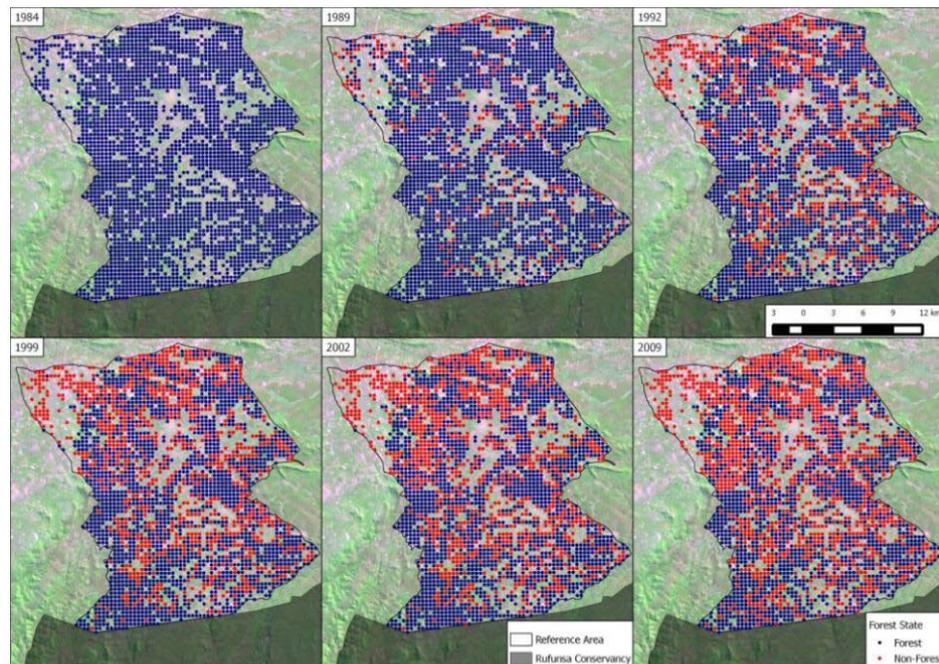
Ilustración 14: Distintas áreas del proyecto Lower Zambezi REDD+.

Fuente: BioCarbon Partners, 2014

En las Ilustraciones 15 y 16 se puede observar el área de referencia. Esta, se utilizó para parametrizar los valores de α , β y Θ que están asociados al comportamiento de conversión histórico. Luego, estos se usan como parámetros para los modelos que se escogen de BEM y SEM elegido, el que es modelo definido para el tipo de línea base F-U3.



*Ilustración 15: Deforestación entre los años 1989 y 2009 en el área de referencia del proyecto.
Fuente: BioCarbon Partners, 2014*



*Ilustración 16: Puntos de muestreo visual para deforestación entre los años 1984 y 2009.
Fuente: BioCarbon Partners, 2014*

En la siguiente tabla, se pueden observar los resultados específicos de la interpretación visual de los puntos específicos del área de referencia:

Tabla 22: Resultados de interpretación visual de puntos presentados.

Date	Forest	Non-Forest	Total
1984	2600	0	2600
1989	2355	245	2600
1992	1873	727	2600
1999	1646	954	2600
2002	1564	1036	2600
2009	1000	1600	2600

Fuente: BioCarbon Partners, 2014

Se grafican los puntos obtenidos en la tabla anterior y se ajustan a una curva que viene de una función logística, desde la que se obtiene los parámetros α , β y Θ . Teniendo estos parámetros, se une el comportamiento histórico de conversión de los bosques a los modelos predictivos de emisiones de biomasa (BEM) y suelo (SEM) que delimitan el escenario de línea base del proyecto.

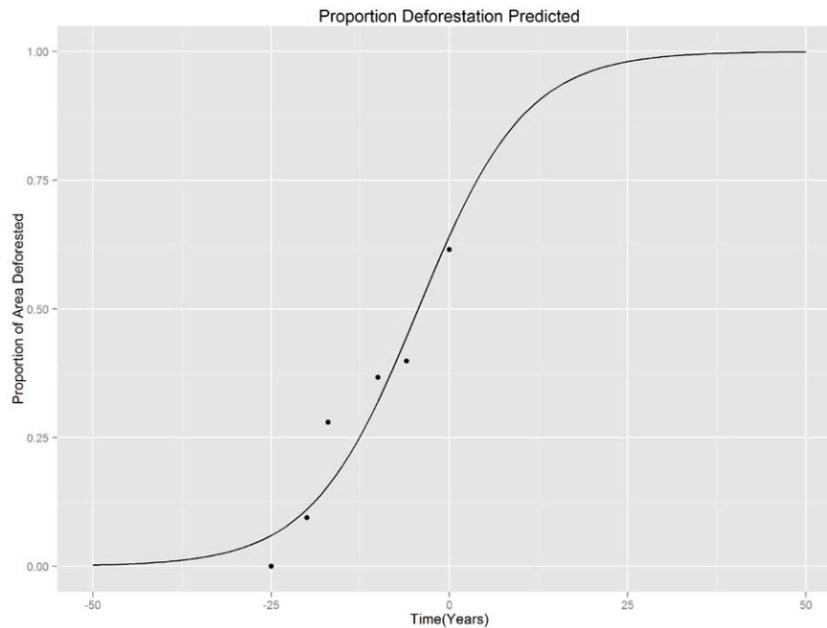


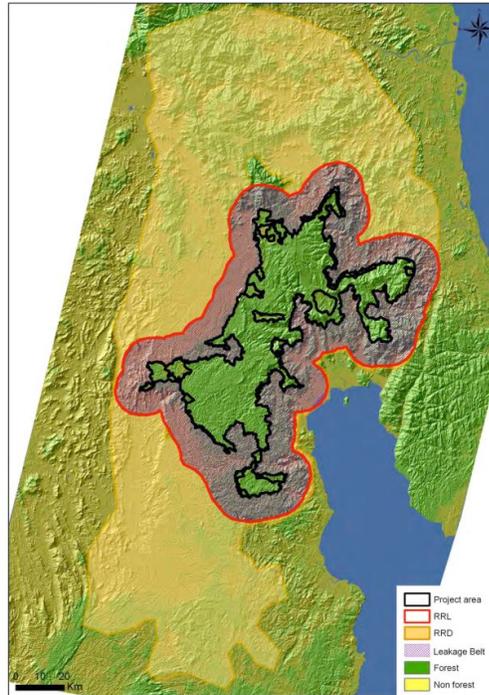
Gráfico 10: Función logística obtenida de interpretación visual de puntos.

Fuente: BioCarbon Partners, 2014

10.11. Anexo XI: Ejemplo de la aplicación VM0007, Proyecto REDD Makira en Madagascar

A continuación, se entrega en detalle la información del Informe Perfil Carbono del GEF de Montañas para la metodología de medición de contabilidad de carbono: VM0007: *REDD+ Methodology Framework* (REDD-MF).

El Proyecto REDD Makira en Madagascar, fue realizado por la *Wildlife Conservation Society*. El terreno donde se llevó a cabo corresponde a 221.410 hectáreas de bosque, como se puede ver en la siguiente ilustración:



*Ilustración 17: Proyecto REDD Makira.
Fuente: WCS, 2012*

En este caso, solo se pusieron en práctica líneas base de deforestación no planificada. Es por esto que, las reducciones de emisiones solo vienen de esta actividad REDD. Es clave destacar que la tasa de deforestación (ha/año) se calculó a partir de la zona de RDD por medio del análisis de imágenes satelitales y se extrapoló a la zona de RRL. Los resultados que se obtuvieron se pueden observar en los siguientes gráficos:

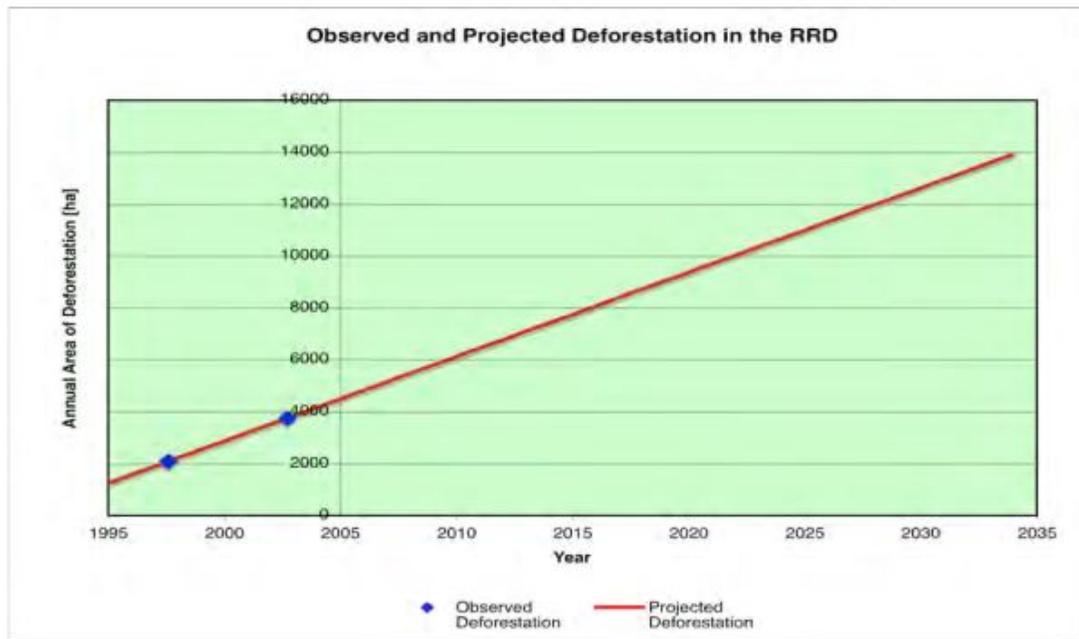


Gráfico 11: Deforestación observada y proyectada en la RRD.
Fuente: WCS, 2012

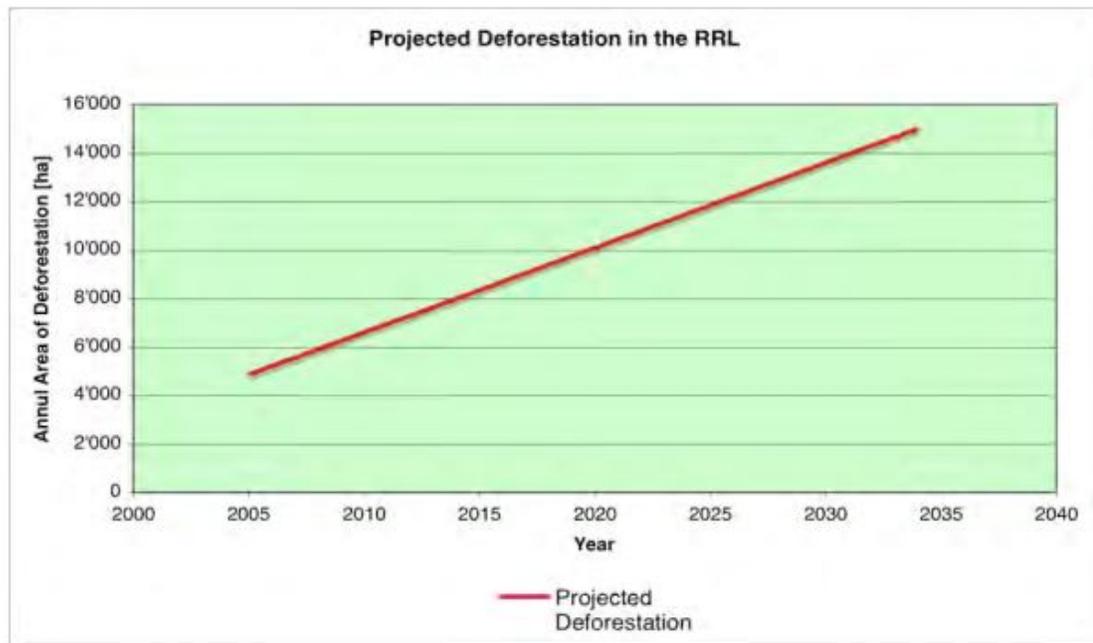
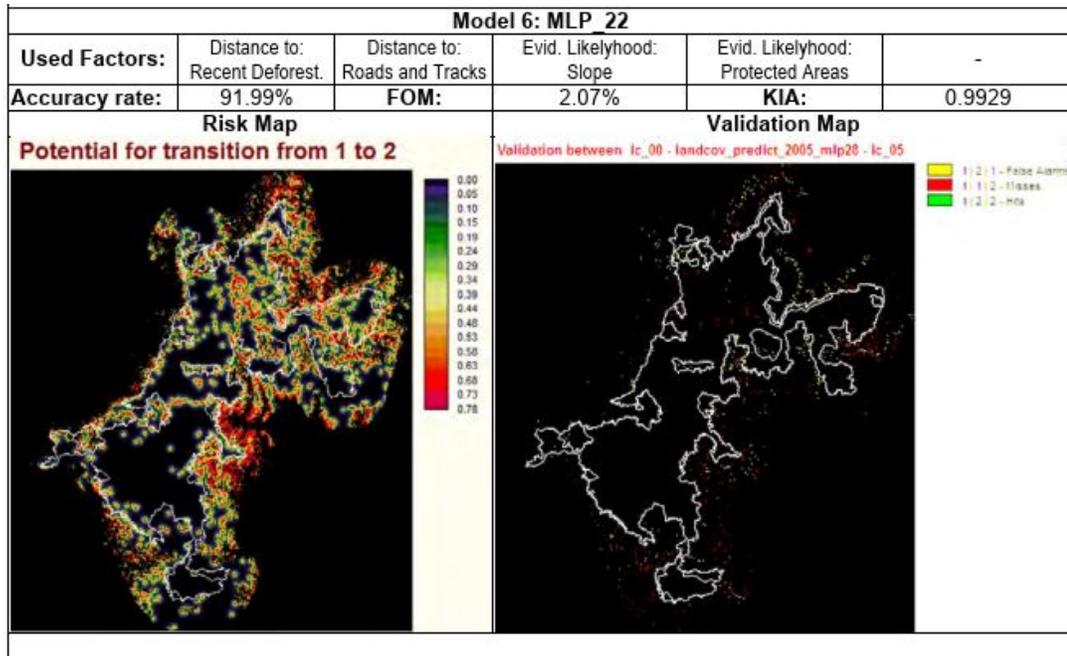


Gráfico 12: Deforestación proyectada en la RRL.
Fuente: WCS, 2012

Con respecto a la ubicación espacial de la deforestación estimada con anterioridad, fue a partir de los mapas de riesgo que se muestran a continuación:



*Ilustración 18: Mapa de riesgo usado para definir la ubicación de la deforestación proyectada.
Fuente: WCS, 2012*

Por último, a modo de ejemplo y para tomar como referencia, este proyecto logro cada año una reducción de 1.267.231 toneladas de CO_2 .